

# Le bulletin

Semestriel



## Bulletin de la Société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision

Le mot du bureau

Éditorial : Aurélie Strobbe

La Recherche Opérationnelle dans le raffinage au sein du groupe TOTAL

Article invité : Christophe Picouleau

La tomographie discrète : quid ?

Article invité : Walid Ben-Ameur

Autour des algorithmes à plans coupants

Vie de l'association :

Compte rendu de l'assemblée générale de la ROADEF

Remise du prix Robert Faure 2006

Le GdR Recherche Opérationnelle

Challenge ROADEF 2007

Manifestations parrainées par la ROADEF :

Annonce : Conférence conjointe FRANCORO V / ROADEF'07

Comptes rendus de ROADEF'06 à Lille, JFPC, INCOM, Aéronautique et Espace, MOSIM

Groupes de travail ROADEF

Rejoindre la ROADEF

Édition Printemps - Été 2006  
Numéro 16 - juin 2006

Éditeur ..... Jean-Charles Billaut, Département d'Informatique, Polytech'Tours, 64 avenue Jean Portalis 37200 Tours  
Siège social ..... Jean-Charles Billaut, Département d'Informatique, Polytech'Tours, 64 avenue Jean Portalis 37200 Tours  
Publication ..... Eric Sanlaville, LIMOS - Université Blaise Pascal, Campus des Cézeaux, 63173 Aubière Cédex  
Site web ..... <http://www.roadef.org>  
Langues officielles ..... Français et anglais



## Le mot du bureau de la ROADEF

---

### Chères adhérentes, chers adhérents de la ROADEF,

Tout d'abord, le bureau souhaite vous remercier pour nous avoir accordé votre confiance lors des dernières élections. L'association est en bonne santé et ceci grâce à ses membres et à toute l'activité dont nous faisons preuve. Les congrès de la Roadef deviennent des rendez-vous à ne pas manquer pour notre communauté, tant pour l'intérêt indéniable de se rencontrer pour discuter et avancer sur des projets communs que pour l'intérêt des conférences plénières et pour le niveau global des travaux qui y sont présentés. Après avoir franchi la barre des 300 participants à Avignon et à Tours, la barre des 400 participants a presque été franchie à Lille en février dernier ! L'association quant à elle, compte désormais plus de 300 adhérents !

Cette année 2006 a démarré sur les chapeaux de roues et nous profitons de l'élan pour aller encore plus loin. Outre ses habituelles tâches vis-à-vis de l'association : maintenance du site web, diffusion de la lettre bimestrielle, relations avec 4'OR, bulletin, etc, le bureau de la Roadef s'est efforcé de faire parler de la RO-AD. Cette tâche est difficile, les portes à pousser sont nombreuses et parfois bien lourdes... Outre des articles dans certaines presses locales, certains articles ont également été publiés dans des magazines nationaux : *L'usine nouvelle*

(mars 2006), *Science & Vie* (avril 2006), *Le monde informatique* (avril 2006), sans parler de tous les articles sur le Sudoku (le Figaro et France Soir en février, Le Nouvel Obs et 01 Informatique en mars,...), qui malgré nos efforts ne font pas forcément mention de la discipline RO-AD. Notons également un article dans *ORMS-Today* d'avril, la revue d'INFORMS, qui consacre un article au challenge de la Roadef (Renault). D'autres pistes sont en cours d'investigation, comme *Industrie et Technologies* ou *Pour la science*, d'autres vont être explorées. Si certains d'entre vous ont des entrées dans des revues, qui pourraient être intéressées par des articles sur la RO-AD, n'hésitez pas soit à leur proposer des articles, soit à nous faire part de vos ouvertures. Les idées de vulgarisation de la discipline ne manquent pas et un gros travail reste à faire, y compris auprès de nos institutions (c'est aussi en cours).

Notre discipline mérite d'être connue et soutenue, la RO-AD doit jouer son rôle et intervenir partout où cela est nécessaire pour aider les différents acteurs à prendre les bonnes décisions.

Nous vous fixons rendez-vous à Grenoble en 2007 pour la conférence FRANCORO-ROADEF et vous souhaitons une bonne lecture de ce bulletin.

A bientôt,  
Le bureau

---

## Le bureau de la ROADEF

Le bureau a été partiellement renouvelé en 2006. La passation de pouvoirs officielle a eu lieu lors de l'assemblée générale à Lille le 6 février.

### Contactez le bureau

Vous pouvez joindre chaque membre du bureau par e-mail à partir de sa fonction :

- [president@roadef.org](mailto:president@roadef.org) : Jean-Charles Billaut
- [secrtaire@roadef.org](mailto:secrtaire@roadef.org) : Clarisse Dhaenens
- [tresorier@roadef.org](mailto:tresorier@roadef.org) : David De Almeida
- [vpresident1@roadef.org](mailto:vpresident1@roadef.org) : Eric Sanlaville (Le bulletin)
- [vpresident2@roadef.org](mailto:vpresident2@roadef.org) : Safia Kedad-Sidhoum (le site web)
- [vpresident3@roadef.org](mailto:vpresident3@roadef.org) : Mohamed Ali Aloulou  
(4'OR et relations internationales)

Pour écrire à l'ensemble du bureau, vous pouvez utiliser l'adresse : [bureau@roadef.org](mailto:bureau@roadef.org)

## Editorial

# La Recherche Opérationnelle dans le Raffinage au sein du groupe TOTAL

Aurélie Strobbe <sup>1</sup>

aurelie.strobbe@inria.fr

### LA LOGISTIQUE DU SERVICE RAFFINAGE ET MARKETING

Le pétrole brut sorti du puits ne peut être utilisé tel quel, car c'est un mélange assez complexe de toutes sortes de constituants hydrocarbonés. Il est donc indispensable d'utiliser différents processus de traitements et de transformation, afin d'obtenir des hydrocarbures commercialisables (produits finis) tels que les GPLs, les carburants auto, les gazoles moteurs, etc. L'ensemble de ces traitements et de ces transformations constitue le raffinage du pétrole.



Raffinerie de Normandie

La mission du département Raffinage est de fournir au Marketing les produits dont ils ont besoin en quantité et en qualité. La chaîne logistique d'une raffinerie classique comporte une large gamme d'activités concernant l'acquisition du brut et le transport du brut à la raffinerie, les opérations de raffinage, le transport des produits et enfin la livraison du produit à l'utilisateur final. Les coûts logistiques sont extrêmement complexes et particulièrement liés les uns avec les autres.

**La sélection et l'acquisition du brut :** La qualité d'un brut dépend de son origine. Selon celle-ci, sa couleur, sa viscosité, sa teneur en soufre, son point d'écoulement, sa teneur en minéraux varient. Aussi, la structure de chaque raffinerie doit tenir compte de tous ces facteurs. Ainsi, la sélection d'un brut ne dépend pas uniquement du coût de transport jusqu'à la raffinerie, mais il prend aussi en considération la configuration de la raffinerie, la possibilité et les contraintes de conversion de ce

brut en produits, ainsi que le volume de produits obtenu et la fluctuation du prix de ce produit. De plus, lorsque le brut est sélectionné, de multiples options sont disponibles afin de minimiser les coûts de transports du puits à la raffinerie : taille du navire, itinéraire choisi, infrastructure des points de chargement et de déchargement, droits de port.

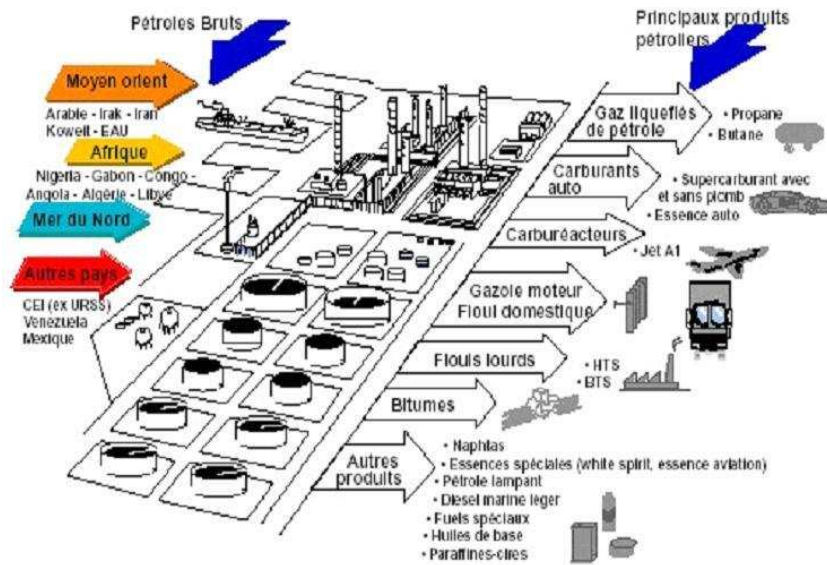
**Traitement du brut :** En raffinerie, le brut est traité mélangé à une variété d'autres bruts afin d'obtenir le maximum de produits à forte valorisation. Déterminer la « meilleure façon » de mélanger les bruts, est une tâche très difficile. Non seulement la gamme de bruts est très large mais les raffineries modernes ont des schémas de procédés très complexes et différents d'une raffinerie à l'autre (selon l'objectif visé, l'endroit où se trouve la raffinerie, la nature des bruts traités et les besoins potentiels locaux).

**Demande en produits :** Les produits demandés du Raffinage sont de deux sortes : les produits intermédiaires (ou bases) qui sont non commercialisables sauf auprès d'autres raffineurs ou auprès d'industriels, et les produits finis qui sont commercialisables vers le consommateur final. Ces demandes en produits, qualité et prix mènent les procédés de traitement des bruts et des opérations secondaires (stockage, acheminement au client). Les nombreuses options de mélanges pour obtenir différents grades de produit, les spécifications de plus en plus contraignantes des produits (par exemple les normes environnementales) font de la planification d'une raffinerie une tâche lourde et exigeante.

### APPLICATIONS EN OPTIMISATION

**Outils logiciels :** La rencontre de Jean Quenon du département des Systèmes d'Optimisation et de Gestion (SOG) m'a permis de faire un état des lieux de l'utilisation de la Recherche Opérationnelle dans le cadre du raffinage. Le département comprend une équipe de 20 personnes, dirigée par Jean-Louis Lacroix, et intègre des outils de simulation de procédés et d'aide à la décision pour les pilotes du raffinage.

<sup>1</sup>Projet Contraintes, INRIA Rocquencourt BP 105 F-78153 Le Chesnay Cedex

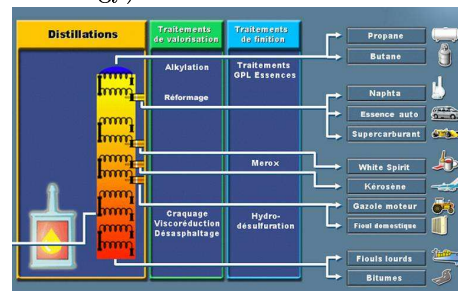


Objectifs du Raffinage

GRTMPS, développé par Haverly Systems, appelé «LP», est un outil d'aide à la décision pour l'optimisation de problèmes de planification. ORION, développé par Aspentech, est un outil de simulation d'ordonnancement de procédés en raffinerie. GRTMPS (Generalized Refining Transportation Marketing Planning System), est un outil de planification basé sur l'utilisation de la Programmation Linéaire.

La non linéarité des procédés de traitement des bruts (lois de mélange) entraîne en particulier l'utilisation d'une approche itérative avec la SLP : Successive Linear Programming. Cette approche heuristique est efficace pour la résolution de problèmes bilinéaires en approximant le problème non linéaire par une suite de problèmes linéaires. Un point de départ (réalisable) est sélectionné et les contraintes sont linéarisées (en utilisant le développement de Taylor à l'ordre 1) par rapport à ce point afin d'obtenir un problème linéaire qui peut être résolu par la méthode du simplexe ou autre. Le point obtenu de la solution de ce problème linéaire est utilisé comme nouveau point pour linéariser le problème non linéaire, et cela continue jusqu'à un critère d'arrêt. GRTMPS permet la modélisation et l'optimisation de plans de production, l'évaluation et la sélection des bruts, la gestion des stocks, l'analyse d'investissements futurs. Il repose sur un langage spécialisé OMNI. OMNI est à la fois un générateur de modèle et un générateur de rapport en clair, ce qui est une priorité pour l'utilisateur. Ainsi, la majorité des pétroliers utilisent ce type de progiciel comme RPMS (Honeywell Hi-Spec Solutions) ou encore PIMS (As-

pen Technology).



Interface GRTMPS

**Application concrète :** Chaque équipe de pilotage est composée d'un copilote court terme et d'un copilote différé.

Le copilote court terme assure, entre autres, le programme mensuel de fabrication de la raffinerie et la gestion des stocks. Il lance le LP pour la planification du mois suivant à partir : des débouchés donnés par le Marketing (quantité et qualité des produits, les arrivages de bruts tout au long du mois à venir, les disponibilités des unités, les moyens d'expédition, etc), des conditions de fonctionnement de la raffinerie, d'un scénario de prix des produits. Les résultats du LP sont, entre autres : l'activité des unités de la raffinerie (réglage des unités, quantité des charges aux unités, recette de fabrication des produits), les achats de produits finis ou intermédiaires.

Le copilote différé assure, entre autres, la planification et le choix d'achat des bruts à traiter, la gestion de l'indicateur de marge de la raffinerie ainsi que l'établissement du budget de la raffinerie. La logique d'achat des bruts diffère d'une raffinerie à une

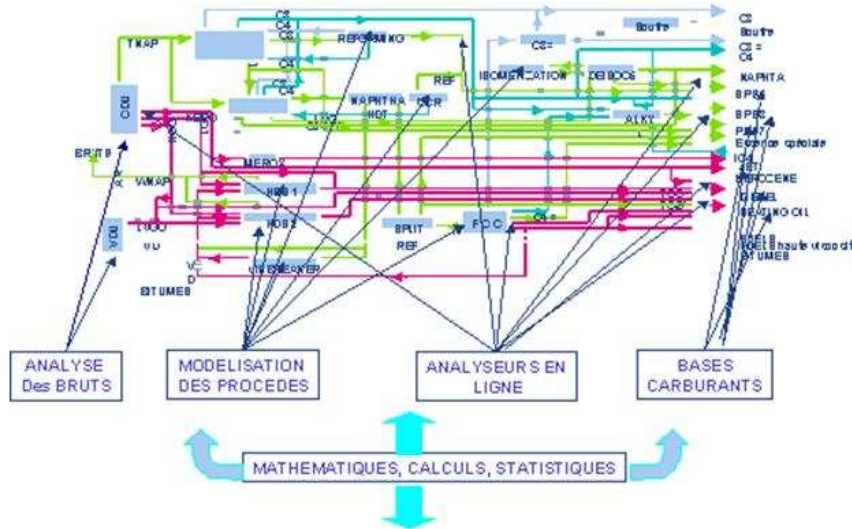
autre. Les achats de bruts ne sont pas figés, ils dépendent des opportunités du marché, des besoins de la raffinerie et peuvent intervenir à chaque fois que cela présente un intérêt économique. Le co-pilote différé utilise le LP pour le choix des bruts à traiter en utilisant la méthode dite « du brut complémentaire ». Cette méthode consiste à tourner autant de runs LP que de bruts à évaluer. Le résultat se présente sous la forme d'une liste d'écarts de marge par rapport au Brent (brut de Mer du Nord de référence) : le brut choisi étant celui qui présente la marge la plus élevée. Une valorisation se fait quotidiennement par moyens informatiques interposés, afin de connaître au jour le jour la valeur marchande de chacune des qualités de brut sur le marché.

### ET LA RECHERCHE ?

L'utilisation routinière de la LP consiste à exploiter des logiciels existants en utilisant les outils de simulation de procédés. Pour la recherche théorique, on se rendra au Centre de Recherche de Gonfreville (CReG), dirigé par Christian Sandevor, qui regroupe les compétences dans le domaine des procédés. En particulier, le service Optimisation, dirigé par Philippe Bonnelle, a pour missions de contribuer à l'optimisation de l'ensemble des activités qui caractérise une raffinerie (caractérisation des

pétroles bruts, modélisation des procédés, contrôle des propriétés des flux, maîtrise de la constitution des produits aux spécifications). Le groupe mathématiques appliquées réalise des études statistiques, définit des plans d'expérience, évalue des solveurs et fournit une assistance sur tous les outils de mathématiques avancées.

Actuellement, il n'existe pas de cellule spécialisée en Recherche Opérationnelle au sein de l'équipe Optimisation. Cependant, dans le cadre d'une thèse CIFRE, encadrée par Pierre Pestiaux du CReG et François Fages de l'INRIA, je m'intéresse à un problème d'optimisation de mélange de bruts. Les mélanges, qui alimentent en continu les unités de distillation, doivent répondre à des contraintes de qualité et de quantité, en tenant compte des différents bruts disponibles au cours du temps (déchargement de navires, évolution des stocks dans les différents bacs). Actuellement, les raffineurs utilisent le logiciel ORION qui permet la simulation des flux, mais aucunement leur optimisation. Ce type de problème demande une discrétisation très fine du temps, de l'ordre de l'heure sur un horizon d'un mois. Dans ce cadre, l'utilisation de la SLP est impossible : le nombre de variables explose avec la finesse de la discrétisation. La programmation par contrainte a été choisie pour traiter ce type de problème.



Place des mathématiques au sein d'une raffinerie

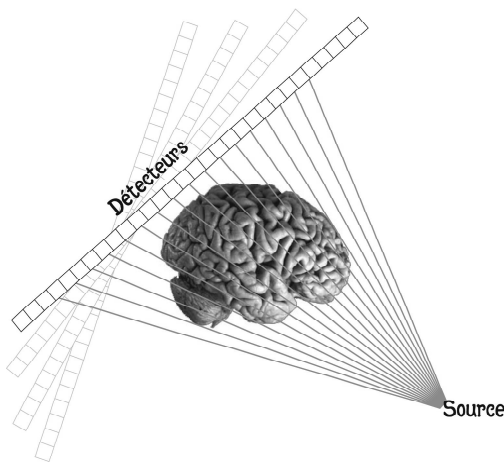
## Article invité

# La tomographie discrète : quid ?

Christophe Picoulean <sup>1</sup>

chp@cnam.fr

**Tomographie** nom masc. (du grec Tomê : coupe, section - Graphein : écrire) Cartographie d'un paramètre interne à un objet, selon un ou plusieurs plans de coupes, à partir de mesures externes et de calculs. Applications : - sondage des océans, des couches géologiques, - astrophysique, - imagerie médicale.



Laissons aussi s'exprimer Maurice Nivat pionnier de la discipline : «La tomographie est l'art de reconstituer une image à partir d'informations fragmentaires et locales et son utilité n'est pas à démontrer, tous les malades qui ont vu leur mal détecté au scanner ou à l'IRM sont là pour en témoigner. L'histoire assez longue de la tomographie à usage médical est fascinante par le mélange de difficultés purement mathématiques et d'innovations technologiques qui la constitue depuis pas loin d'un siècle. La tomographie discrète, elle est beaucoup plus récente puisque le terme même a été employé pour la 1ère fois en 1994. L'image est alors constituée de pixels et les données sont les sommes pondérées des pixels appartenant à des parties de l'image. Pourtant les premiers résultats remontent aux années 50, ce sont ceux de Ryser sur l'existence de matrices à coefficients 0 ou 1 ayant des sommes données en lignes et en colonnes.»

Originellement la tomographie a pour objet la reconstruction de corps continus tridimensionnels.

Depuis un peu plus d'une décennie, les tomographes discrets se sont principalement attachés à reconstruire des structures discrètes du plan. De mon point de vue, ceci tient à deux facteurs : d'abord, les problèmes sont souvent de complexité calculatoire difficile dès la dimension deux, et ensuite, comme nous le verrons un peu plus bas, les applications de la tomographie discrète en dimension deux sont nombreuses et variées.

Concernant le nombre et les angles des projections à partir desquelles nous désirons construire une image, dans les applications concrètes de l'imagerie médicale, de la géophysique, de la mécanique des matériaux, les contraintes physiques des différentes techniques de mesure - rayons X, résonance magnétique, ondes mécaniques,...- font que les projections obtenues de l'objet à reconstruire sont en nombre généralement important et les angles entre ces projections peuvent être très variés. Je me restreindrai ici aux problèmes pour lesquels les données sont les deux projections orthogonales : la projection horizontale et la verticale. Comme je l'illustrerai par la suite, même avec cette restriction, la tomographie discrète est source de nombreux problèmes de la recherche opérationnelle.

## Reconstruction d'une matrice binaire

Il est couramment admis que le premier problème de tomographie discrète, étudié par H. Ryser à la fin des années 50 est la reconstruction d'une matrice binaire.

La projection horizontale d'une matrice binaire est le vecteur  $H = (h_1, \dots, h_m)$  où  $h_i$  est la somme des éléments de la ligne  $i$ . De façon analogue, la projection verticale est le vecteur  $V = (v_1, \dots, v_n)$  où les sommes sont calculées par colonne.

<sup>1</sup>Chaire de Recherche Opérationnelle - Laboratoire CEDRIC  
Conservatoire National des Arts et Métiers

3	1	1	1	0	0
4	0	1	1	1	1
2	1	1	0	0	0
3	0	1	1	1	0
	2	4	3	2	1

La problématique est alors la suivante : étant données les projections  $H = (h_1, \dots, h_m)$  et  $V = (v_1, \dots, v_n)$

1. **Existence** : Existe-t-il une matrice binaire  $M$  ayant pour projections  $H$  et  $V$  ?
2. **Reconstruction** : Déterminer un algorithme efficace donnant  $M$ .
3. **Unicité** : La solution  $M$  est-elle unique ?

Ces questions ont été résolues par H. Ryser et des algorithmes polynomiaux y répondent.

Il est certaines données pour lesquelles le nombre de matrices solutions est exponentiel. Ainsi les  $n!$  matrices de permutation de dimension  $n$  ont leurs projections  $H = V = (1, \dots, 1)$ . Dans ce cas, l'énumération explicite n'étant pas opérationnelle, le tomographe discret s'attache alors à ajouter des contraintes de structure aux matrices qu'il cherche à obtenir. Ceci est souvent générateur de difficultés algorithmiques supplémentaires puisque les solutions fournies par H. Ryser ne sont plus nécessairement opératoires car ne garantissant pas que les matrices obtenues satisfassent ces contraintes additionnelles.

1			■				
5		■	■	■	■	■	
7	■	■			■	■	■
2			■				
	1	2	4	3	2	2	1

Un polyomino horizontalement et verticalement convexe est un ensemble connexe de cellules tel que toute droite horizontale ou verticale du plan intersecte le polyomino en un intervalle unique. Ainsi, un polyomino horizontalement et verticalement convexe peut être considéré comme l'analogue discret d'un corps convexe de dimension deux.

Les tomographe discrets se sont intéressés au problème de reconstruire un polyomino horizontalement et verticalement convexe à partir de  $H$  et  $V$ . Si pour ce problème des algorithmes efficaces existent, il a également été montré que la reconstruction d'un polyomino horizontalement ou verticalement convexe est un problème calculatoire difficile.

Certaines applications, en cristallographie, correspondent également à des problèmes de reconstruction de matrices binaires. Dans ce contexte les '1' et '0' de la matrice correspondent au positionnement des atomes dans le cristal ou le quasi-cristal et la nature de chaque cristal donne le positionnement relatif des atomes. C'est pourquoi les problèmes de reconstruction de matrice binaire imposant diverses contraintes de périodicité ou d'adjacence des '0' et '1' sont l'objet de plusieurs publications récentes.

### Reconstruction d'une matrice colorée

Une matrice binaire correspond à une image en noir et blanc dans laquelle chaque pixel est associé à une coordonnée de la matrice. Pour une image utilisant  $k$  couleurs, les projections sont définies comme étant le nombre de pixels de chacune des couleurs dans chacune des lignes et des colonnes.

(3 3 1)	■	■	■	■	■	■	■
(3 2 2)	■	■	■	■	■	■	■
(2 1 4)	■	■	■	■	■	■	■
(2 3 2)	■	■	■	■	■	■	■
	2	1	1	1	2	1	2
	1	2	0	2	1	2	1
	1	1	3	1	1	1	1

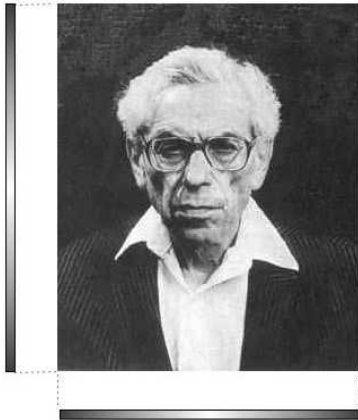
Le problème qui se pose au tomographe est de reconstruire l'image en couleur à partir des deux projections orthogonales  $H$  et  $V$ . Si pour  $k = 2$  couleurs (noir et blanc) le problème est résolu efficacement, il n'en va pas de même à partir de  $k = 4$  puisque décider de l'existence d'une image quatre chromatique est un problème  $NP$ -complet. Il est à noter que pour  $k = 3$  la complexité calculatoire n'est toujours pas élucidée malgré l'acharnement avec lequel les tomographe discrets travaillent à ce problème.

La reconstruction d'une matrice colorée est également un problème d'emploi du temps dans lequel chaque ligne de la matrice correspond à une classe et chaque colonne à une période de l'année universitaire. Si une couleur est associée à chacun des professeurs et chaque cours a une durée d'une heure,



les projections horizontales sont le nombre de cours que chaque classe doit recevoir (subir) de chacun des professeurs et les projections verticales sont le nombre d'heures de disponibilité de chaque professeur pendant chacune des périodes. Le problème consiste alors à construire une matrice colorée (un emploi du temps) correspondant à ces projections.

### La compression de données et le problème de l'unicité



La tomographie discrète a également des applications en compression de données : une image numérique est composée de  $m$  lignes et  $n$  colonnes, soit  $m.n$  pixels chacun ayant une couleur parmi  $k$ . Sans traitement préalable, l'espace nécessaire au stockage d'une image est de l'ordre de  $O(mn)$ , le nombre de couleurs étant fixé. Le stockage des projections orthogonales de l'image nécessite un espace moindre,  $O(m+n)$ .

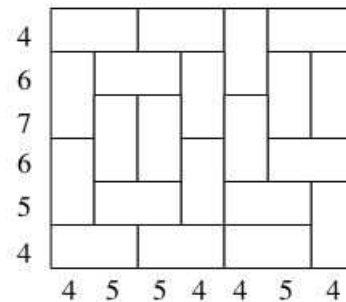
Les projections de départ sont obtenues à partir d'une image et le problème de l'existence d'une solution ne se pose pas : un algorithme de reconstruction va fournir *une* image. Mais l'image obtenue risque fort de ne pas ressembler à l'image d'origine car deux projections sont rarement suffisantes pour assurer l'unicité de l'image reconstruite. L'étude de l'unicité de la solution d'un problème de reconstruction à partir d'un *petit* nombre de projections et d'informations *a priori* sur la nature de l'image cherchée (convexité, périodicité,...) est génératrice de problèmes particulièrement riches tant du point de vue théorique que pour leurs applications en compression de données.

### Reconstruction d'un pavage

Le modèle des *dimères* est une construction mathématique représentative de certains aspects du comportement d'un ensemble d'atomes dans un

cristal. Il est utilisé pour étudier mathématiquement certains phénomènes naturels, comme le ferromagnétisme dans un métal ou les lignes de flux d'un champ magnétique dans un matériau à basse température. Il se rapproche du fameux modèle d'Ising, modèle mathématique utilisé pour le ferromagnétisme. Une des formes du modèle des dimères est représentée géométriquement par les pavages aléatoires d'un grand échiquier, où les pavés (dominos) sont des rectangles couvrant deux carrés.

Les projections orthogonales d'un pavage sont définies comme étant le nombre de pavés distincts - dans le cas des dimères les pavés sont des dominos - apparaissant dans chacune des lignes et colonnes. La reconstruction efficace d'un pavage à partir de ces projections est d'une grande importance dans le domaine de la physique des matériaux. Je fais remarquer ici que la complexité calculatoire de ce problème est inconnue.



### Un problème d'emploi du temps

De nombreuses entreprises se trouvent confrontées au problème suivant : d'une part, la charge journalière de travail varie chaque jour, et, d'autre part, du fait de l'extension du travail à temps partiel, le nombre de journées de travail des employés est lui aussi fluctuant. Ainsi, connaissant  $h_i$ , le nombre de journées de repos de l'employé  $i$  pour une période de  $n$  jours et  $v_j$  le nombre d'employés au repos le jour  $j$ , le problème de l'entreprise consiste à affecter les journées de repos à chacun de ses employés en respectant les quantités  $h_i$  et  $v_j$ . Le problème est alors celui de la reconstruction d'une matrice binaire à partir de ses projections orthogonales.

À cela s'ajoutent les deux contraintes suivantes issues du code du travail : tout jour de repos d'un employé doit être précédé ou suivi d'un autre jour de repos ; un employé ne peut en aucun cas travailler plus de  $k$  jours successifs sans prendre de repos ( $k$  est un paramètre fixé par la convention collective).

Afin d'illustrer la difficulté du problème une fois ces dernières contraintes prises en compte, je signale au lecteur qu'à ma connaissance ce problème n'est bien résolu que pour une entreprise n'employant que deux personnes.

## Une application agricole

Je vais conclure par un dernier exemple que je vous livre tel qu'il m'a été présenté (il fait l'objet d'un contrat entre l'état malgache et une grande école de commerce). Vous serez convaincus qu'il est du ressort de la recherche opérationnelle et de la tomographie discrète.

Application : projet malgache de développement agricole et de lutte contre le défrichement des forêts primaires.

Un agriculteur souhaite planifier ses rotations culturales sur un horizon donné de manière à couvrir ses besoins saisonniers tout en minimisant l'espace agricole nécessaire pour sa production. Dans le cas où l'exploitation est morcelée en un ensemble de parcelles de même surface et où une seule culture peut être produite sur une parcelle à une saison donnée, nous avons un problème de tomographie consistant à paver un rectangle de longueur fixée  $H$ , où  $H$  est le nombre de saisons de l'horizon, par des tuiles horizontales de largeur 1 et de longueur associée à une séquence possible de jachères/cultures (ex : jachère-riz-haricot). À chaque tuile est associé pour chaque unité de longueur le rendement en tonnes de chaque culture, et l'objectif est de paver le rectangle de telle sorte que sa hauteur (nombre de lignes = nombre de parcelles utilisées) soit minimale et que les contraintes de couverture des besoins par colonne (saison) soient satisfaites.

## Pour qui veut gagner des euros

J'offre la somme de 1000 euros à qui déterminera la complexité de l'un des problèmes suivants :

1. Reconstruction d'un pavage d'un rectangle par des dominos à partir des projections orthogonales
2. Reconstruction d'une matrice tricolorée à partir des projections orthogonales

J'offre la somme de 100 euros à qui déterminera la complexité du problème d'emploi du temps pour une entreprise ayant trois employés lorsque le paramètre  $k$  fait partie de l'instance du problème (voir plus haut la description précise du problème).

N.B. : ces offres ne sont valables que dans la mesure où la preuve fournie n'est pas un corollaire immédiat d'une hypothétique preuve de  $P = NP$ .

Si l'un des résultats proposés a pour conséquence  $P \neq NP$  (ou  $P = NP$ ), l'auteur (ou les auteurs) de la preuve s'engage à ne pas réclamer son prix et à investir 1000 euros sous forme de bière offerte aux participants du premier congrès ROADEF qui suivra la réception de son prix de 1 000 000 \$ décerné par le Clay Mathematics Institute.

## Remerciements

Je tiens à remercier chaleureusement Laurent Alfandari, Cédric Bentz et Maurice Nivat pour leur contribution plus ou moins indirecte à la rédaction de cet article.

## Références

- [1] G. Herman et A.Kuba, *Discrete Tomography : Foundations, Algorithms and Applications*, ed. Birkhauser, 1999.
- [2] IWCIA 2003-Ninth International Workshop on Combinatorial Image Analysis, *Discrete Applied Mathematics* (151), 1-246, 2005.
- [3] Proceedings of the Workshop on Discrete Tomography and its Applications, *Electronic Notes in Discrete Mathematics* (20), 1-622, 2005.

## Article invité

# Autour des algorithmes à plans coupants

Walid Ben-Ameur <sup>1</sup>

walid.benameur@int-evry.fr

## 1 Introduction

Lorsque l'on m'a gentiment invité à écrire un article pour le bulletin de la ROADEF, j'ai tout de suite accepté en me disant que cette tâche ne devrait pas me prendre trop de temps. Hélas, j'ai rapidement réalisé qu'elle était assez ardue. Il fallait déjà trouver un sujet proche de mes activités de recherche qui soit facilement présentable dans un bulletin à vocation généraliste. J'ai tout d'abord pensé aux problèmes d'optimisation de réseaux que j'ai pu étudier dans le passé. Bien qu'elle ait pu faire l'affaire, cette thématique a été bien exposée dans un article paru dans le bulletin numéro 12 de la ROADEF [9]. Après réflexion et un peu d'hésitation, j'ai décidé d'aborder très partiellement les algorithmes à plans coupants. Les raisons de ce choix sont multiples. La première est l'importance de ce thème à la fois sur le plan théorique et sur le plan pratique (équivalence en terme de complexité de la séparation et de l'optimisation, applications en programmation linéaire, optimisation convexe, optimisation combinatoire etc.). La deuxième raison est la facilité d'exposer ce type d'algorithmes. Enfin, j'ai eu la chance de travailler sur ce sujet ces dernières années.

Un problème d'optimisation est généralement défini par la donnée d'un ensemble de variables de décision  $x \in \mathbb{R}^n$ , d'un domaine  $S \subset \mathbb{R}^n$  représentant les contraintes du problème ( $x \in S$ ) et d'une fonction objectif  $f(\cdot)$  dépendant de  $x$  qu'on cherche à minimiser.

Les algorithmes à plans coupants démarrent avec un polyèdre  $P$  contenant  $S$  (ou une solution optimale) qu'on essaye de réduire d'une manière itérative en l'intersectant avec des demi-espaces  $ax \leq b$ . Le domaine  $P$  considéré à chaque itération contient en général une solution optimale du problème d'optimisation. Lorsque  $P$  devient «suffisamment» resserré autour de  $S$  (ou autour de l'ensemble des solutions optimales), une solution optimale est déterminée d'une manière exacte ou approchée. Le choix du demi-espace à chaque itération donne lieu à plusieurs types d'algorithmes à plans coupants.

D'une manière générale, on dispose au début de chaque itération d'un point de séparation  $x_{sep}$  qui est utilisé dans la recherche de la nouvelle coupe rajoutée à  $P$ . Les algorithmes à plans coupants les plus classiques définissent  $x_{sep}$  comme étant une solution maximisant la fonction objectif et appartenant au polyèdre courant  $P$ . Il s'agit ensuite de chercher une inégalité valide pour le domaine  $S$  qui soit violée par le point  $x_{sep}$  courant. Ce genre d'algorithmes est utilisé avec un succès certain pour résoudre des problèmes de différents types ([4, 5, 8, 12]).

Lorsque les instances des problèmes traités sont de grandes tailles, la convergence des algorithmes de coupe peut être très lente. Le nombre d'itérations (et donc des coupes ajoutées) peut en effet devenir très important. L'une des idées les plus efficaces pour minimiser ces effets indésirables consiste à utiliser un point de séparation  $x_{sep}$  qui minimise non pas la fonction objectif  $f$  mais la somme de  $f$  et d'un terme quadratique exprimant la distance par rapport aux anciens points de séparation [14, 19, 15, 13]. Ceci permet une certaine stabilisation du point de séparation.

L'autre grande classe d'algorithmes à plans coupants se base sur la notion de centre. Le point de séparation utilisé à chaque itération est en quelque sorte le centre du polyèdre courant  $P$ . Les coupes rajoutées à  $P$  le coupent approximativement au niveau de son centre permettant ainsi de réduire le volume de  $P$  d'une manière drastique et accélérer la convergence vers une solution quasi-optimale. Plusieurs variantes des méthodes de centre existent selon la manière de définir le centre [6, 7, 11, 17]. Les méthodes de centre ont été à l'origine du premier algorithme polynomial pour la programmation linéaire [11] et ont également permis de prouver l'équivalence entre la séparation et l'optimisation [10].

Les méthodes de coupe sont souvent utilisées pour résoudre des problèmes combinatoires difficiles. Pour bien encadrer le coût optimal, il convient de rajouter des coupes de «bonne qualité». Ceci a poussé la communauté à étudier les polyèdres as-

<sup>1</sup>GET/INT - CNRS/Samovar Institut National des Télécommunications, 9 rue Charles Fourier, 91011 Evry, France.

sociés à de très nombreux problèmes combinatoires afin de pouvoir les approcher au mieux [16].

Nous essayons dans la suite d'exposer quelques nouvelles idées proposées dans [1, 2] pour améliorer les performances des algorithmes à plans coupants. Nous terminons par quelques réflexions de [3] à propos des relaxations optimales.

## 2 Algorithme In-Out

Pour rajouter des coupes de bonne qualité, Veinott a proposé dans [18] de fixer un point à l'intérieur du domaine  $S$  et d'utiliser comme point de séparation un point qui appartient à la frontière de  $S$  ainsi qu'au segment joignant le point intérieur et l'optimum de la relaxation courante. Ceci peut s'avérer coûteux dans certains cas. En allant dans le même sens, nous avons proposé dans [2] d'utiliser un point intérieur  $x_{in}$  qui peut varier d'une itération à une autre, un point extérieur  $x_{out}$  qui est l'optimum de la relaxation courante (c'est à dire en considérant les contraintes de  $P$ ) et un point de séparation  $x_{sep}$  qui est une combinaison convexe de  $x_{in}$  et  $x_{out}$  :

$$x_{sep} = \alpha x_{out} + (1 - \alpha)x_{in}.$$

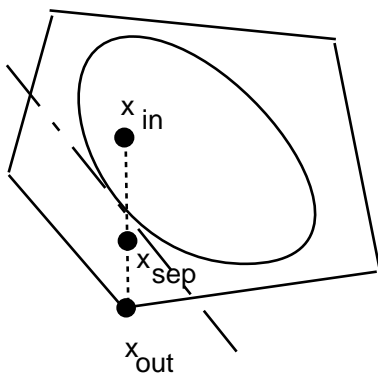


Fig. 1 - Illustration de l'algorithme In-Out

Ainsi, si le point de séparation considéré ne permet pas de générer de nouvelles coupes, on peut déduire que  $x_{sep}$  est un nouveau point intérieur dont le coût est inférieur à celui de  $x_{in}$  (ceci est une conséquence directe de la convexité de la fonction objectif). Il convient donc dans ce cas de poser  $x_{in} = x_{sep}$ . En revanche, si l'oracle de séparation a été capable de trouver une coupe séparant  $x_{sep}$  de  $S$ , la coupe obtenue sépare également  $x_{out}$  de  $S$  et elle est «intuitivement» de meilleure qualité que celles qu'on aurait pu générer en séparant directement  $x_{out}$  de  $S$ . L'algorithme s'arrête lorsque la différence en terme de coût entre  $x_{out}$  et  $x_{in}$  devient suffisamment faible.

La convergence globale de l'algorithme est démontrée dans [2] sous des conditions générales. L'algorithme In-Out s'est montré efficace pour résoudre plusieurs problèmes pratiques (problèmes de multiconflits, problèmes de synthèse de réseaux sécurisés, résolution de problèmes linéaires de grandes dimensions ayant une matrice de contraintes très dense).

L'idée de combiner un point intérieur et un point extérieur peut être appliquée exactement de la même manière dans les procédures de génération de colonnes.

Pour finir cette brève présentation, remarquons que l'algorithme In-Out, comme son nom l'indique, combine la notion de point intérieur (un peu comme les méthodes de centre), la notion d'optimum de la relaxation courante (comme les méthodes de coupe classiques), et permet une certaine stabilisation des points de séparation (comme la méthode des faisceaux de [14]).

## 3 Séparation multi-point

Pour générer des coupes, un seul point de séparation est utilisé dans tous les algorithmes à plans coupants. Pour rendre ces algorithmes plus efficaces, nous proposons dans [1] d'utiliser simultanément plusieurs points de séparation. Ces points peuvent être par exemple les anciens optimums des relaxations précédentes, ou juste l'optimum courant avec son voisinage, ou encore certains sommets du polyèdre courant  $P$ , ou des points éparpillés à l'intérieur de  $P$  (dans le cas des méthodes de centre), etc.

L'objectif principal de cette séparation multi-point est de générer des coupes de meilleure qualité. Outre la définition des points de séparation (appelons les l'ensemble de séparation), la deuxième question qu'on peut se poser concerne la méthode qu'on pourrait utiliser pour trouver une coupe séparant l'ensemble de séparation du domaine  $S$ . Nous montrons dans [1] qu'il y a équivalence en terme de complexité entre le cas d'un seul point de séparation et le cas d'un nombre polynomial de points de séparation. La procédure proposée pour séparer plusieurs points utilise l'oracle de séparation mono-point. Notons que lorsqu'il est impossible de séparer l'ensemble de séparation, la procédure trouve un point qui appartient à l'enveloppe convexe de cet ensemble et au domaine  $S$  produisant ainsi une borne supérieure. Les deux cas sont illustrés par la figure 2. D'autres problèmes de complexité liés à la séparation multi-point ainsi que des détails sur son implémentation sont donnés dans [1]. D'une manière générale, l'utilisation d'une séparation multi-

point se traduit par une diminution du nombre d'itérations de l'algorithme et une augmentation du temps de séparation.

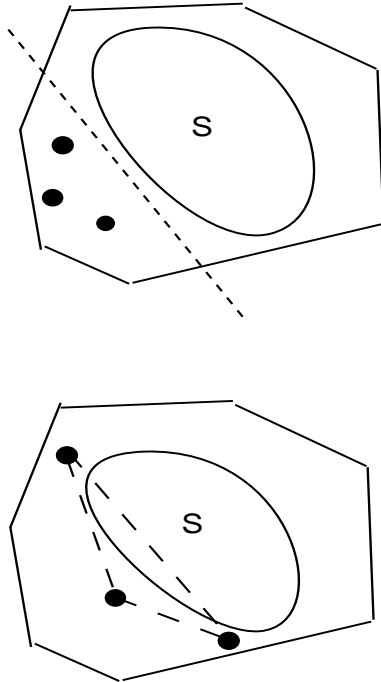


Fig. 2 - Illustration de la séparation multi-point

### 4 Relaxations optimales

Les algorithmes à plans coupants cherchent d'une manière ou d'une autre de bonnes relaxations du domaine  $S$  (et parfois de l'ensemble des solutions optimales) de telle façon que l'optimum sur le domaine relaxé soit suffisamment proche de l'optimum sur  $S$ . On pourrait dire qu'une relaxation est optimale si optimiser sur le domaine relaxé est équivalent à optimiser sur le domaine initial. En d'autres termes, les deux problèmes d'optimisation doivent avoir exactement le même ensemble de solutions optimales. Le travail effectué dans [3] permet de caractériser de telles relaxations optimales.

Nous supposons ici que le domaine  $S$  est un compact convexe. On peut supposer sans perte de généralité que la fonction  $f$  est linéaire (quitte à rajouter une nouvelle variable au problème) :  $f(x) = c^t x$  où  $c$  est un vecteur de norme 1. Nous sommes à la recherche des ensembles compact  $T \supset S$  tels que maximiser  $c^t x$  dans  $T$  est équivalent à maximiser  $c^t x$  dans  $S$ . Pour une fonction  $g : [0, 2] \rightarrow \mathbb{R}_+$  et un domaine compact convexe  $S$ , nous définissons le domaine relaxé  $S_g$  comme étant l'ensemble ob-

tenu à partir de  $S$  en relaxant toutes les inégalités valides  $\pi^t x - \pi_0 \leq 0$  ( $\|\pi\| = 1$ ) qui deviennent  $\pi^t x - \pi_0 \leq g(1 - \pi^t c)$ .

Il est prouvé dans [3] que  $T$  vérifie la propriété désirée si et seulement si il existe une fonction  $g : [0, 2] \rightarrow \mathbb{R}_+$  telle que  $\liminf_{\epsilon \rightarrow 0^+} \frac{g(\epsilon)}{\sqrt{\epsilon}} = 0$  et  $T \subset S_g$ .

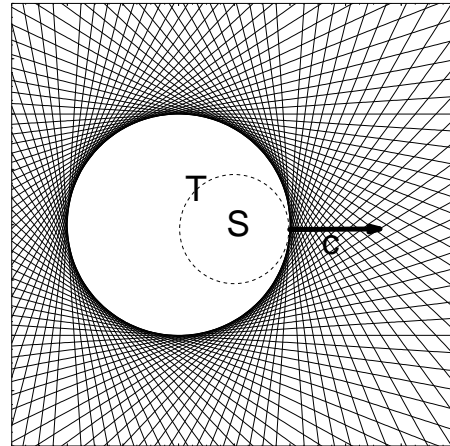


Fig. 3 -  $S$  est un disque et  $g(\epsilon) = \epsilon$

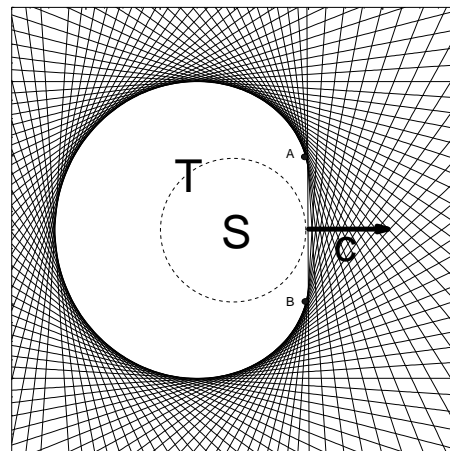


Fig. 4 -  $S$  est un disque et  $g(\epsilon) = \sqrt{\epsilon}$

Pour illustrer cela, plaçons nous dans le plan en considérant le disque unité comme ensemble  $S$ . Dans le premier cas, nous relaxons  $S$  en utilisant la fonction  $g(\epsilon) = \epsilon$ . Cette fonction vérifie les contraintes décrites précédemment ce qui permet d'affirmer que l'ensemble  $T = S_g$  obtenu a exactement le même ensemble de solutions optimales que  $S$ . Dans le deuxième exemple, nous utilisons la fonction  $g(\epsilon) = \sqrt{\epsilon}$  qui ne vérifie pas les bonnes conditions. On observe que le domaine  $T = S_g$  contient plus de solutions optimales que  $S$ .

Le résultat exposé a de nombreuses applications. Par exemple, si le domaine  $S$  est donné par  $Ax \leq b$ , l'application du résultat en prenant  $g(\epsilon) = \epsilon$  permet de prouver l'équivalence du problème linéaire

$$\begin{cases} \max c^t x \\ Ax - b \leq 0 \\ x \in \mathbb{R}^n \end{cases} \quad (1)$$

et du problème conique

$$\begin{cases} \max c^t x \\ Ax - b + \lambda(Ac - Au) \leq 0 \\ \|u\| \leq 1 \\ u \in \mathbb{R}^n, x \in \mathbb{R}^n \end{cases} \quad (2)$$

où  $\lambda$  est une constante positive quelconque.

Ce résultat peut aussi être prouvé sans passer par la relaxation qu'on vient de décrire.

Une deuxième application possible serait l'utilisation de nouveaux critères pour générer des coupes (ou des colonnes). Au lieu de rajouter la coupe la plus violée, on pourrait considérer la coupe  $\pi^t x - \pi_0 \leq 0$  qui maximise le rapport entre la violation et la quantité  $g(1 - \pi^t c)$  où  $g$  est une fonction vérifiant la condition  $\liminf_{\epsilon \rightarrow 0^+} \frac{g(\epsilon)}{\sqrt{\epsilon}} = 0$ . La même idée s'applique dans le contexte de génération de colonnes (par exemple lors du choix de la variable entrante dans l'algorithme du Simplexe).

## Références

- [1] W. BEN-AMEUR, J. NETO, *A constraint generation algorithm for large scale linear programs using multiple-points separation*, Mathematical Programming, Ser. A 107, 517-537 (2006).
- [2] W. BEN-AMEUR, J. NETO, *Acceleration of cutting plane and column generation algorithms : applications to network design*, Networks, to appear (2006).
- [3] W. BEN-AMEUR, J. NETO, *Relax and keep the same set of optimal solutions*, submitted (available on request).
- [4] W. CHENEY AND A.A. GOLDSTEIN, *Newton's method for convex programming and Chebyshev approximation*, Numerische Mathematik, 1-5 (1959) pp. 253-268.
- [5] G. B. DANTZIG, R. FULKERSON AND S.M. JOHNSON, *Solution of a large-scale traveling salesman problem*, Operations Research, 2 (1954) pp. 393-410.
- [6] J. ELZINGA AND T. G. MOORE, *A central cutting plane algorithm for the convex programming problem*, Mathematical Programming, 8 (1973), pp. 134-145.
- [7] J. L. GOFFIN AND J.P. VIAL, *Cutting planes and column generation techniques with the projective algorithm*, Journal of Optimization Theory and its Applications, 65 (1998), pp. 409-429.
- [8] R.E. GOMORY, *Outline of an algorithm for integer solutions to linear programs*, Bulletin of the American Mathematical Society, 64 (1958), pp. 275-278.
- [9] E. GOURDIN, B. LIAU, A. OUOROU AND D. NACE, *Optimisation des réseaux de télécommunication*, bulletin numéro 12 de la ROADEF (2004).
- [10] M. GRÖTSCHEL, L. LOVÁSZ AND A. SCHRIJVER, *Geometric algorithms and combinatorial optimization*, Springer-Verlag, Berlin, 1988.
- [11] L.G. KHACHIAN, *A polynomial algorithm in linear programming*, Soviet Mathematics Doklady, 20 (1979), pp. 191-194.
- [12] J.E. KELLEY, *The cutting-plane method for solving convex programs*, Journal of the SIAM, 8, 703-712 (1960)
- [13] K.C. KIWIŁ, *Proximity control in bundle methods for convex nondifferentiable minimization*, Mathematical programming, 46 (1) : 105-122 (1990).
- [14] C. LEMARÉCHAL, *An extension of Davidon methods to nondifferentiable problems*, Mathematical programming, 3 (1975), pp. 95-109.
- [15] A. OUOROU, *Epsilon-proximal decomposition method*, Mathematical programming, 99 (1) : 89-108 (2004).
- [16] A. SCHRIJVER, *Combinatorial optimization : polyhedra and efficiency*, Springer, 2003.
- [17] P.M. VAIDYA, *A new algorithm for minimizing convex functions over convex sets*, Mathematical Programming, 73 (1996), pp. 291-341.
- [18] A. F. VEINOTT, JR, *The supporting hyperplane method for unimodal programming*, Operations Research, 1 (1967), pp. 147-152.
- [19] P. WOLFE, *A method of conjugate subgradients for minimizing nondifferentiable convex functions*, Mathematical Programming, 3 (1975), pp. 145-173.

## Vie de l'association

### Assemblée Générale Ordinaire de la ROADEF

Nouveau Siècle, Lille, le 6 février 2006

Compte rendu

par Clarisse Dhaenens

Cent vingt neuf (129) membres étaient présents ou représentés (dont 11 procurations) le 6 février 2006 au centre de congrès «le nouveau siècle» en plein centre de Lille. Cette assemblée générale est placée sous le signe du changement de bureau. Ainsi, la première partie décrivant les activités de 2005 est présentée par Marie-Christine Costa (ancienne présidente de l'association) et Jean-Charles Billaut (président du nouveau bureau) présente les perspectives pour 2006. Les transparents de l'assemblée générale sont disponibles sur le site de l'association.

Dans son rapport d'activités, Marie-Christine Costa présente les activités du bureau au cours de l'année 2005, avec notamment l'édition du bulletin, la promotion de 4'OR, la diffusion des lettres bimestrielles de l'association, l'animation du site web, et les groupes de travail parrainés par la ROADEF. Egalement, 2005 a vu la naissance d'une plaquette de présentation de la Recherche Opérationnelle (et de la ROADEF) à destination des entreprises, essentiellement. Cette plaquette est disponible sur le site de l'association. L'année 2005 a également vu la création du GdR Recherche Opérationnelle, dirigé par Philippe Chrétienne. Un autre point particulier à noter est la très forte augmentation du nombre de membres entre 2004 (179 membres) et 2005 (280 membres). Puis Marie-Christine Costa présente le bilan de la trésorerie. L'assemblée approuve à l'unanimité le rapport moral et le rapport financier et donne le quitus au trésorier.

L'assemblée générale a été l'occasion de la remise du prix «Challenge Scheduling on Grids – Flowshop contest» (voir <http://www.lifl.fr/~talbi/challenge/>) dont les vainqueurs forment une équipe de l'Université de Poznan (Pologne), et du prix Robert Faure (voir l'article dans le bulletin).

Jean-Charles Billaut présente ensuite les activi-

tés à venir en 2006. Tout d'abord le maintien des cotisations est voté à l'unanimité pour 2007. Ces cotisations sont donc de :

Cotisations	2006
actif	57
étudiant	15 sans 4'OR 30 avec 4'OR
retraité	40
institutionnel	170
bienfaiteur	150

Puis, le renouvellement du mandat de Denis Bouyssou en tant que correspondant pour 4'OR est également voté et approuvé à l'unanimité. Jean-Charles Billaut expose les objectifs de la ROADEF et rappelle le soutien à 4'OR, le soutien aux groupes de travail, le soutien à l'organisation de rencontres avec les industriels ou les sociétés amies. Evidemment, les actions du bureau (lettre bimestrielle, site web, bulletin) sont poursuivies ainsi que les actions telles que le Challenge ROADEF ou le prix Robert Faure (prochaine édition en 2009). L'un des objectifs clés annoncé pour l'année 2006, est la promotion de la Recherche Opérationnelle à la fois auprès du monde académique que du monde industriel. Ensuite, Jean-Charles Billaut lance plusieurs appels à la communauté :

- Appel à soumissions d'articles réguliers et de résumés de thèses dans la revue de l'association 4'OR
- Appel à candidatures pour participer à l'école d'été EURO Summer Institute 2006 à Lutherstadt Wittenberg, Allemagne,
- Appel à organisation de ROADEF'08,
- Appel au recensement des formations en RO et des laboratoires qui font de la RO.

Le lieu de la conférence ROADEF 2007 est dévoilé. Ce sera Grenoble avec une organisation conjointe FRANCORO-ROADEF.

## Prix Robert Faure 2006

Le Prix Robert Faure a été créé en 1993 par le comité Aide à la décision et Recherche opérationnelle de l'AFCEP en hommage au Professeur Robert Faure, pionnier de la Recherche Opérationnelle en France, disparu le 29 janvier 1982. Ce prix vise à encourager une contribution originale dans le domaine de l'aide à la décision et de la recherche opérationnelle. Une attention toute particulière est accordée aux travaux qui allient le développement de méthodes théoriques aux applications, ceci dans l'esprit de l'œuvre de Robert Faure. Il est décerné tous les trois ans.

Le jury de cette cinquième édition du prix Robert Faure était présidé par Gérard Cornuejols. Il se composait de :

- Alain Billionnet (cnam, Paris; président du jury 2003)
- Gerard Cornuejols (lif, Marseille; président du jury 2006)
- David De Almeida (SNCF, Paris)
- Eric Gourdin (France-Telecom, Paris)
- Bernard Lapeyre (cermics, Paris)

- Claude Lemarechal (inria, Grenoble)
- Tom Liebling (epfl, Lausanne)
- Francois Louveaux (fundp, Namur)
- Frank Mornet (Artelys, Paris)
- Alain Nguyen (Renault, Paris)

Le prix 2006 a été sponsorisé par la SNCF, Renault, le laboratoire CEDRIC du CNAM, le laboratoire d'informatique de Tours, la chaire de Recherche Opérationnelle du CNAM et bien-sûr la ROADEF.

Le jury a reçu 10 dossiers de candidature. Il a récompensé :

- 1<sup>er</sup> prix : **Walid Ben-Ameur**, INT-GET (Algorithmes de plans coupants, optimisation et routage pour réseaux de télécommunication; voir article dans ce bulletin).
- 2<sup>eme</sup> prix : **Hervé Kérivin**, LIMOS (Optimisation combinatoire, méthodes polyédrales).
- 3<sup>eme</sup> prix : **Thierry Benoist**, Bouygues-elab (Optimisation combinatoire, méthodes de relaxation, de décomposition)

Les prix ont été remis lors de ROADEF'06 à Lille.

## Le GDR Recherche Opérationnelle

communiqué par Philippe Chrétienne

Cette fois, c'est sûr, le GDR RO a été créé (décision 06A 002 DSI du 6 avril 2006)! Il s'agit du **GDR 3002** dont l'évaluation dépend de la section 7 du CNRS. Tout n'est pas réglé pour autant! En effet, lors de sa création le GDR RO a été rattaché au département MIPPU. Or comme vous le savez certainement, après une trop longue période de profonds remous, l'Informatique et plus généralement les STIC devraient constituer une composante essentielle d'un nouveau département dont l'intitulé (peut-être et je l'espère provisoire) est INGENIERIE<sup>1</sup>. Une conséquence directe de ces changements encore non aboutis est que, en dépit de mes requêtes, je n'ai encore reçu aucun budget pour le GDR RO! Cependant et heureusement, les «RO» sont optimistes et ont anticipé la création officielle du GDR. En particulier l'appel à projets a rencontré un vif succès puisque le Conseil Scientifique a reçu 36 propositions (toutes de bonne qualité scientifique) parmi lesquelles il lui a été difficile de n'en sélectionner que 12 sur la base des critères

qu'il s'était fixés. Malgré l'absence (provisoire!) de budget provenant du GDR RO, certains projets ont commencé à travailler sur la base d'avances financières. Je les en félicite et ne peut qu'encourager cette pratique en espérant pouvoir rapidement allouer les budgets prévus. Ce «retard au démarrage» du financement des projets a bien sûr comme conséquence que la journée «bilan annuel du GDR RO», prévue à Tours en novembre, sera reportée d'environ 6 mois. Nous réfléchissons actuellement sur la date et le lieu. Deux autres missions devront prochainement être débattues par le GDR :

1. bilan et politique de soutien des GT du GDR RO ;
2. politique de soutien des manifestations scientifiques du domaine.

Ces 2 points seront discutés lors d'une réunion du CS du GDR à la rentrée. Concernant les GT, un appel sera prochainement réalisé pour que le CS puisse connaître avec précision les GT existants et les demandes de création.

<sup>1</sup>Note des éditeurs : aux dernières nouvelles, **SIMS** tient la corde (Sciences de l'Information, de la Mécanique et des Systèmes). Mais les paris sont ouverts !



## Challenges : ROADEF'2005 est une confirmation et ROADEF'2007 commence...

Van-Dat CUNG<sup>2</sup>

Van-Dat.Cung@inpg.fr

L'édition 2005 du challenge a constitué une confirmation de l'intérêt d'un tel événement pour notre communauté. Je voudrais ici remercier une nouvelle fois tous les participants, le jury, notre partenaire industriel RENAULT par l'intermédiaire de messieurs Alain NGUYEN et Youssef KHACHENI et notre fidèle parrain la société EURODECISION, pour avoir animé cette édition du challenge. Un article d'Alain NGUYEN de RENAULT sur ce challenge a été publié dans OR/MS Today en avril 2006 (<http://www.lionhrtpub.com/orms/orms-4-06/frrenault.html>). Des communications régulières et invitées ont été faites dans des conférences comme JFPC'2005 (Journées Franco-Phone de Programmation par Contraintes), et un numéro spécial d'EJOR dédié à ce challenge est en cours de finition.

Pour 2007, une cinquième édition du challenge commence. Vous trouverez le planning de ce nouveau challenge ci-après. Le sujet fourni par la société France Télécom porte sur un problème de **Planification de techniciens et d'interventions pour les télécommunications**. Tout peut être trouvé sur le site WEB suivant (sujet, modalité de participation, prix, etc.) : <http://gilco.inpg.fr/ChallengeROADEF2007>

Les nouveautés de cette édition concernent d'une part le parrainage de la société ILOG, et d'autre part la mise à disposition par France Télécom aux participants d'une machine permettant de tester et valider les solutions. Cette machine disposera des logiciels fournis par ILOG. Par ailleurs, l'utilisation de solveurs est possible et se porte exclusivement sur les solveurs libres ou non commerciaux, ou encore ceux mis à disposition par ILOG sur la machine de tests et validation. Les résultats de ce challenge seront présentés au congrès FRANCORO V / ROADEF'2007 à Grenoble du 20 au 23 février 2007.

Le planning du challenge ROADEF'2007 est donc le suivant :

**Mi-juin 2006** : début de la phase de qualification.

Mise en place du site WEB, avec le sujet complet et les instances de la base A pour la phase de qualification.

**02/10/06** : Fin du dépôt des candidatures.

Une candidature déposée permettra de vous ouvrir un compte utilisateur sur une machine de France Télécom avec un accès à la suite d'optimisation de la société ILOG (OPL Studio, CPLEX, Solver, Scheduler). Pour vous inscrire, veuillez envoyer vos affiliations complètes par email au responsable du challenge ([Van-Dat.Cung@inpg.fr](mailto:Van-Dat.Cung@inpg.fr)).

**30/10/06** : fin de la phase de qualification.

Date limite pour la fourniture des résultats obtenus sur les scénarii de la base A.

**20/11/06** : début de la phase finale.

Annonce des résultats à l'issue de la phase de qualification et sélection des finalistes.

France Télécom fournira les instances de la base B pour que les finalistes qui le souhaitent puissent régler leurs programmes.

**15/01/07** : Les finalistes qui le souhaitent peuvent alors fournir à cette date au plus tard une version améliorée de leurs programmes.

France Télécom testera les programmes fournis sur les instances de la base X inconnue des candidats.

Sélection des finalistes qui seront invités à présenter leurs travaux au congrès FRANCORO V / ROADEF'2007.

**20-23 février 2007** : fin de la phase finale.

Présentation par les finalistes sélectionnés de leurs travaux lors de **FRANCORO/ROADEF** à Grenoble, Annonce des résultats finaux sur la base X.

Le gagnant dans chacune des catégories se verra attribuer un prix de la part de France Télécom par l'intermédiaire de ROADEF. D'autres prix seront présentés par la société ILOG et peut-être également par notre parrain depuis la naissance de ce challenge, la société EURODECISION.

**Maintenant à vos participations que nous souhaitons une fois de plus nombreuses !**

<sup>2</sup>Laboratoire GILCO, ENSGI-INPG, 46 avenue Félix Viallet, 38031, Grenoble Cedex 1, FRANCE.

## Manifestations parrainées par la ROADEF

---

### Conférence conjointe FRANCORO V / ROADEF'07

**Grenoble, 20-23 février 2007**

**<http://francoro-roadef-2007.inpg.fr/>**

La conférence conjointe FRANCORO V / ROADEF'2007 regroupe les cinquièmes journées franco-phones de recherche opérationnelle (FRANCORO) et le huitième congrès de la société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision. Elle sera organisée par les universités de Grenoble et aura lieu les 20, 21, 22 et 23 février 2007 sur le campus universitaire de Grenoble.

Tous les thèmes de la Recherche Opérationnelle et de l'Aide à la Décision sont éligibles pour la conférence. L'organisation de sessions invitées est vivement encouragée. L'objectif est de favoriser les échanges, de concrétiser des collaborations entre chercheurs, de diffuser les résultats les plus récents

notamment auprès des industriels et de participer à la formation des jeunes chercheurs qui seront fortement encouragés à présenter leurs travaux.

La soumission d'articles se fera

- soit sous forme d'un résumé de deux pages
- soit sous forme d'un article complet dont le premier auteur est un doctorant. Les articles complets donneront lieu à une sélection particulière.

Dates importantes :

- 22 septembre 2006 : date limite de réception des articles
- 20-23 février 2007 : congrès

### Compte rendu de ROADEF'06

**Lille, février 2006**

par Clarisse Dhaenens et Laetitia Jourdan

La septième édition du congrès de l'association ROADEF a connu un très grand succès. Pour cela, une organisation conjointe entre l'équipe OPAC (Optimisation Parallèle et Coopérative) du Laboratoire d'Informatique Fondamentale de Lille (L.I.F.L.) et l'équipe ROI (Recherche Opérationnelle et Informatique) du Laboratoire d'Automatique, de Mécanique, et d'Informatique industrielles et Humaines (L.A.M.I.H.) de Valenciennes a été mise en place.

Après un décompte des participations (et retrait des inscrits non présents et non payés) nous arrivons aux chiffres suivants :

- 375 participants présents à la conférence,
- 250 présentations,
- 12 pays représentés.

Le congrès s'est déroulé sur 3 jours et a comporté deux sessions plénières :

- Jacek Blazewicz : *«New OR models for selected bioinformatics problems»*,
- Gilbert Laporte : *«La petite et la grande histoire du problème du voyageur de commerce»*,

ainsi qu'une session introductive de Bernard Roy sur *«Un regard historique sur la place de la Recherche Opérationnelle et l'Aide à la Décision en France »*. Les transparents de Bernard Roy et Gilbert Laporte sont accessibles sur le site de l'association. L'assemblée générale de l'association s'est déroulée à cette occasion. Son compte-rendu figure dans ce bulletin. Des photos sont disponibles sur le site de la conférence (<http://www.lifl.fr/ROADEF2006/sw/>).

Lors du congrès ROADEF'06, les différents domaines de la Recherche Opérationnelle ont été abordés. Ainsi, des sessions ont été consacrées à la théorie des graphes, à l'optimisation combinatoire, à l'optimisation non linéaire, à l'aide à la décision multi-critère ... Le grand potentiel applicatif des modèles et méthodes de la Recherche Opérationnelle a été illustré par les nombreux domaines couverts : la bio-informatique, la finance, la fouille de données, la gestion de production, la gestion du revenu, la médecine, les transports, les télécommunications ...

Les étudiants avaient été sollicités pour soumettre leur article sous une forme longue. Ainsi, 43 papiers ont été soumis et seuls 25 articles, ne requérant pas de corrections majeures ont été retenus (taux d'acceptation de 58 %). Les actes des articles longs sont parus aux Presses Universitaires de Valenciennes et sont en vente au prix de 39 euros l'unité (Pour cela, contacter Frédéric Semet - [frederic.semet@univ-valenciennes.fr](mailto:frederic.semet@univ-valenciennes.fr)).

Les participants au congrès sont invités (hors articles longs déjà publiés dans les actes) à soumettre

une version étendue de leur résumé pour parution dans un numéro spécial ROADEF'06 de la revue RAIRO - Recherche Opérationnelle. Chaque article devra faire moins de 20 pages en double interligne, et sera écrit en français ou en anglais. Les articles seront soumis au processus d'arbitrage classique de la revue. La date limite d'envoi des articles est le 30 septembre 2006 (avis d'acceptation : 20 Décembre 2006). La parution du numéro spécial de la revue est prévue pour fin 2007.

---

## Compte rendu de JFPC'06

Nîmes, 7-9 juin 2006

communiqué par Laurent Henocque

La deuxième édition des Journées Francophones de Programmation par Contraintes JFPC'06, patronnées par l'Association Française pour la Programmation par Contraintes, s'est déroulée sur le site EERIE de l'Ecole des Mines d'Alès, sous la présidence de Michel VASQUEZ, Laurent HENOCQUE ayant présidé au comité de programme. Le succès de ce rendez-vous fédérateur de la communauté française, élargie à plusieurs communautés francophones non strictement métropolitaines, a été confirmé par une présence importante, les journées ayant attiré une centaine de participants.

Les JFPC poursuivent plusieurs objectifs principaux. Elles sont d'abord un lieu de rencontre convivial de la communauté française de recherche en programmation par contraintes et programmation logique. Elles sont également le lieu d'une diffusion francophone de travaux souvent publiés également dans les plus grandes conférences internationales du domaine (ECAI, CP, IJCAI, AAAI en particulier). Enfin elles forment le cadre d'une pédagogie de l'activité du chercheur, d'une part en intégrant de jeunes chercheurs au comité de programme, et d'autre part en permettant à des travaux encore inaboutis de franchir l'ensemble des étapes du processus rédactionnel scientifique, jusqu'à leur présentation orale.

Quarante quatre articles, provenant de douze

villes françaises, mais aussi de Belgique, Tunisie, du Canada, d'Espagne, du Danemark et de Suède (deux laboratoires), de seize laboratoires français et cinq laboratoires étrangers ont été présentés à cette deuxième édition des JFPC, dont six sélectionnés en catégorie «jeunes chercheurs». Les thèmes abordés par les articles sélectionnés concernent notamment la logique propositionnelle, les environnements et langages de programmation par contraintes, les contraintes globales, les contraintes souples, les contraintes sur les domaines continus et les applications de ces techniques à la résolution de problèmes issus du monde industriel.

Le programme des JFPC'06 a également offert deux conférences invitées. La première d'Eugene FREUDER, sur la double problématique de l'utilité et de l'utilisabilité de la programmation par contraintes, et la seconde de Richard BENJAMINS, sur le Web sémantique. Ces plénières ont apporté un éclairage sur notre activité et une ouverture vers de nombreuses applications.

Ces trois jours ont témoigné du plaisir évident des membres de cette communauté à se retrouver, dans une ambiance studieuse et détendue, et riche de nombreuses amitiés.

Pour plus d'informations : [www.afpc-asso.org](http://www.afpc-asso.org) et [www.lgi2p.ema.fr/JFPC06/](http://www.lgi2p.ema.fr/JFPC06/).

# Compte rendu de INCOM'06 12th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing

Saint Etienne, 17-19 mai 2006

communiqué par Xavier Boucher président du comité d'organisation,  
et Alexandre Dolgui, président scientifique du Symposium

Le 12<sup>ème</sup> Triennial Symposium de l'IFAC «Information Control Problems in Manufacturing» (INCOM'06) a eu lieu à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne (ENSM.SE), il a été organisé par le Centre Génie Industriel et Informatique G2I<sup>1</sup> de l'Ecole et parrainé par la ROADEF ainsi que par l'EURO, l'IFORS, l'IFIP, l'IEEE et d'autres institutions. Avec l'appui de ces organismes internationaux, INCOM'2006 a constitué un événement marquant de l'année 2006.

INCOM'2006 en quelques chiffres :

- 57 pays représentés
- 783 participants dont 239 industriels
- 603 soumissions (articles complets)
- 731 re-lecteurs du monde entier
- 2000 (environ) rapports reçus par le comité scientifique (minimum 3 par article)
- 375 articles sélectionnés (62 % des articles soumis)
- 7 conférenciers plénières de renommée internationale
- 61 conférences industrielles invitées
- 3000 (environ) pages dans les Actes
- 42 stands d'entreprises industrielles
- 17 revues internationales associées avec l'INCOM'2006 pour la publication de numéros spéciaux, parmi elles : EJOR, COR, J. of Math. Modelling and Algorithms, Int. J. of Systems Science, Int. J. of Prod. Economics, J. of Intelligent Manufacturing.

Pendant 3 jours, INCOM'06 a cherché à répondre à un double challenge :

- Réunir des spécialistes de communautés scientifiques différentes mais complémentaires telles que la Recherche Opérationnelle et l'Aide à la Décision, l'Informatique, l'Intelligence Artificielle et l'Automatique ;
- confronter les points de vue industriels et scientifiques pour débattre de toutes les problématiques majeures en gestion industrielle.

Par un programme scientifique constitué de 24 Tracks traitant des problématiques telles que, par exemple : ordonnancement, gestion de stocks, prévisions de ventes, planification, agencement, dimensionnement de ressources, équilibrage de charges, gestion de revenus et de prix, gestion de compétences, localisation d'entrepôts, problèmes de transport, logistique inverse, systèmes d'information, le symposium a pu traiter la plupart des challenges posés par les nouveaux paradigmes du *Supply Chain management* et couvrir l'ensemble du cycle de vie des produits, incluant la conception, la fabrication, la maintenance, la distribution et les services associés. La qualité scientifique a été récompensée par la remise de 29 prix pour les meilleurs articles présentés.

Succès scientifique mais également succès industriel : INCOM'2006 a attiré 239 participants industriels. Le salon d'exposants a regroupé 42 stands sur les thématiques clés d'INCOM. Des acteurs importants du secteur économique étaient présents : DELMIA, ILOG, CASEWISE, SEGULA, IDS SCHEER, SAS, SIEMENS, UGS, etc. Trois workshops industriels ont également eu lieu, voir le site : [www.emse.fr/incom06](http://www.emse.fr/incom06).

## Compte-rendu de la journée Aéronautique et Espace

Toulouse, 9 juin 2006

par Marcel Mongeau et Eric Sanlaville

La 6<sup>e</sup> journée «les industriels et les mathématiciens se parlent» avait pour thème Aéronautique et espace. Elle était à l'initiative du CNRS, de la

SMAI, de la SMF, avec le soutien de la ROADEF et celui financier de l'Université Paul Sabatier de Toulouse.

<sup>1</sup>G2I est membre institutionnel de la ROADEF

Elle a réuni à l'Institut de Mathématiques de Toulouse (IMT) environ 80 participants, et a été organisée par Marcel Mongeau (SMAI, SMF et ROADEF) avec l'aide de Mohamed Masmoudi pour les aspects scientifiques, tous deux de l'IMT. Huit exposés d'industriels ont été suivis d'une table ronde. Les transparents, et le film de la journée, seront bientôt disponibles sur le site <http://smat.emath.fr>.

Bruno Soufflet de Dassault Aviation a présenté l'ingénierie de conception et l'utilisation de maquettes numériques. Il a mis l'accent sur les «boucles automatiques d'optimisation» à inclure à tous les stades de la conception, et sur la notion de **conception robuste**, soulignant la nécessité de l'utilisation de modèles aléatoires.

Christian Mari du groupe Safran (fusion SAGEM-SNECMA, moteurs d'avion), a insisté sur la complexité des modèles qui nécessitent l'utilisation de plusieurs domaines de la physique (thermique, mécanique des fluides, combustion,...) mais aussi l'introduction de modèles temporels du fait de l'instabilité des phénomènes. La nécessité d'un couplage entre les outils de simulation sophistiqués et les outils d'optimisation a encore été soulignée, ainsi que l'importance des études préalables de robustesse pour le calcul des tolérances.

Jean-Christophe Culioli a quitté le domaine de la fabrication pour aborder le **revenue management** chez Air France-KLM. Il consiste ici en l'optimisation des recettes issues de la vente de billets d'avions, en segmentant les prix suivant la qualité et la date d'achat. L'impact est majeur sur la marge de la compagnie (estimé à 14%). J.-C. Culioli a présenté un historique des différentes méthodes utilisées, soulignant que les étudiants français sont parfaitement armés pour répondre à ces problèmes, mais qu'ils vont souvent les résoudre dans les laboratoires anglo-saxons !

Thierry Druot d'Airbus a présenté les enjeux d'une conception robuste dans la phase Avant-Projet du lancement d'un nouvel avion. Actuellement, les modèles sont déterministes, les marges de sécurité des différents composants étant agrégées. L'objectif est de passer à des modèles aléatoires, et de la notion de marge à celle de risque calculé et d'intervalle de confiance. Les difficultés sont autant culturelles que techniques.

Richard Epenoy du CNES a présenté des problèmes d'optimisation de trajectoire pour des satellites se déplaçant en formation. Il s'agit de mi-

nimiser la consommation totale tout en conservant un équilibre entre les satellites. Le modèle de commande optimale résultant contient des contraintes couplantes et des discontinuités qui rendent la résolution difficile.

Calixte Champetier d'Astrium (filiale EADS pour les satellites) a abordé différents problèmes d'optimisation se présentant lors de la conception et du déploiement de satellites. Les problèmes issus de la résistance des matériaux, de la mécanique, de l'optimisation et du contrôle de trajectoires sont typiquement résolus par l'utilisation d'outils «boîtes noires» comme MATLAB, mais aussi d'algorithmes génétiques, laissant de la place à des travaux de recherche plus adaptés aux problèmes.

Sébastien Clerc appartient au département recherche d'Alcatel Alenia Space, entreprise concurrente d'Astrium. Lui aussi a fait état de besoins émergents en nouveaux outils d'optimisation, en conception robuste, et de modèles multi-physiques.

Enfin, Eric Chaput a présenté le concept de soufflerie numérique (Flow Simulator) chez Airbus. L'objectif est évidemment de remplacer les coûteux essais en soufflerie. En se basant sur l'augmentation actuelle de l'efficacité des machines et des algorithmes, Eric Chaput estime que ces outils seront pleinement opérationnels en 2030.

Ce qui frappe dans ces exposés, c'est la récurrence des mots optimisation et robustesse alors qu'a priori toutes les mathématiques appliquées étaient concernées. Même s'il ne s'agit pas toujours de problèmes d'optimisation que la Recherche Opérationnelle est habituellement amenée à traiter (et surtout d'une optimisation intégrée à des outils de modélisation numérique), ceci confirme que dans l'industrie aéronautique et spatiale aussi, la R.O. a toute sa place.

La table ronde présidée par Eric Chaput a d'abord porté sur la formation des ingénieurs :

- crainte d'une baisse de niveau technique,
- manque de formation statistique,
- nouvelle concurrence des ingénieurs du sud-est asiatique.

Tous les industriels présents s'accordent sur l'importance de la constitution de réseaux permettant aux industriels de trouver un interlocuteur adéquat dans le milieu académique. Ceci passe par davantage de contacts entre industriels et doctorants, sous une forme à débattre. Ont été évoqués : le CEM-RACS de la SMAI ainsi qu'un projet de programme industriel SMAI-SMF à l'IMT.

# Compte rendu de MOSIM'06

## 6ème Conférence Francophone de Modélisation et Simulation

Rabat, 3-5 avril 2006

communiqué par Michel Gourgand, président,  
et Fouad Riane, vice président du comité scientifique

La sixième édition de la Conférence Francophone bisannuelle de Modélisation et Simulation MOSIM'2006, s'est tenue à Rabat, à l'Ecole Mohammedia d'Ingénieurs, sous le thème «Modélisation, Optimisation et Simulation des systèmes : Défis et Opportunités». L'édition 2006 a été l'occasion de réunir encore une fois et en dehors de la France pour la première fois une véritable communauté de chercheurs pour faire le point sur les développements actuels en modélisation, simulation et optimisation. L'édition 2006 de MOSIM a enregistré un nombre important de participations. Plus de 300 participants y représentaient 14 pays francophones.

Le succès de la 6<sup>me</sup> édition de la conférence MOSIM positionne cette conférence comme l'événement scientifique francophone phare dans le domaine de la modélisation et de la simulation. La réussite scientifique de MOSIM 2006 a été rendue possible grâce à l'implication des 60 membres du comité scientifique (plus ouvert sur l'informatique, plus international), des 12 membres du comité d'organisation et grâce au travail des 225 membres du comité de lecture. Les 377 papiers soumis à MOSIM'06 ont été doublement arbitrés. Seuls 190 ont été acceptés par le comité scientifique, un taux de sélection de 51%. Les deux meilleures contributions de jeunes chercheurs ont été récompensées par des prix MOSIM (Olivier Labarthe, Université Laval, Québec) et ROADEF (Boris Detienne, Université Catholique de l'Ouest, Angers).

Le programme scientifique prévoyait des présentations tant théoriques et méthodologiques que décrivant des applications pratiques et/ou industrielles. Nous avons tenu à ce que la publication des actes soit réalisée par Lavoisier pour garantir une certaine qualité et une visibilité des

publications MOSIM. Ces actes sont référencés sur le site <http://www.lavoisier.fr/> et également disponibles sur le site de la conférence : <http://www.isima.fr/mosim06/>. Le programme était articulé autour de trois sessions plénières :

1. R. Glardon (EPFL, Lausanne), « Intégration des facteurs humains dans la modélisation et simulation des organisations de production »
2. J.C. Vansnick (UMH, Belgique), « L'approche MACBETH d'aide multicritère à la décision : idées de base, logiciel et cas d'application »
3. M. J. Natchia-Kouao, Directeur commercial et M. S. Delacroix, Consultant senior et Responsable Pôle Formation de SIMCORE SARL, « De la Simulation de Flux à l'Emulation »,

avec quarante-sept sessions parallèles, et deux tables rondes animées par des industriels, des enseignants chercheurs et des praticiens hospitaliers.

96 papiers ont été présélectionnés et nous entamons le processus de relecture pour l'édition de numéros spéciaux dans les revues APII-JESA, Engineering Applic. of A. I., EJOR, Ingénierie des Systèmes d'Information, Int. J. of Prod. Res., Revue Française de Gestion Industrielle.

MOSIM'06 a bénéficié du soutien scientifique d'organismes français : le GdR CNRS MACS, ROADEF, SPECIF, le Club EEA, le Laboratoire LIMOS CNRS UMR 6158 ; de la FUCAM de Mons en Belgique, plus particulièrement le Centre de Recherches et d'Études en Gestion Industrielle (CREGI) ; d'organismes marocains : EMI, ENIM, Ministère de l'Éducation Nationale, CNRST, CERPHOS ; d'organismes internationaux : EURO, SCS, AUF ; et de partenaires industriels.

---

### Manifestations à venir parrainées par la ROADEF ou EURO

---

Les sites web de ces manifestations sont atteignables à partir du site de la ROADEF. toutes les autres conférences en recherche opérationnelle sont répertoriées sur le même site.

**EURO XXI** "OR for Better Management of Sustainable Development". Reykjavik, 2 - 5/07/06.

**EURO Summer Institute** Lutherstadt Wittenberg, Allemagne, 18/08 - 2/09/06.

**LFA'06** Rencontres francophones sur la Logique Floue et ses Applications. Toulouse, 18 - 20/10/06.

**META'06** La conférence *Métaheuristiques* est organisée par le groupe META de la ROADEF, voir le Compte Rendu des activités du groupe dans ce numéro. Hammamet, Tunisie, 2 - 4/11/06.

## Vie des groupes de travail ROADEF

---

compte rendu des activités du **nouveau** groupe

### POC : Polyèdres et Optimisation Combinatoire

#### Objectif du groupe, par Ali Ridha Mahjoub

Les polyèdres jouent de plus en plus un rôle central en optimisation combinatoire. Le groupe POC a pour but de promouvoir les méthodes exactes et d'approximation basées sur les polyèdres en optimisation combinatoire. Cette discipline est en perpétuelle évolution depuis plusieurs années. Des avancées importantes ont été ainsi observées en complexité des algorithmes, en algorithmes d'approximation et en performance de résolution de problèmes difficiles de grande taille. En particulier les approches polyédrales constituent un outil qui s'est révélé très efficace pour la résolution exacte des problèmes d'optimisation combinatoire. Ces techniques permettent entre autres d'obtenir des relations min-max et d'élaborer des algorithmes polynomiaux. Le groupe POC permettra aux chercheurs (des milieux académiques et industriels) intéressés par les techniques exactes et d'approximation de l'optimisation combinatoire de se réunir afin de discuter de questions de recherche et d'éventuellement établir des liens d'échange et de collaboration. Il est animé par *Ali Ridha Mahjoub* (LIMOS) et *François Maurras* (LIF).

#### Compte rendu des JPOC3, par Mohamed Didi Biha

Les troisièmes Journées Polyèdres et Optimisation Combinatoire (JPOC3) se sont déroulées à

l'Université d'Avignon, les 1 et 2 juin 2006. Elles ont réuni environ 50 participants. Comme les journées précédentes à Clermont-Ferrand en 2003 et à Marseille en 2005, elles étaient articulées en sessions plénières, afin de donner la possibilité aux participants d'assister à l'ensemble des exposés. Elles ont donné lieu à 20 présentations, liées aux différents aspects des polyèdres et à leurs applications en optimisation combinatoire, dont deux ont été données par des conférenciers invités : Jean Fonlupt (Paris VI) et Thomas Liebling (Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne). Ces journées ont été marquées par une forte participation de doctorants et de jeunes chercheurs. Elles ont été, par conséquent, une occasion pour plusieurs chercheurs dans le domaine de se retrouver et de discuter de questions de recherche et des possibilités de collaboration, ce qui était un des objectifs des journées.

L'organisation de ces journées a bénéficié de l'appui financier de l'Université d'Avignon, du Laboratoire d'Analyse non Linéaire et Géométrie d'Avignon, de l'IUP GMI d'Avignon et du Laboratoire d'Informatique, de Modélisation et d'Optimisation des Systèmes (LIMOS) de Clermont.

Les prochaines journées se tiendront à l'Institut National de Télécommunication d'Evry en 2007 vers la même période.

#### Le comité d'organisation des JPOC3

---

compte rendu des activités du groupe

### JFRO : Journées Franciliennes de Recherche Opérationnelle

par Karine Deschinkel

La quatorzième édition des Journées Franciliennes de Recherche Opérationnelle s'est déroulée le 13 Janvier dernier au Conservatoire National des Arts et Métiers à Paris. Cette journée avait pour thème «Problème du sac à dos».

Après une petite collation matinale, Gérard Plateau, professeur à l'Université Paris 13, a présenté le tutorial de la journée, il a fait l'inventaire des

différentes méthodes de résolution appropriées au problème du sac à dos en axant son exposé principalement sur une méthode de résolution exacte hybridant programmation dynamique et branch and bound. Cette méthode, disponible sur le web [www.lipn.univ-paris13.fr/~plateau/BPK](http://www.lipn.univ-paris13.fr/~plateau/BPK) est le fruit d'une collaboration avec plusieurs chercheurs, dont Moussa Elkihel qui a exposé en début d'après-midi.

L'après-midi, trois exposés étaient au programme.

Moussa Elkihel, du LAAS à Toulouse, a développé un aspect de la méthode de résolution présentée au matin par Gérard Plateau. Il a en effet expliqué comment la méthode de programmation dynamique utilisant la technique de dominance pouvait être parallélisée, et les bénéfices de la parallélisation dans ce cas.

L'exposé suivant a été mené par Dominique Quadri du Lamsade de l'Université Paris Dauphine. Différentes formulations et méthodes de résolution exactes du problème de multi-sac-à-dos quadratique (QMKP) en nombres entiers ont été proposées et comparées. Ce problème NP-difficile a de nombreuses applications. En finance par exemple, il correspond à la modélisation d'un problème de gestion de portefeuilles.

Tarik Belgacem du Cermsem de l'Université Paris 1 a clôturé cette journée, en présentant un problème étroitement lié au problème du sac à dos et applicable en gestion budgétaire. Il s'agit du problème du partage équitable ou comment distribuer

équitablement un budget annuel de montant  $c$  entre  $m$  départements, chacun des départements proposant une liste de projets définis par leurs coûts et leurs profits. L'objectif du problème est de maximiser le minimum de la somme des profits des projets retenus (des objets mis dans le sac) pour chaque département sous contrainte budgétaire. Dans cet exposé, l'accent a été mis sur l'analyse de la sensibilité de l'optimum du problème soumis à une perturbation du profit de ses éléments.

Nous remercions tous les orateurs de cette journée pour leur participation et pour la qualité de leur présentation. Cette journée avait attiré un public nombreux.

Les transparents de certaines de ces présentations sont en ligne sur le site des JFRO (accessible depuis le site de la ROADEF).

La prochaine journée aura lieu le vendredi 23 Juin 2006 à Jussieu sur le thème des Télécommunications. Le programme et les informations pratiques sont déjà disponibles sur notre site Web.

**Le comité d'organisation :** Laurent Alfordari, Eric Angel, Karine Deschinkel et Lucas Létocart.

compte rendu des activités du groupe

## SCDD : Systèmes Complexes et Décisions Distribuées

par Stéphane Bonneval

### Séminaires inter laboratoires du groupe

Dans le cadre de nos séminaires inter laboratoires, nous avons organisé 2 rencontres :

- le 10 mars 2006 à Centrale Paris :  
Les exposés ont été proposés par le CSMC (European Joint Research Lab) sur les thèmes : *The percolation phase transition, Exploring Complex Networks, Contrôle aérien et algorithmes distribués à base de marches aléatoires.*
- le 19 mai 2006 à l'EPHE :  
Cette journée était animée par Michel Lamure sur le thème des Multialéatoires.

### Sessions dans congrès

Le groupe a organisé 3 sessions dans 2 congrès :

- ROADEF'2006 (à Lille, du 6 au 8 février 2006) : *Systèmes complexes et décision distribuées.*
- MOSIM'2006 (à Rabat, du 3 au 5 avril 2006) : *SMA, outil de modélisation et de simulation et Décision distribuée.*

### Projet

Sous l'impulsion de Michel Lamure, un projet d'écriture d'un ouvrage intitulé *Algorithmique pour la théorie des jeux* a été proposé au groupe et à 2 autres groupes (META et MMS). Une première réunion de travail est prévue mi-juin.



compte rendu des activités du groupe

## CRO : Contraintes et Recherche Opérationnelle

par Sophie Demasse

Lors de l'édition 2006 du congrès Roadef, qui s'est déroulée à Lille en février dernier, le groupe Contraintes et RO a organisé deux sessions *Contraintes*. Une dizaine de propositions étaient parvenues au groupe, suite à l'appel à communications. La prochaine réunion devrait se tenir, au début de l'automne, sur une journée entière. Elle sera consacrée aux *méthodes d'exploration de l'espace de*

*recherche* en Programmation Par Contraintes et en Programmation Mathématique. Les informations sur cette rencontre seront prochainement mises en ligne sur le site du groupe :

<http://ppcro.free.fr>

**Les animateurs du groupe :**

Sophie Demasse, Narendra Jussien, Fabien Le Huédé [ppcro@free.fr](mailto:ppcro@free.fr)

compte rendu des activités du groupe

## META : Théorie et applications des méta-heuristiques

par Patrick Siarry

### Journées de travail organisées en 2006

– 06-08 février 2006, à Lille : organisation de sessions dans le cadre du congrès ROADEF'2006.

– 08-10 mars 2006, à l'Ecole Centrale de Paris : dans le cadre du Congrès du GdR MACS, pôle STP, organisation d'une réunion commune avec les groupes de travail MMS (« Modélisation Multiple et Simulation ») et SCDD (« Systèmes Complexes et Décision Distribuée ») du GdR MACS, sur le thème : « Algorithmique pour la Théorie des Jeux ». Il a été décidé lors de cette réunion la mise en place d'un projet de travail inter-groupes, de durée 18 mois (juin 2006 à décembre 2007).

Ce projet comporte 2 volets :

1. la rédaction en commun d'un ouvrage portant sur les problèmes algorithmiques pour la théorie des jeux ;
2. une action de recherche commune, en explorant les divers appels d'offres et les demandes du monde industriel.

Un groupe de chercheurs intéressés par le sujet est en cours de formation. Nous invitons toute personne intéressée à prendre contact sans tarder avec Michel Lamure : [Michel.Lamure@univ-lyon1.fr](mailto:Michel.Lamure@univ-lyon1.fr) qui est à l'origine de ce projet.

– 03-05 avril 2006, à Rabat (Maroc) : organisation d'une session dans le cadre du congrès MO-SIM'2006.

– 30 avril-2 mai 2006, à Hammamet (Tunisie) : organisation d'une session dans le cadre du congrès « Logistique et Transport » LT'2006.

– 17-19 mai 2006, à Saint-Etienne : co-organisation du Track « Metaheuristics and Soft Computing in Industrial Applications » (3 sessions), dans le cadre du congrès INCOM'2006.

### Délivrables

Participation à l'organisation d'un numéro spécial de RAIRO-OR, sur le thème « Cooperative methods for Multiobjective Optimization ». Numéro bouclé au second semestre 2006.

### Formation

Le groupe META a participé à l'organisation d'une formation gratuite intitulée : « Métaheuristiques : de la conception à la réalisation ». Cette formation, qui s'est tenue à Lille les 5 et 6 juin 2006, a porté sur la conception réutilisable de métaheuristiques pour la résolution mono/multi-objectif de problèmes d'optimisation, avec une initiation à la suite logicielle Open-source/C++ ParadisEO.

### Organisation du congrès META'2006

Le groupe META organisera du 2 au 4 novembre 2006, à Hammamet (Tunisie), les premières journées META'2006. L'objectif est de rassembler les chercheurs et doctorants travaillant autour des métaheuristiques et tout particulièrement de leurs applications. La conférence comportera également des tutoriels et une formation. Les informations sont détaillées sur le site : <http://www.lifl.fr/META2006/theme.html>

## Rejoindre la ROADEF

### Rôle de ROADEF

Selon ses statuts la ROADEF a pour mission de favoriser l'essor de la Recherche Opérationnelle et de l'Aide à la Décision en France. Pour cela, elle s'emploie à développer l'enseignement et la formation en RO-AD, favoriser la recherche dans le domaine de la RO-AD, diffuser la connaissance en matière de RO-AD, notamment auprès des industriels, représenter les intérêts de la RO-AD auprès des organisations nationales ou internationales ayant des buts similaires.

### Cotisations 2006

Les cotisations pour l'année 2006 sont les suivantes (attention, à compter de cette année deux possibilités sont proposées aux étudiants) :

- membre actif ..... 57 euros
- membre étudiant (sans 4'OR) ..... 15 euros
- membre étudiant (avec 4'OR) ..... 30 euros
- membre retraité ..... 40 euros
- membre institutionnel ..... 170 euros
- membre bienfaiteur ..... 150 euros

Les tarifs proposés ci-dessus incluent, outre les services habituels de l'association :

- Membre actif, retraité, bienfaiteur, étudiant tarif 30 euros : le bulletin ROADEF, 1 Abonnement à 4'OR, 1 tarif réduit aux conférences, 1 vote
- Membre étudiant, tarif 15 euros : idem sans 4'OR
- Membre institutionnel : le bulletin ROADEF, 1 Abonnement à 4'OR, 3 tarifs réduits aux conférences, 1 vote.

### Inscriptions

Vous pouvez télécharger un formulaire d'adhésion sur le site de la ROADEF : <http://www.roadef.org>  
 Pour toute information complémentaire, merci de contacter David De Almeida (tresorier@roadef.org) ou Clarisse Dhaenens (secretaire@roadef.org).

#### ROADEF : LE BULLETIN

Bulletin de la société française de recherche opérationnelle et d'aide à la décision  
 association de loi 1901

#### Procédure technique de soumission :

Le texte soumis pour parution dans le bulletin doit être fourni à Eric Sanlaville, préférentiellement sous forme de document latex.

#### Comité de rédaction :

Mohamed Ali Aloulou, Jean-Charles Billaut, David De Almeida, Clarisse Dhaenens  
 Safia Kedad-Sidhoum, Eric Sanlaville

#### Composition du Bulletin :

Eric Sanlaville

Ce numéro a été tiré à 340 exemplaires. Les bulletins précédents sont disponibles sur le site de la ROADEF.



# 4OR

## A Quarterly Journal of Operations Research

### Editors-in-Chief

Denis Bouyssou  
Paris, France

Silvano Martello  
Bologna, Italy

Frank Plastria  
Brussel, Belgium

### Editorial Board

Alessandro Agnetis

Bernard De Baets

Alberto Coloni

Yves Crama

Gianni Di Pillo

Matteo Fischetti

Xavier Gandibleux

Fikri Karaesmen

Abdel Lisser

Thierry Marchant

Christian Michelot

Alix Munier

Romeo Rizzi

Annick Sartenaer

### Editorials

BOUYSSOU D · MARTELLO S · PLASTRIA F  
4OR: Year 4 1

BOUYSSOU D · MARTELLO S · PLASTRIA F  
A case of plagiarism: Dănuț Marcu 11

### Regular papers

BOUQUARD J-L · LENTÉ C  
Two-machine flow shop scheduling problems with minimal  
and maximal delays 15

JACH M · KÖPPE M · WEISMANTEL R  
Nondecomposable solutions to group equations and an application  
to polyhedral combinatorics 29

GANDIBLEUX X · BEUGNIES F · RANDRIAMASY S  
Martin's algorithm revisited for multi-objective shortest path problems  
with a MaxMin cost function 47

VAN WOENSEL T · VANDAELE N  
Empirical validation of a queueing approach to uninterrupted  
traffic flows 59

COSTA M-C · JARRAY F · PICOULEAU C  
An acyclic days-off scheduling problem 73

### PhD Thesis

GARDI F  
Mutual exclusion scheduling with interval graphs  
or related classes: Complexity and algorithms 87

Abstracted/Indexed in:  
International Abstracts  
in Operations Research,  
JEL on CD, e-JEL and  
EconLit, Mathematical  
Reviews, Social Science  
Research Abstracts

Available  
online  
springerlink.com

