

Le bulletin

Semestriel



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

Le mot du futur président

Éditorial : Thierry Benoist, Bruno Martin

Partenariats Public Privé et Recherche Opérationnelle

Article invité : Hervé Kerivin

Ordres linéaires partiels et polyèdres

Hommage, par Dominique de Werra

Peter L. Hammer

Vie de l'association :

Compte rendu de l'assemblée générale de la ROADEF

Le GdR Recherche Opérationnelle

Challenge ROADEF 2007

Annonces éditoriales en RO-AD

Manifestations parrainées par la ROADEF :

Comptes rendus de FRANCORO V/ROADEF'07 à Grenoble, journée industrielle, EWI

Annonce : prochain congrès ROADEF'08

Autres manifestations parrainées par la ROADEF

Groupes de travail ROADEF

Rejoindre la ROADEF

Édition Printemps - Été 2007
Numéro 18 - juin 2007

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

Elections du bureau de la ROADEF 2008 / 2009

Le mandat du bureau actuel court jusqu'à la fin de l'année 2007. Des élections ont été organisées au printemps 2007. Une seule liste a été déposée. 114 adhérents ont voté (113 pour, un blanc). Le nouveau bureau sera associé aux travaux de l'ancien durant le second semestre 2007.

Composition du futur bureau bureau

- président : Olivier Hudry (LTCL, ENST Paris)
- secrétaire : Clarisse Dhaenens-Flipo (LIFL, Lille)
- trésorier : Denis Montaut (Eurodécision)
- vice président 1 : Christelle Guéret-Jussien (IRCCyN, Ecole des Mines Nantes) le bulletin
- vice président 2 : Francis Sourd (LIP6, Paris) le site web
- vice président 3 : Mohamed Ali Aloulou (LAMSADE, Paris) 4'OR et relations internationales

Le mot du futur président de la ROADEF

Chères adhérentes, chers adhérents de la ROADEF,

Au nom du bureau qui vient d'être élu, je souhaite vous remercier vivement de la confiance que vous nous témoignez en nous confiant la responsabilité d'animer la ROADEF. La presque unanimité exprimée par les votants en faveur de notre liste est pour nous un puissant encouragement pour faire vivre notre société activement et harmonieusement. Comme nous l'avons indiqué dans notre profession de foi, notre objectif consistera d'une part à renforcer les actions engagées par nos prédécesseurs et, d'autre part, à en mettre de nouvelles en œuvre quand l'occasion se présentera.

Bien que l'exercice de nos fonctions ne commence pas tout de suite, nous allons sans tarder nous rapprocher du bureau actuel. Cela nous permettra de prendre rapidement connaissance des affaires à traiter et, ainsi, de mieux préparer la transition lorsque sera venu le temps de succéder à l'ac-

tuel bureau. Ce relais sera du reste facilité par la présence dans la nouvelle équipe des deux membres sortants rééligibles. Leur connaissance des dossiers en cours nous sera précieuse pour accroître notre efficacité.

Au-delà des efforts produits par les bureaux successifs depuis la fondation de la ROADEF, efforts auxquels nous allons adjoindre les nôtres, nous n'oublions pas que les nombreuses activités de notre société ne sont souvent possibles que grâce à l'implication directe des membres de l'association eux-mêmes, sous une forme ou une autre : organisation des journées annuelles, des journées industrielles, animation des groupes thématiques, etc. La participation de chacun est donc la bienvenue à l'avenir comme elle l'était dans le passé : c'est en effet par notre action commune que la ROADEF restera dynamique comme elle a su l'être depuis bientôt dix ans !

Olivier Hudry

éditorial

Partenariats Public Privé et Recherche Opérationnelle

Thierry BENOIST¹ et Bruno MARTIN²

{tbenoist, bmartin}@bouygues.com

1 Introduction

Depuis juin 2004 les collectivités publiques françaises ont la possibilité de confier la construction et la maintenance d'équipements publics à une entreprise privée, via un contrat de partenariat de longue durée. De tels PPP (*Partenariat Public Privé* ou *Public Private Partnership*) sont également en plein essor au Royaume-Uni. L'objectif de ces collaborations est de permettre à l'État de « rendre aux citoyens un meilleur service à un meilleur coût » [2]. Cette formule permet de faciliter le financement de projets d'envergure, de répartir les risques entre public et privé et d'optimiser le coût global du service. L'objet de cet article est de souligner le rôle non négligeable que peut jouer la Recherche Opérationnelle dans ce contexte. Pour étayer cette affirmation, nous nous appuyons sur des exemples concrets que le e-lab a eu l'occasion d'aborder au sein du groupe Bouygues, en particulier la rénovation et la maintenance d'un réseau routier et la problématique de l'éclairage public.

2 Une approche par coût global

Un des intérêts des PPP est de partager l'investissement et les risques avec un partenaire privé. Ainsi au Royaume-Uni il est possible pour une ville de payer un loyer fixe même si le montant des travaux initiaux est important³. De plus, l'entreprise s'engage dans l'appel d'offre sur le montant annuel de l'entretien des équipements pour toute la période (15 à 25 ans). Cela permet de transférer une partie des risques à l'entreprise partenaire, « chacun supportant les risques qu'il maîtrise le mieux » selon le site du Ministère des finances. Ainsi les incertitudes sur la fiabilité des équipements installés ou sur les évolutions technologiques à venir (par exemple, l'évolution de la consommation électriques des lampes), sont gérées par l'entreprise, qui est plus à même de les apprécier. Bien entendu, les évolu-

tions des coûts de certains matériaux pourront être prises en compte dans le contrat par une indexation du prix sur un indice approprié. Comme tout mécanisme d'assurance ce transfert a bien sûr un coût qui est intégré au prix global et l'entreprise peut elle-même s'assurer à son tour.

Un autre avantage essentiel des PPP est l'optimisation du coût global du projet. En effet placer la construction et la maintenance sous la responsabilité du même acteur peut conduire naturellement à des choix plus pertinents lors de la construction puisque l'entreprise en tirera les bénéfices lors de la phase de maintenance. Installer des ascenseurs de meilleure qualité sera donc finalement rentable à long terme grâce aux économies d'entretien générées. Nous verrons dans cet article une illustration de ce principe vertueux dans le cas de l'éclairage public.

Néanmoins ce mécanisme d'optimisation du coût global nécessite d'explicitier dans l'appel d'offre les objectifs à atteindre et les compromis entre le coût et la qualité de service. En effet la logique économique est pour l'entreprise de maximiser son profit tout en respectant ses engagements. La formulation de ces engagements est donc capitale pour le bon déroulement de la concession. Pour employer des termes qui nous sont familiers, la modélisation des contraintes est de la responsabilité du concédant alors que la minimisation du coût est de la responsabilité du concessionnaire. A l'inverse une gestion directe par la collectivité peut être vue comme l'application d'un algorithme de prise de décisions qui intègre à la fois les contraintes et l'objectif. L'avantage de la mise en concession est alors l'optimisation globale avec le risque qu'une faille dans la modélisation mène à une solution « sous-optimale » par rapport aux contraintes et objectifs réels.

Cette phase de rédaction de l'appel d'offre est complexe et nécessite souvent (en particulier au Royaume-Uni) l'intervention d'un consultant spécialisé. Le contrat précise alors le mode de calcul de la qualité de service fournie, les objectifs qui devront être atteints et les pénalités qui s'appliqueront

¹3eme prix Robert Faure 2006

²Bouygues e-lab 32 avenue Hoche 75 008 Paris

³Cette pratique est strictement encadrée en France où les travaux doivent être payés au moment où ils sont effectués afin d'éviter que le PPP ne représente une dette « cachée » pour la collectivité

(pénalités financières et/ou accumulation de points pouvant mener la cassure du contrat). Pour donner une idée de la précision de ces exigences, citons le cas de la ville de Portsmouth dans laquelle chaque fermeture de voie pour réparation donne lieu au paiement d'une pénalité journalière par le concessionnaire, ceci afin de l'inciter à minimiser les perturbations de la circulation.

La forme du contrat est rarement figée, les compétiteurs sont même parfois explicitement encouragés à proposer des variantes. En France, c'est le cas en particulier quand le pouvoir adjudicateur n'est objectivement pas en mesure de définir les moyens techniques pouvant répondre à ses besoins ou le montage juridique et financier du projet. On parle alors de « dialogue compétitif ».

Remarquons enfin que, pour l'entreprise remportant le contrat, le transfert aux équipes responsables du pilotage opérationnel du projet de cette vision du coût global mêlant les aspects techniques et financiers est une phase critique pour que l'opération soit effectivement rentable au final.

3 Un problème de modélisation et d'optimisation

Plusieurs questions soulevées dans le paragraphe précédent relèvent de la Recherche Opérationnelle, en effet le compromis à trouver entre le prix et la qualité de service est typiquement un problème d'optimisation sous contraintes. Du point de vue de la mairie tout d'abord, il s'agit pour un budget global donné de définir dans l'appel d'offre un jeu de contraintes et de pénalités amenant « mécaniquement » l'entreprise partenaire à offrir le meilleur service possible au citoyen. Comme nous l'avons souligné, cette modélisation du problème est aussi complexe qu'importante. Deux écueils sont à éviter : des exigences trop fortes qui conduiront à des propositions trop chères ou des exigences trop faibles qui conduiront à des propositions de mauvaise qualité. Pour calibrer ce modèle il peut être utile de modéliser approximativement les coûts de construction et de maintenance pour anticiper les conséquences de telle ou telle formulation. Les entreprises répondant à l'appel d'offre ont également un travail de modélisation à effectuer puisqu'elles doivent enrichir le modèle pour prendre en compte leurs propres options techniques, leurs coûts et le montage financier du projet. Il peut aussi être utile d'intégrer des contraintes implicites que l'on sait indispensable pour produire une solution acceptable par la ville, c'est-à-dire formaliser l'exigence de « best value ma-

nagement ». Notons ici que les délais généralement courts ainsi que la possibilité d'un échec limitent le temps qui peut être consacré à cette étude et impose donc de choisir la bonne granularité de modélisation. Par exemple pour dimensionner une flotte de véhicules de salage, peut importe de prendre en compte les sens interdit dans le calcul des tournées. Un défi important à relever ici consiste à combiner les aspects opérationnels et financiers du problème. Une fois ce modèle déterminé, l'importance de la recherche de la solution de coût minimal est renforcé par la mise en compétition inhérente au fonctionnement de l'appel d'offre. La Recherche Opérationnelle, *science of better*, a ici clairement un rôle à jouer.

Avant d'entrer dans le détail de deux types de PPP, énumérons ici les apports de la RO dans ce type de contexte. Elle sert bien sûr à optimiser mais disposer d'un outil permet aussi d'évaluer très rapidement des variantes du contrat ou des scénarios d'analyses de risque. C'est aussi un outil commercial qui prouve le souci d'optimiser le service rendu au client, et permet de montrer des solutions complètes. La ville peut ainsi apprécier de voir un planning précisant quelles routes seront rénovées chaque année, même si ce niveau de détail n'était pas exigé des candidats. Enfin c'est un outil de négociation puisqu'une fois accepté par les deux parties ce modèle sert de référence et les discussions ne portent plus directement sur le prix mais sur les paramètres du modèle (niveaux des contraintes et des pénalités) le prix n'étant alors qu'une conséquence du calcul.

4 Deux exemples

4.1 Maintenance d'un réseau routier

Plusieurs villes du Royaume Uni, pour remettre à niveau et maintenir en bon état d'usage leur réseau routier, proposent au secteur privé, en concession, et pour une période de 25 ans, l'intégralité de leur voirie. L'état du réseau est caractérisé par la moyenne pondérée des indices (portance, adhérence, visuel) des sections de routes qui le composent. On compte ainsi, pour une ville de 200 000 habitants plus de 1000 sections ainsi notées par ces 3 indices. Charge au concessionnaire de maintenir l'ensemble du réseau à une moyenne définie contractuellement et pour chaque année par la ville. Toute défaillance se traduit par une pénalité proportionnelle à l'écart à la qualité de service requise. Une succession de défaillances peut entraîner la remise en cause du contrat. Localement, une route est également sujette à pénalité forfaitaire si un seuil critique n'est

pas atteint par ses indices. Afin de répondre à un tel appel d'offre, il est important de prendre en compte, non seulement le profil de dégradation de l'état d'une route au cours du temps mais aussi la nécessaire coordination des opérations de maintenance sur les différentes routes de façon à maintenir le niveau du réseau à un niveau optimal pour le concessionnaire, étant donné le jeu de règles et de pénalités défini par la mairie. Pour une telle décision, qui engage l'entreprise pour 25 ans, il est donc opportun de réaliser une planification prévisionnelle optimisée afin d'estimer le prix au plus juste. Une route, prise isolément, voit ses indices baisser « naturellement » au cours du temps, c'est-à-dire au fil des véhicules qui l'empruntent. Il existe un ensemble d'opérations, plus ou moins lourdes et plus ou moins coûteuses qui peuvent remettre certains des indices à leur niveau maximal. L'objectif du concessionnaire est de mettre en place une stratégie de maintenance, minimisant la somme des pénalités et des coûts des opérations⁴. Les notes moyennes minimales étant les seules contraintes couplantes, leur relaxation lagrangienne amène à considérer n sous problèmes indépendants (un par route). En pratique, le nombre d'opérations de maintenance n'excède pas trois ou quatre sur les 25 ans et l'on constate qu'il y a moins de 30000 solutions possibles pour chaque section de route. L'énumération exhaustive s'avère alors la solution la plus pragmatique pour résoudre ces problèmes locaux (1/100^{ème} de seconde par route). En quelque sorte, le mécanisme de coordination lagrangienne va consister à « subventionner » les opérations à certaines dates, pour remonter le niveau moyen des routes à cette date, et favoriser la satisfaction de la contrainte. Après convergence (un millier d'itérations), la relaxation lagrangienne fournit une borne inférieure du coût total pour le concessionnaire, information précieuse dans le cadre d'un appel d'offre : il ne faut surtout pas proposer un prix inférieur à cette borne. Néanmoins, pour pouvoir présenter à la mairie un plan prévisionnel de maintenance sur 25 ans, il est nécessaire d'obtenir des solutions réalisables. De telles solutions sont généralement découvertes au cours des itérations lagrangiennes. Dans le cas contraire, la structure du problème autoriserait une « primalisation » par augmentation artificielle des multiplicateurs lagrangiens : s'ils sont choisis suffisamment grands, les solutions générées sont très coûteuses mais satisfont les contraintes de notes moyennes. Sur l'instance considérée, ces solutions sont à 6% de la borne inférieure après 1000 itérations. Afin d'obtenir de

meilleures solutions, nous utilisons une technique de recherche locale (le shuffle) consistant à reconstruire une partie de la solution en considérant le reste comme figé. Ici il s'agit pour chaque route de choisir sa stratégie de maintenance optimale du point de vue de l'objectif global du problème, en fonction des stratégies choisies pour les autres routes. Nous recherchons cette stratégie améliorante par énumération exhaustive comme pour la résolution des sous problèmes perturbés. Cette procédure est appliquée en boucle sur toutes les routes jusqu'à constater que plus aucune route ne peut choisir une meilleure stratégie que la sienne (point fixe) : la solution est alors un optimum local pour le voisinage considéré (modification d'une route à la fois). Cette technique peut s'utiliser à partir de n'importe quelle solution primale et produit des solutions de grande qualité : à partir d'une solution quelconque on arrive à 2% de la borne inférieure. L'intérêt de la relaxation lagrangienne dans la génération des plans de maintenance semble donc nul puisqu'une technique de recherche locale obtient de bien meilleurs résultats ? Au contraire la combinaison des deux techniques permet de diviser l'écart primal-dual par trois par rapport à une utilisation isolée de la recherche locale. Utiliser comme solution initiale la meilleure solution découverte par la relaxation lagrangienne est une très bonne heuristique [1]. Cette technique a été utilisée dans le cadre de l'appel d'offre lancé par la ville de Portsmouth et obtenu par Colas en Juillet 2004 pour un montant total de 400 millions de livres Sterling.

4.2 Eclairage public et consommation électrique

L'éclairage public a des caractéristiques propres qui changent la nature du problème d'optimisation. Un point lumineux est composé d'un support, d'un luminaire, d'une lampe et éventuellement d'un ballast qui va gérer l'alimentation électrique de la lampe. A l'exception des lampes qui doivent être changées régulièrement (typiquement tous les 4 ans), les autres équipements ont une durée de vie de 20 à 30 ans qui est généralement supérieure à la durée du contrat. Avec une seule intervention lourde sur les points lumineux (au cours du contrat, les supports sont remplacés au plus une fois), la problématique de la planification est beaucoup plus simple puisqu'elle se résume à indiquer dans quel ordre les rues doivent être traitées et à quelles dates tous les points lumineux vétustes doivent avoir été rempla-

⁴Tout ces montants sont actualisés c'est-à-dire qu'un euro dépensé ou reçu à l'année n vaut $1/(1+t)^n$ euros, où t est le taux d'actualisation appliqué. Ainsi plus des travaux sont réalisés tardivement, plus leur coût actualisé est faible.

cés. Bien entendu, une fois que l'équipe est sur place avec son matériel, il est nettement préférable de remplacer tous les points lumineux de la rue plutôt que de papillonner dans toute la ville. Par ailleurs, la consommation électrique, qui est à la charge du concessionnaire, constitue une part très significative du coût opérationnel d'un réseau d'éclairage public. L'évolution de la technologie des lampes a permis de réduire considérablement leur consommation des lampes. Certains ballasts permettent même d'adapter la puissance d'une lampe en fonction de son vieillissement afin de garantir l'éclairage en minimisant la consommation. Les contrats PPP sont alors particulièrement intéressants. En effet, en remplaçant rapidement toutes les lampes, il est possible de remettre à neuf le parc d'éclairage public sans augmenter le budget annuel de la mairie. Il s'agit de financer les travaux grâce aux économies réalisées sur la consommation d'énergie. Il faut pour cela que la mairie s'engage sur une durée de contrat soit suffisamment longue.

Si le principe est simple (faire rapidement les travaux qui permettent les plus importantes économies d'énergie), il doit être simulé de façon précise pour pouvoir chiffrer la réponse à l'appel d'offre. En effet, la date des travaux sur une rue modifie le coût actualisé des travaux, la facture totale d'électricité, ainsi que le coût de la maintenance. Or le coût de la maintenance augmente de façon non linéaire avec l'âge des équipements, de même l'actualisation n'est pas linéaire en fonction de la date des travaux. De plus, certains équipements sont dans un état tellement vétuste au début du contrat qu'il faut les remplacer rapidement sans attendre les travaux de la rue.

Dans ce contexte, le chiffrage du coût global de la remise en état puis de l'entretien d'un réseau électrique passe par la simulation pour chaque point lumineux de l'ensemble des opérations qui seront faites. C'est en fonction de ces informations que le coût de la maintenance corrective (remplacement en cas de panne) ainsi que le coût de la consommation électrique peuvent être calculées. De plus, il n'est pas évident de choisir la meilleure stratégie lorsqu'il s'agit de mettre en place une stratégie préventive (remplacement systématique des lampes plutôt que d'attendre les pannes) ou de choisir un équipement plus onéreux mais plus fiable plutôt qu'un équipement économique. Le problème d'optimisation consiste à trouver l'ordre dans lequel il faut planifier les travaux sur les rues ainsi que la meilleure option de remplacement pour chaque rue (qui dépend éventuellement de la date des travaux, plus ils sont réalisés tard, moins il est intéressant d'investir dans du matériel plus cher) de telle sorte que le coût global soit minimisé. La contrainte porte

sur le profil d'investissement, c'est-à-dire le lissage des coûts des travaux dans le temps.

La recherche opérationnelle permet de choisir la meilleure option pour chaque rue, d'optimiser l'ordre des travaux et d'automatiser le lissage des travaux sur la période. Nous avons utilisé une dichotomie pour lisser les travaux en simulant pour chaque point lumineux l'ensemble des coûts des travaux (d'installation et de maintenance préventive et curative), le prix de l'énergie ainsi que les frais financiers qui dépendent des dates d'engagement des dépenses. Il s'agit d'un gain de temps considérable (quelques heures pour tester une hypothèse contre plusieurs jours à la main). Là encore, la possibilité de tester et donc de proposer des variantes peut être un avantage décisif pour remporter l'appel d'offre.

5 Conclusion

Comme nous l'avons illustré par ces deux exemples, la recherche opérationnelle est d'un grand secours dans le cadre du chiffrage de la réponse à des appels d'offres de Partenariats Public Privé, car elle est particulièrement adaptée aux principes d'optimisation du coût global qui président à ces contrats. Une autre dimension complexe et critique dans ce contexte est la conception du montage financier du projet. De la même manière qu'elles peuvent aider le particulier à optimiser une combinaison d'emprunts immobiliers [3], les mathématiques appliquées sont tout à fait appropriées pour la prise en compte des contraintes de financement et de couverture posées par les banques [4].

Références

- [1] T. Benoist, E. Gaudin, B. Rottembourg (2002) *Métissages de Techniques d'optimisation pour la planification de ressources*, Génie Logiciel n° 63, pp 53–62, décembre 2002.
- [2] T. Breton et J-F. Copé (2005) *Les contrats de partenariat, principes et méthodes*, MINEFI, Guide Pratique, mai 2005.
- [3] F. Gardi, A. David (2006) *Optimisation de plans de financements immobiliers*, Actes des 2^{èmes} Journées Francophones de Programmation par Contraintes JFPC, pp. 167–172, Nîmes, France, 2006.
- [4] R. Kisner et H. W. Price (1999) *Financing Solar Thermal Power Plants*, Proceedings of the ASME Renewable and Advanced Energy Systems for the 21st Century Conference, Maui, Hawaii, avril 1999.

Article invité

Ordres linéaires partiels et polyèdres

Hervé L. M. Kerivin^{1 2}

kerivin@math.univ-bpclermont.fr

1 Introduction

Une relation binaire R sur un ensemble N définit un *ordre partiel* si elle est réflexive (i.e., uRu pour tout $u \in N$), antisymétrique (i.e., uRv et vRu impliquent $u = v$) et transitive (i.e., uRv et vRw impliquent uRw). Si une relation R est un ordre partiel tel que tous les éléments sont *comparables* (i.e., uRv ou vRu pour tout $u, v \in N$), alors elle est connue sous le nom d'*ordre linéaire*. Un ordre linéaire sur un ensemble N ayant n éléments est donc une bijection $\pi : [n] = \{1, 2, \dots, n\} \rightarrow N$. Étant donnée une fonction poids w associée aux paires d'éléments distincts de N , le *problème des ordres linéaires (POL)* consiste à trouver un ordre linéaire sur N qui soit de poids minimum, c'est-à-dire à trouver une bijection π de $[n]$ vers N minimisant

$$\sum_{\substack{(u,v) \in N \times N \\ \pi^{-1}(u) < \pi^{-1}(v)}} w_{uv}. \quad (1)$$

Ce problème a de nombreuses applications pratiques dans des domaines très variés (e.g., agronomie, archéologie, économie, psychologie, sciences sociales). En raison de son caractère NP-difficile, ce problème a donc été intensivement étudié.

Dans cet article, nous nous intéressons à une variante du problème des ordres linéaires dans laquelle l'ordre linéaire minimisant la fonction poids ne porte pas sur N mais sur l'ensemble des parties de N . Soit $C \subseteq N$ l'ensemble des éléments comparables de N dans R . La relation R définit un *ordre linéaire partiel* sur N si la restriction de R sur C est un ordre linéaire sur C . Nous faisons remarquer que tout ordre linéaire partiel est également un ordre partiel, mais que la réciproque n'est pas vraie. Considérons une fonction poids w associée aux paires d'éléments de N où w_{uv} est la valeur que l'on associe au fait d'ordonner l'élément u avant l'élément $v \neq u$ et w_{uu} est la valeur que l'on associe au fait de ne pas considérer l'élément u dans l'ordre linéaire partiel. Le *problème des ordres linéaires partiels (POLP)* consiste à trouver un sous-ensemble

de N et un ordre linéaire sur ce sous-ensemble qui minimisent la fonction poids, c'est-à-dire à trouver $C \subseteq N$ et une bijection π de $\{1, 2, \dots, |C|\}$ vers C minimisant

$$\sum_{u \notin C} w_{uu} + \sum_{\substack{(u,v) \in C \times C \\ \pi^{-1}(u) < \pi^{-1}(v)}} w_{uv}. \quad (2)$$

Ce problème est clairement NP-difficile et comme nous le verrons dans la section 3, il apparaît entre autres dans l'étude d'un problème d'ordonnement.

L'approche du problème des ordres linéaires partiels que nous considérons ici est la combinatoire polyédrique. Cette dernière s'avère être une des méthodes les plus efficaces pour résoudre des problèmes difficiles d'optimisation combinatoire. Elle permet notamment d'obtenir des algorithmes polynomiaux, des relations min-max et des algorithmes de résolution approchée avec garantie de performance [5]. Très schématiquement et étant donné un problème d'optimisation combinatoire P , cette approche repose sur trois questions centrales :

1. Quelle est la représentation la plus pertinente d'une solution réalisable de P comme un point dans un espace euclidien ?
2. Quelles sont les inégalités linéaires (non redondantes) qui permettent de décrire l'enveloppe convexe des points associés aux solutions de P ?
3. Comment gérer algorithmiquement ces inégalités afin de pouvoir les utiliser pratiquement dans un algorithme de coupes et branchements pour P ?

Le succès d'une approche polyédrique dépend grandement des réponses apportées à ces questions. Dans la suite de cet article, nous allons l'illustrer en étudiant tout d'abord l'enveloppe convexe des points associés aux solutions du problème des ordres linéaires partiels. Dans la section 3, nous allons ensuite nous intéresser à un problème d'ordonnement à contraintes de ressource qui peut être

¹2eme prix Robert Faure 2006

²Laboratoire LIMOS - CNRS UMR 6158, Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II, Complexe Scientifique des Cézeaux, 63177 Aubière Cedex, France

formulé en considérant une structure sous-jacente d'ordre linéaire partiel.

2 Le polytope des ordres linéaires partiels

Contrairement au problème des ordres linéaires (et à celui des ordres partiels) [1], le problème des ordres linéaires partiels n'avait pas été considéré d'un point de vue polyédrique avant les travaux de Sirdey et Kerivin [8] que nous reprenons en partie ici. Pour pouvoir formuler le problème des ordres linéaires partiels sur un ensemble $N = [n]$ comme un programme linéaire en nombres entiers, nous représentons une solution réalisable de POLP (définie par $C \subseteq N$ et une bijection π de $\{1, 2, \dots, |C|\}$ vers C) par le vecteur binaire δ de \mathbb{R}^{n^2} défini comme suit :

$$\delta_{uu} = \begin{cases} 1 & \text{si } u \notin C, \\ 0 & \text{si } u \in C, \end{cases}$$

pour tout $u \in N$ et

$$\delta_{uv} = \begin{cases} 1 & \text{si } u, v \in C \text{ et } \pi^{-1}(u) < \pi^{-1}(v), \\ 0 & \text{si } u \notin C \text{ ou } v \notin C \text{ ou } \pi^{-1}(v) < \pi^{-1}(u), \end{cases}$$

pour tout $u \in N$ et $v \in N \setminus \{u\}$. Très clairement, les variables de type δ_{uu} permettent de déterminer quels sont les éléments de N qui doivent être ordonnés et une variable δ_{uv} indique si l'élément u est ordonné avant l'élément $v \neq u$ ou non. Pour obtenir un ordre linéaire partiel sur C , le vecteur δ doit vérifier les contraintes suivantes :

$$\delta_{uv} + \delta_{vu} + \delta_{uu} \leq 1 \quad \forall u, v \in N, u \neq v, \quad (3)$$

$$\delta_{uv} + \delta_{vu} + \delta_{uu} + \delta_{vv} \geq 1 \quad \forall u, v \in N, u \neq v, \quad (4)$$

$$\delta_{uv} + \delta_{vw} - \delta_{uw} \leq 1 \quad \forall u, v, w \in N, \\ u \neq v \neq w \neq u. \quad (5)$$

Les inégalités (3) et (4), appelées respectivement *inégalités de 1-monocycle* et *inégalités de 2-clique*, imposent que deux éléments distincts de C soient comparables (i.e., $\delta_{uv} + \delta_{vu} = 1 - \max\{\delta_{uu}, \delta_{vv}\}$ pour tout $u \in N$ et $v \in N \setminus \{u\}$). Les inégalités (5), appelées *inégalités de transitivité*, expriment le fait que la relation sur C doit être transitive. Soit

$$P_{\text{OLP}}^n = \text{conv}\{\delta \in \{0, 1\}^{n^2} : \delta \text{ satisfait (3) - (5)}\}$$

le *polytope des ordres linéaires partiels*, c'est-à-dire l'enveloppe convexe des vecteurs δ associés aux solutions de POLP. Le problème des ordres linéaires partiels revient ainsi à résoudre le problème $\min\{w\delta : \delta \in P_{\text{OLP}}^n\}$. Même si théoriquement P_{OLP}^n

peut être décrit par un ensemble d'équations et d'inégalités linéaires, nous n'en avons à ce stade qu'une description partielle donnée par les inégalités (3)-(5) et les inégalités de bornes

$$0 \leq \delta_{uv} \leq 1 \quad \forall u, v \in N. \quad (6)$$

Par ailleurs, nous n'avons pas encore identifié quelles inégalités parmi (3)-(6) sont non redondantes. Pour cela, nous devons tout d'abord établir la dimension du polytope P_{OLP}^n (i.e., trouver le nombre maximum de points affinement indépendants appartenant à P_{OLP}^n). Ensuite pour chacune des inégalités $a\delta \leq \alpha$ valide pour P_{OLP}^n , nous devons déterminer si la *face* qu'elle induit (i.e., le polytope $\{\delta \in P_{\text{OLP}}^n : a\delta = \alpha\}$) est maximale au sens de l'inclusion, auquel cas cette inégalité définit une *facette* de P_{OLP}^n . Les inégalités définissant des facettes de P_{OLP}^n induisent donc des faces de dimension $\dim(P_{\text{OLP}}^n) - 1$ et correspondent aux inégalités nécessaires dans la description de P_{OLP}^n . À l'inverse, toute inégalité valide pour P_{OLP}^n qui induit une face de dimension au plus $\dim(P_{\text{OLP}}^n) - 2$ est redondante dans la description de P_{OLP}^n .

Dans [8], Sirdey et Kerivin ont montré que le polytope P_{OLP}^n est de pleine dimension (i.e., $\dim(P_{\text{OLP}}^n) = n^2$). Ils ont par ailleurs montré le résultat de *lifting* (i.e., extension d'une facette dans une espace plus grand) suivant.

Théorème 1 [8] *Soient $a\delta \leq \alpha$ une inégalité définissant une facette de P_{OLP}^n et $\bar{a} \in \mathbb{R}^{(n+1)^2}$ tel que $\bar{a}_{uv} = a_{uv}$ pour tout $u, v \in N$, et $\bar{a}_{uv} = 0$ si $u = n+1$ ou $v = n+1$. Alors, l'inégalité $\bar{a}\delta \leq \alpha$ définit une facette de P_{OLP}^{n+1} . \square*

Ce théorème est très utile pour montrer qu'une inégalité valide $a\delta \leq \alpha$ définit une facette de P_{OLP}^n . En effet, il permet de ne considérer dans la preuve que le sous-ensemble N' de N composé des éléments couverts par l'inégalité (i.e., $N' = \{u \in N : \exists v \in N \text{ tel que } a_{uv} \neq 0 \text{ ou } a_{vu} \neq 0\}$).

Théorème 2 [8] *Les inégalités $\delta_{uv} \geq 0$ pour $u, v \in N$ et $u \neq v$, (3) et (4) définissent des facettes de P_{OLP}^n . \square*

Théorème 3 [8] *Les inégalités $\delta_{uu} \geq 0$ pour $u \in N$, $\delta_{uv} \leq 1$ pour $u, v \in N$ et (5) ne définissent pas des facettes de P_{OLP}^n . \square*

Plus particulièrement, les inégalités de transitivité (5) ne définissent pas des facettes car elles ne correspondent pas à des faces maximales de P_{OLP}^n . En effet, la face $\{\delta \in P_{\text{OLP}}^n : \delta_{uv} + \delta_{vw} - \delta_{uw} = 1\}$ est strictement incluse dans la face $\{\delta \in P_{\text{OLP}}^n : \delta_{vv} = 0\}$,

cette dernière étant strictement incluse dans P_{OLP}^n . Afin d'améliorer la description partielle de P_{OLP}^n , Sirdey et Kerivin [8] ont étendu les inégalités de transitivité en une nouvelle famille d'inégalités définissant des facettes de P_{OLP}^n .

Théorème 4 [8] *Soient $u, v, w \in N$ tels que $u \neq v \neq w \neq u$. L'inégalité de transitivité étendue*

$$\delta_{uv} + \delta_{vw} - \delta_{uw} + \delta_{vv} \leq 1 \quad (7)$$

défini une facette de P_{OLP}^n . \square

Nous remarquons par ailleurs que toutes les inégalités du théorème 3 peuvent être obtenues à partir des inégalités (3), (4), (7) et $\delta_{uv} \geq 0$ pour $u, v \in N$, $u \neq v$. Nous pouvons ainsi ne considérer que ces dernières dans la définition de P_{OLP}^n . Puisque ce nombre d'inégalités est polynomial, la résolution de la relaxation linéaire peut se faire en temps polynomial. Néanmoins en raison du caractère NP-difficile de POLP, il paraît très peu vraisemblable de pouvoir obtenir une description explicite de P_{OLP}^n . Par conséquent, afin de renforcer cette relaxation linéaire et de décrire d'une manière un peu plus précise P_{OLP}^n , Sirdey et Kerivin [8] ont, entre autres, généralisé les inégalités de 1-monocycle (3) et de 2-clique (4) en deux familles d'inégalités qui elles aussi définissent des facettes de P_{OLP}^n .

L'étude initiale du problème des ordres linéaires partiels a été motivée par celle d'un problème d'ordonnement à contraintes de ressource auquel nous nous intéressons dans la prochaine section. Ce problème, appelé problème de déplacements de processus, est issu de l'industrie des télécommunications et est lié à l'opérabilité de certains systèmes temps réels répartis à haute disponibilité [7].

3 Le problème de déplacements de processus

Considérons un système réparti composé d'un ensemble de *processeurs* U . Chaque processeur u de U fournit une certaine quantité de ressource $R_u \in \mathbb{N}$. Soient P un ensemble de *processus* et $r_p \in \mathbb{N}$ la quantité de ressource consommée par un processus p de P . Un *état admissible* du système est une fonction $f : P \rightarrow U \cup \{u_\infty\}$ telle que

$$\sum_{p \in P(u; f)} r_p \leq R_u \quad \forall u \in U, \quad (8)$$

où u_∞ est processeur fictif de ressource infinie et $P(u; f) = \{p \in P : f(p) = u\}$. Étant donnés deux

états admissibles f_s et f_t , nous cherchons une séquence de déplacements de processus la moins perturbatrice pour le système qui permette de passer de f_s à f_t . Notons par $M \subseteq P$ l'ensemble des processus qui doivent être déplacés (i.e., $M = \{p \in P : \exists u \in U \text{ tel que } p \in P(u; f_s) \setminus P(u; f_t)\}$). Tout processus m de M peut soit *migrer* de son processeur source s_m (i.e., $f_s(m) = s_m$) vers son processeur cible t_m (i.e., $f_t(m) = t_m$), soit être *interrompu* puis redémarré ultérieurement sur t_m . Une migration de processus n'a aucun impact sur le service (le processus m utilise alors de la ressource sur s_m et t_m) tandis qu'une interruption induit une perte de service temporaire. Le *problème de déplacements de processus (PDP)* consiste ainsi à trouver une séquence de déplacements des processus de M telle que (8) est toujours vérifiée pendant la reconfiguration du système, chaque processus de M n'est déplacé (i.e., migré ou interrompu) qu'une seule fois et enfin le coût lié aux interruptions de processus est minimum. Sirdey et al. [7] ont montré que le PDP est NP-difficile au sens fort (par restriction au problème 3-partition). Ils ont également présenté quelques cas particuliers polynomiaux.

Pour des raisons opérationnelles, les interruptions de processus ont toutes lieu au début de la phase de reconfiguration. De plus, en raison du caractère complexe et potentiellement risqué d'une migration, deux processus ne peuvent pas migrer simultanément. Par conséquent, la structure d'ordre linéaire apparaît relativement naturellement sur les migrations de processus avec la restriction que les contraintes de ressource (8) sont vérifiées par rapport à l'ordre linéaire. Autrement dit nous pouvons utiliser les variables d'ordre linéaire partiel δ introduites dans la section 2 pour représenter les interruptions et les migrations. Une variable δ_{mm} pour $m \in M$ indique si le processus m est interrompu ou pas, et une variable $\delta_{m_1 m_2}$ pour $m_1, m_2 \in M$ et $m_1 \neq m_2$ ordonne les migrations de m_1 et m_2 . Nous pouvons alors exprimer par les inégalités suivantes le fait qu'à chaque étape de la reconfiguration la contrainte (8) est satisfaite

$$(1 - \delta_{mm})r_m - \sum_{m' \in S(t_m)} r_{m'}(\delta_{m'm'} + \delta_{m'm}) + \sum_{m' \in T(t_m) \setminus \{m\}} r_{m'} \delta_{m'm} \leq K_{t_m} \quad \forall m \in M, \quad (9)$$

où pour tout processeur u de U , $K_u = R_u - \sum_{p \in P(u; f_s)} r_p$ représente la ressource résiduelle et $S(u) = \{m \in M : s_m = u\}$ (resp. $T(u) = \{m \in M : t_m = u\}$) l'ensemble des processus de M ayant u comme processeur source (resp. cible). Le problème

de déplacements de processus revient donc à minimiser une fonction linéaire (e.g., $\sum_{m \in M} w_{mm} \delta_{mm}$) sur le *polytope des déplacements de processus*

$$P_{DP}^M = \text{conv}\{\delta \in \{0, 1\}^{n^2} : \delta \text{ satisfait (3), (4), (7), (9)}\}$$

où $n = |M|$. Le polytope P_{DP}^M correspond ainsi à l'intersection du polytope des ordres linéaires partiels P_{OLP}^n et de celui induit par les inégalités (9). Par conséquent, toute inégalité valide pour POLP reste valide pour PDP. Par contre, toute facette de P_{OLP}^n ne donne pas forcément une facette de P_{DP}^M . Après avoir établi la dimension du polytope P_{DP}^M , Kerivin et Sirdey [4] ont donné des conditions nécessaires et suffisantes (relativement peu restrictives) pour que toutes leurs inégalités définissant des facettes de P_{OLP}^n définissent également des facettes de P_{DP}^M . Ils ont également montré que les inégalités (9) ne définissent jamais des facettes de P_{DP}^M . Ce dernier point a été conforté par de mauvais résultats empiriques (en partie en raison d'une relaxation linéaire très faible) obtenus par un algorithme de coupes et branchements pour le PDP basé sur les inégalités (3), (4), (6), (7), (9). Kerivin et Sirdey [4] ont alors introduit de nouvelles inégalités qui permettent de modéliser les contraintes (8).

Théorème 5 [4] *Soient $m_0 \in M$, $A \subseteq T(t_{m_0}) \setminus \{m_0\}$ et $\emptyset \neq B \subseteq S(t_{m_0})$ tels que*

$$r_{m_0} + \sum_{m \in A} r_m > K_{t_{m_0}} + \sum_{m \in \bar{B}} r_m,$$

avec $\bar{B} = S(t_{m_0}) \setminus B$. Alors l'inégalité de *t-recouvrement*

$$\sum_{m \in A} \delta_{mm_0} + \sum_{m \in B} \delta_{m_0m} \leq (|A| + |B| - 1)(1 - \delta_{m_0m_0}) \quad (10)$$

est valide pour P_{DP}^M . \square

Ces inégalités expriment le fait que tous les processus de $A \cup \{m_0\}$ ne peuvent pas être migrés (vers t_{m_0}) si aucun des processus de B n'a été déplacé (de t_{m_0}). Par ailleurs, Kerivin et Sirdey [4] ont donné des conditions nécessaires et suffisantes (relativement peu restrictives) pour que les inégalités de *t-recouvrement* définissent des facettes de P_{DP}^M . Ils ont également obtenu que l'on peut remplacer les inégalités (9) par les inégalités (10) dans la formulation du PDP en terme de programme linéaire en nombres entiers.

Nous sommes donc passés d'une formulation ayant un nombre polynomial d'inégalités à une formulation en ayant un nombre exponentiel. Puisqu'il y a une équivalence entre un problème d'optimisation sur un polyèdre et le *problème de séparation*

associé à ce polyèdre (voir [5]), la complexité de la résolution de la relaxation linéaire basée sur les inégalités (3), (4), (6), (7), (10) est la même que celle du problème de séparation associé au polyèdre induit par les inégalités de *t-recouvrement*. Ce dernier consiste, étant donné un point δ de \mathbb{R}^{n^2} , à déterminer si δ vérifie toutes les inégalités (10), et sinon à trouver une inégalité (10) violée par δ . Kerivin et Sirdey [4] ont montré que ce problème de séparation peut se ramener à la résolution de $2n$ problèmes du sac à dos et ont ainsi établi sa complexité.

Théorème 6 [4] *Le problème de séparation associé aux inégalités de t-recouvrement (10) peut être résolu en temps pseudo-polynomial.* \square

Des inégalités similaires à (10), appelées *inégalités de s-recouvrement*, peuvent être obtenues en déclinant le même principe sur le processeur source s_{m_0} au lieu du processeur cible t_{m_0} . De nouveau, des conditions nécessaires et suffisantes de facettes ont été données et la pseudo-polynomialité de leur problème de séparation a été prouvée [4]. Un algorithme de coupes et branchements basé sur l'ensemble des inégalités que nous venons de voir (i.e., (3), (4), (6), (7), (10) et les inégalités de *s-recouvrement*) a donné de très bons résultats empiriques sur des instances difficiles (à la fois en termes de taille mais aussi de ressource résiduelle) [9]. Sous une contrainte de limitation du temps de calcul à quatre heures, cet algorithme, quand il n'a pas trouvé de solution optimale, a donné une solution approchée à moins de 5% de l'optimum (mentionnons qu'afin d'élaguer l'arbre de recherche, une solution primale initiale est obtenue par l'algorithme du recuit simulé). Plus récemment, Kerivin [2] a introduit de nouvelles inégalités pouvant définir des facettes de P_{DP}^M et permettant d'améliorer les performances de l'algorithme de coupes et branchements de [9].

4 Conclusion

Les ordres linéaires partiels se sont donc avérés très pertinents pour l'étude d'un problème d'ordonnement à contraintes de ressource, donnant lieu à des algorithmes de coupes et branchements très efficaces. Ce concept d'ordre linéaire partiel peut également servir à la modélisation (et à la résolution) d'un problème de reroutage dans des réseaux MPLS [6] et dans des problèmes de transport où chaque produit peut être déchargé en cours d'acheminement et rechargé ultérieurement jusqu'à arriver à sa destination [3].

Références

- [1] S. Fiorini, "Polyhedral combinatorics of order polytopes", thèse de doctorat, Université Libre de Bruxelles (2001).
- [2] H. L. M. Kerivin, "On the process move polytope : Facets and branch-and-cut", soumis à *Operations Research* (2007).
- [3] H. L. M. Kerivin, M. Lacroix et A. R. Mahjoub, "Models for the preemptive pickup and delivery problem with one vehicle", soumis à *Discrete Optimization* (2007).
- [4] H. L. M. Kerivin et R. Sirdey, "Polyhedral combinatorics of a resource-constrained ordering problem part II : On the process move program polytope", soumis à *Mathematical Programming* (2006).
- [5] A. R. Mahjoub, "Approches polyédrales", dans *Optimisation Combinatoire I, concepts fondamentaux*, V. Paschos (Ed.), Hermes, Paris (2005) 263–329.
- [6] R. Sirdey, Communication personnelle.
- [7] R. Sirdey, J. Carlier, H. L. M. Kerivin et D. Nace, "On a resource-constrained scheduling problem with application to distributed systems reconfiguration", *European Journal of Operational Research* 183 (2007) 546–563.
- [8] R. Sirdey et H. L. M. Kerivin, "Polyhedral combinatorics of a resource-constrained ordering problem part I : On the partial linear ordering polytope", soumis à *Mathematical Programming* (2006).
- [9] R. Sirdey et H. L. M. Kerivin, "A branch-and-cut algorithm for a resource-constrained scheduling problem", à paraître dans *RAIRO Operations Research* 41 (2007).

Le bureau de la ROADEF

Le mandat du bureau actuel court jusqu'à la fin de l'année 2007. Le nouveau bureau sera associé aux travaux de l'ancien durant le second semestre 2007.

Contactez le bureau

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

- president@roadef.org : Jean-Charles Billaut, puis Olivier Hudry
- secretaire@roadef.org : Clarisse Dhaenens-Flipo
- tresorier@roadef.org : David De Almeida, puis Denis Montaut
- vpresident1@roadef.org : Eric Sanlaville, puis Christelle Guéret-Jussien (le bulletin)
- vpresident2@roadef.org : Safia Kedad-Sidhoum, puis Francis Sourd (le site web)
- 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

Hommage

Peter L. Hammer (1936-2006)

par Dominique De Werra ¹

En août 2006, le Valais accueillait à Leukerbad les participant(e)s au congrès *GO V* (Graphs and Optimisation) qui venaient célébrer avec quelques mois d'avance le 70^{ème} anniversaire du Professeur Peter L. Hammer.

C'est avec consternation que la communauté scientifique a appris six mois plus tard le décès tragique de Peter L. Hammer survenu le 27 décembre 2006 dans un accident de voiture aux USA.

Lors du congrès FRANCORO-ROADEF de Grenoble en février 2007, le Professeur Yves Crama qui a été un élève, un collègue et un ami très proche de Peter L. Hammer, lui a rendu avec beaucoup de sensibilité et de tact un hommage émouvant où ont été évoquées les facettes de cette personnalité hors du commun, qui a toujours entretenu des liens très étroits avec la communauté francophone en particulier.

Peter L. Hammer est né en Roumanie le 23 décembre 1936 et il a obtenu son doctorat en mathématiques à l'Université de Bucarest. Avec son épouse Anca, il quitte son pays en 1967 pour devenir professeur au Technion à Haïfa avant d'émigrer au Canada en 1969 où il poursuit ses travaux à l'Université de Montréal d'abord et par la suite dans la fameuse Faculty of Mathematics de l'Université de Waterloo. En 1983, il se fixe aux USA à la Rutgers University (New Brunswick, NJ) où il crée et dirige le RUTCOR (Rutgers University Center for Operational Research).

Chercheur de réputation internationale, Peter L. Hammer a été honoré lors de nombreuses conférences telles le « First International Colloquium on Pseudo-Boolean Optimization » (Chexbres, Suisse, 1987) et l'« International Conference on Graphs and Optimization » (Congrès GO V, Leukerbad, Suisse, 2006) déjà mentionné. Il a reçu des distinctions académiques multiples, dont en particulier des doctorats honoris causa de l'EPFL et de l'Université de Rome.

Le nom de Peter L. Hammer est intimement lié au concept d'optimisation pseudo-booléenne dont il a été le pionnier par excellence. Son œuvre essentielle a été d'explorer et de découvrir des interactions remarquables qui existent entre la recherche

opérationnelle, les méthodes booléennes, l'optimisation combinatoire et en particulier la théorie des graphes. Son livre « Boolean Methods in Operations Research and Related Areas » [1] a formé et inspiré une multitude de chercheurs qui ont depuis contribué – souvent comme co-auteurs de P.L. Hammer – à étendre encore les connaissances en optimisation pseudo-booléenne en particulier.

Auteur d'une vingtaine de livres et de plus de 240 articles scientifiques, infatigable homme d'action, Peter L. Hammer a encore fondé une série impressionnante de journaux scientifiques internationaux dont il a été l'éditeur en chef (on ne citera que *Discrete Mathematics*, *Discrete Applied Mathematics*, *Discrete Optimization*) et à cela s'ajoutent des collections d'ouvrages dont les *Annals of Discrete Mathematics* ou encore les *Annals of Artificial Intelligence* et les *Annals of Operations Research*.

À côté de ces activités qui auraient occupé quasiment à plein temps, Peter L. Hammer manifestait encore son souci de transmettre sous une forme motivante la somme des connaissances accumulées durant des années; il préparait en effet avec Yves Crama un ouvrage qui paraîtra bientôt sous le titre de « Theory of Boolean Functions ».

Passionné par la mise en œuvre des techniques booléennes pour la résolution de problèmes réels, Peter L. Hammer s'est occupé ces dernières années d'analyse de données où ses techniques (dont la LAD, Logiciel Analysis of Data) ont permis de mettre en évidence des particularités et des structures sous-jacentes qui ont ainsi aidé à établir des diagnostics médicaux avec davantage de précision.

Le monde francophone a eu l'immense privilège d'entretenir des contacts scientifiques et amicaux avec Peter L. Hammer qui a été professeur invité à l'EPFL ainsi qu'à l'Université de Grenoble, institutions où avec sa famille, il a passé plusieurs années. Ces visites ont été enrichissantes pour toutes celles et tous ceux qui ont ainsi pu interagir de manière suivie avec cette personnalité attachante et stimulante qui savait toujours mettre en confiance les chercheurs débutants, écouter les jeunes docteurs, conseiller et guider les collègues d'autres horizons scientifiques. C'est ce sens profond de l'écoute qui

¹Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne

a fait de Peter L. Hammer la source d'une multitude de découvertes inattendues qui ont conduit à des développements très fructueux ; l'économiste suisse Christian Ebenegger, disparu prématurément en 2002 en est une illustration frappante. Ayant pressenti l'existence d'une transformation à saveur pseudo-booléenne qui était susceptible de réduire la taille d'un ensemble stable de sommets dans un graphe, il en parla à Peter L. Hammer, en ses termes d'économistes, et l'insistance passionnée de Christian Ebenegger, conduisit à la découverte d'une opération originale qui a depuis été baptisée struction.

Nombreux sont ainsi ceux qui expriment leur reconnaissance à Peter L. Hammer pour son écoute, son humanité et son amitié, vertus sans lesquelles la vie scientifique ne serait rien ! A son épouse, Anca, à ses fils Maxime et Alex ainsi qu'à leurs familles, nous adressons un signe ému de sympathie et surtout de reconnaissance.

Et chacun de nous se souviendra toujours qu'à côté de sa passion pour les fonctions booléennes et la logique, Peter L. Hammer avait un sens peu com-

mun de l'humour. Son conte pseudo-booléen « Abu Bul in Graphistan », a story of the 1-0-0-1 nights, by Ali Hamor [2] en est une magnifique illustration.

Cet humour se manifestait d'ailleurs en toutes circonstances : ayant un jour enregistré la commande de Peter Hammer dans un bar américain, la sommelière lui annonce avec un grand sourire : « - If you need anything, my name is Kathy! » A quoi, Peter Hammer répond très logiquement : « - And otherwise? »

Références

- [1] P.L. Hammer, S. Rudeanu, *Boolean Methods in Operations Research*, Springer-Verlag, 1968.
- [2] Ali Hamor (1980) *Abu Bul in Graphistan : stories of the 1-0-0-1 nights*, in Regards sur la théorie des graphes (P. Hansen, D. de Werra, eds), Presses Polytechniques Romandes, 1980.
- [3] voir aussi : <http://rutcor.rutgers.edu/peterhammer.html>



Vie de l'association

Assemblée Générale Ordinaire de la ROADEF

21 février 2007, Grenoble

Compte rendu

par Clarisse Dhaenens

Le 21 février 2007 de 16h30 à 18h30, s'est tenue à Grenoble l'assemblée générale de la ROADEF. 103 adhérents étaient présents et 10 procurations avaient été distribuées. Soit un total de 113 adhérents représentés.

Le président, Jean-Charles Billaut, a commencé par présenter le bilan de l'année 2006 :

- Etats des adhésions en 2006 (nombre d'adhérents, répartition géographique ...)
- Rapport financier de l'association pour 2006 (accepté par vote à l'unanimité)
- Rapport moral de l'association en 2006

1. Vie de la ROADEF
2. Revues
3. EURO
4. Nouvelles du GDR RO
5. Actions de promotion

Le rapport moral 2006 a été accepté par vote à l'unanimité

Puis, le président a présenté les actions à venir :

- ROADEF'08 : Le LIMOS (Clermont Ferrand) propose de coupler le congrès avec les journées MODE (accepté par vote à l'unanimité).
- Adhésion à l'ASTI : La ROADEF propose de faire adhérer ses membres à l'ASTI¹ (accepté par vote à l'unanimité).
- Cotisations pour 2008 : Pas de modification de cotisation prévue (accepté par vote à l'unanimité).
- Renouvellement du bureau : Le calendrier des élections est présenté et un appel à candidature est lancé (calendrier accepté par vote à l'unanimité).
- Organisation du challenge : Une nouvelle équipe viendra remplacer Van-Dat Cung qui était chargé d'organiser le challenge (voir plus loin).
- Perspectives d'action 2007.
- Appels à candidature : Organisation de ROADEF'09, EURO-P-E ...

Le GDR Recherche Opérationnelle

communiqué par Philippe Chrétienne

Le Conseil Scientifique du GDR s'est réuni à l'EPU Tours le vendredi 16 mars 2007 pour discuter du bilan de l'année 2006, des perspectives pour 2007 et décider des soutiens aux propositions de projet 2007.

Projets

Sur 12 projets 2006, 4 ont donné lieu à des dépôts de projets ANR. Le GDR soutient l'idée de continuer à financer de l'ordre d'une dizaine de projets. Chaque projet a une durée de vie d'un an, est éventuellement renouvelable une seule fois (mais

alors moins financé la seconde année).

Ecoles Jeunes Chercheurs

Il s'agit d'organiser des journées ciblées sur une thématique (exemple : approche polyédrique, programmation mathématique, ...). L'objectif est de renforcer la formation de nos doctorants grâce à des tutoriaux pédagogiques sur une période de 2 jours. Avec une présentation adéquate, certains doctorants pourraient certainement faire valider une participation à une école jeunes chercheurs comme un module de leur Ecole Doctorale de rattachement.

¹candidature acceptée par le bureau de l'ASTI en avril 2007

Le principe de soutien du GDR RO est que ce dernier prenne en charge soit le déplacement, soit l'hébergement.

La première EJC du GDR devrait avoir lieu au printemps 2008 à Avignon sur : « Problèmes de Tournees de Véhicules » (D. Feillet, M. Gendreau, G. Laporte). La seconde sera organisée à Nancy par M-C. Portmann sur une nouvelle thématique pour laquelle nous attendons des propositions.

Club partenaires industriels

Un club partenaires industriels du GDR RO (idée proposée par F. Chevalier de chez Thalès) est sur le point d'être créé. Beaucoup d'industriels ont répondu favorablement. Une première réunion « constitutive » est prévue le 18 juin au LIP6. Nous informerons les membres du GDR du rôle de ce club à l'issue de cette réunion.

Soutien aux manifestations scientifiques et groupes de travail

Confiance est faite au directeur du GDR pour décider du montant raisonnable à offrir en soutien aux organisations de manifestations scientifiques.

Un bilan sur les GT du GDR a été réalisé. Dès que le financement des projets 2007 aura été réalisé, le GDR examinera sa situation financière pour éventuellement soutenir les GT. Les Relations avec les autres GDR sont bonnes et sont concrétisées par l'intermédiaire des GT à double rattachement.

Projets 2007

Le CS du GDR a examiné les propositions de projet 2007 : 12 nouveaux projets et 4 demandes de renouvellement. Il a constaté que les critères avaient été mieux compris cette année et que globalement tous les projets étaient scientifiquement intéressants et méritaient d'être soutenus. Concernant les renouvellements, le CS a décidé, pour favoriser les renouvellements des sujets, d'accorder au plus une année de prolongation, et que le soutien d'un renouvellement serait sensiblement moins important que celui d'un nouveau projet.

Philippe Chrétienne, directeur du GDR RO, tient à remercier l'équipe de Tours et particulièrement C. Lente et A. Soukhal, pour la remarquable organisation des journées bilan 2006 du GDR à Tours.

Résultats du Challenge ROADEF 2007

Christian Artigues et Van Dat Cung

Christian.Artigues@laas.fr Van-Dat.Cung@inpg.fr

La remise des prix du challenge ROADEF 2007 a eu lieu lors du congrès FRANCORO V / ROADEF2007 à Grenoble le 21 février 2007. Le sujet de cette 5^{ème} édition du challenge, proposée par l'opérateur France-Télécom, concernait la Planification des Techniciens et des Interventions pour les Télécommunications.

Comme nous l'annoncions dans le précédent bulletin, deux prix ont été offerts par France Télécom (3000 Euros pour la catégorie Senior et 3000 Euros pour la catégorie Junior). ILOG a présenté des prix d'un montant de 850 Euros et des licences pour des logiciels. EURODECISION a présenté un prix d'un montant de 300 Euros. Ce challenge a comporté une nouveauté : France-Télécom a mis à la disposition des candidats déclarés un accès à une machine de tests avec la suite d'optimisation mise à disposition par ILOG (OPL Studio, CPLEX, Solver, Scheduler).

Le caractère international du challenge a été parti-

culièrement marquant cette année avec des équipes provenant de 14 pays différents. Mais place aux résultats !

Catégorie Senior, le challenge a été remporté par Cor HURKENS (Department of Mathematics and Computer Science of the Eindhoven University of Technology, The Netherlands). Son approche est principalement basée sur une borne inférieure autorisant la préemption des interventions et un algorithme de construction de solutions résolvant au moyen de la programmation linéaire en nombres entiers un problème de couplage des interventions aux techniciens. Il faut noter que c'est la première fois qu'une approche basée sur des techniques polyédrales remporte le challenge, devançant ainsi les méthodes performantes de recherche locale même sur les problèmes de grande taille. L'intérêt industriel d'une analyse fine de la structure du problème à résoudre est ainsi démontré par cet exploit.

Catégorie Junior, c'est l'équipe constituée

de Sylvain BOUSSIER (LGI2P/Ecole des Mines d'Ales), Hideki HASHIMOTO (Kyoto University, Department of Applied Mathematics and Physics, Japan) et Michel Vasquez (LGI2P/Ecole des Mines d'Ales) qui a brillamment remporté la victoire. Leur méthode utilise également la programmation linéaire pour effectuer un prétraitement des interventions sous-traités puis une recherche locale itérée.

Notons que des délais très courts ont été imposés cette année aux candidats. Il faut ainsi saluer l'ensemble des participants pour la qualité de leur travaux, réalisés dans des conditions de temps de réponse industriels! En particulier, bravo à Peter KORTEWEG (Department of Mathematics and Computer Science of the Eindhoven University of Technology, The Netherlands) qui a obtenu la place de second dans la catégorie Junior avec un algorithme glouton de type « ordonnancement de liste » très efficace. L'Université d'Eindhoven se distingue ainsi par des places sur le podium dans les deux catégories. Dans la catégorie Senior, on retrouve en seconde position les vainqueurs du challenge précédent : la brillante équipe marseillaise du Laboratoire d'Informatique Fondamentale constituée de Bertrand ESTELLON, Frédéric GARDI, Karim NOUIOUA et leur méthode de recherche locale à l'implémentation extrêmement soignée. Grace à des

techniques d'accélération du processus d'évaluation du voisinage, leur méthode dépasse le milliard de solutions visitées pour 20 minutes d'exécution! Notons que leurs résultats sont très proches de ceux du vainqueur du challenge, avec une méthode radicalement différente.

Les détails des résultats du challenge peuvent être consultés sur le site www.g-scop.inpg.fr/ChallengeROADEF2007/

Il faut aussi souligner (C'est Christian qui souligne!) que ce challenge a été pour la dernière fois (provisoirement ?) organisé par Van Dat Cung que le bureau de la ROADEF a tenu à remercier chaleureusement lors de la remise des prix pour son énorme travail et son dévouement ayant permis le succès des 5 éditions du challenge depuis 1999. Merci Van Dat!

La prospection pour le challenge ROADEF 2009 a maintenant démarré. N'hésitez pas à contacter la nouvelle équipe du challenge pour toute suggestion concernant l'organisation du prochain challenge prévu en 2009. Vous pouvez également nous envoyer toute proposition de sujet ou contact industriel à un des membres de l'équipe :

- christian.artigues@laas.fr
- eric.bourreau@lirmm.fr
- olivier.briant@inpg.fr
- hakim.mabed@utbm.fr

Quelques annonces éditoriales

Un certain nombre de livres traitant de la recherche opérationnelle sont parus récemment. En voici quelques uns, la liste est loin d'être exhaustive (la priorité est donnée aux ouvrages francophones ou édités par des membres de l'association). Une rubrique *livres* est également tenue à jour sur le site. Si vous avez récemment écrit ou édité un ouvrage, ou si vous avez particulièrement apprécié un ouvrage, signalez-le au bureau!

Décompositions combinatoires et applications industrielles, Thierry Benoist, Hermès sciences, 2007.

Optimisation discrète : De la modélisation à la résolution par des logiciels de programmation mathématique, A. Billionnet, Dunod, 2007.

Les systèmes de production modernes, Alexandre Dolgui, Jean-Marie Proth. Hermès Science, 2006.

Volume 1 : conception, gestion et optimisation,

Volume 2 : outils et corrigés des exercices.

Simulation à événements discrets, Gérard Fleury, Philippe Lacomme et Alain Tanguy, Eyrolles, 2007.

Optimisation combinatoire, Vangelis Paschos, Hermès sciences, traité IC2, mars 2007.

Volume 4 : problèmes paradigmatiques,

Volume 5 : problèmes paradigmatiques et nouvelles problématiques.

Optimisation en traitement du signal et de l'image, Ouvrage coordonné par Patrick Siarry, Hermès sciences, traité IC2, Mars 2007.

Advances in Metaheuristics for Hard Optimization, Patrick Siarry et Zbigniew Michalewicz (Eds.), Natural Computing Series, Springer, Septembre 2007.

Parallel Combinatorial Optimization, El-Ghazali Talbi (Ed.), Wiley & Sons, Octobre 2006.

Manifestations parrainées par la ROADEF

Compte rendu de FRANCORO V / ROADEF 2007

Grenoble, 20–23 février 2007

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

par Nadia Brauner

La conférence conjointe FRANCORO V/-ROADEF2007 a regroupé les cinquièmes journées Francophones de Recherche Opérationnelle (FRANCORO) et le huitième congrès de la société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision. Elle était organisée par les universités de Grenoble et s'est déroulée dans une ambiance amicale et studieuse, les 20, 21, 22 et 23 février 2007 dans les locaux de l'ENSIEG-INP Grenoble sur le campus universitaire.

Tous les thèmes de la Recherche Opérationnelle et de l'Aide à la Décision étaient éligibles. Cette conférence a permis de favoriser les échanges, de concrétiser des collaborations entre chercheurs, de diffuser les résultats les plus récents notamment auprès des industriels nationaux et régionaux, de participer à la formation des jeunes chercheurs qui étaient fortement encouragés à présenter leurs travaux (prix d'inscriptions faibles et éventuellement exemption des frais d'inscription), et d'annoncer ... la naissance du nouveau laboratoire grenoblois G-SCOP (Grenoble - Sciences pour la Conception, l'Optimisation et la Production).

Cette manifestation a été un succès puisqu'elle a réunis près de 400 participants (390 inscrits + accompagnants) issus d'une vingtaine de pays différents. Les présentations étaient sous la forme de plénières invitées (Yves Crama, Alain Hertz et Gérard Cornuejols), de semi-plénières invitées (ILOG, EURODECISION-Renault, AIRFRANCE et Alma), de 9 présentations pour les lauréats du Challenge ROADEF2007 et de 237 contributions (éventuellement dans des sessions invitées). De nombreux industriels spécialistes ou utilisateurs de la Recherche Opérationnelle étaient présents parmi lesquels en plus des semi-plénières : Bouygues, DASH Optimization, EDF R&D, FRANCE TELECOM R&D, Gaz de France, La Poste/Direction Technique, SNCF, AIMMS, etc. Leurs présences

confirment d'une part les nombreux liens tissés depuis des années dans notre discipline entre le monde académique et celui de l'industrie, d'autre part l'importance première de notre discipline dans la performance des applications industrielles.

L'équipe organisatrice souhaite ici émettre ses sincères remerciements à l'ensemble des sponsors de cette conférence, pour leurs contributions qui nous ont permis de réaliser cet événement majeur en Recherche Opérationnelle et Aide à la Décision francophone : en particulier, la Mairie de Grenoble pour son accueil de Bienvenue par Monsieur Alain PILAUD (Adjoint au Maire délégué aux Sports et à l'Animation), nos institutions de tutelle l'INP Grenoble (Madame Mireille JACOMINO), l'Univ. Joseph Fourier (Madame Christiane KERIEL) et le CNRS (Monsieur Younis HERMES), et bien sûr le comité de pilotage de FRANCORO et le bureau de la ROADEF.

Le site web présente les sponsors de la conférence, le programme, la liste des participants et les comités. Sont également disponibles les actes (résumés et articles longs) de la conférence et quelques photos retraçant les moments marquants de cette conférence (les photos sont uniquement accessibles pour les participants). Outre les plénières et semi-plénières d'une grande qualité scientifique et technique, on peut y trouver le vibrant hommage rendu au Professeur Peter HAMMER par Yves CRAMA, le chaleureux cocktail à la Mairie de Grenoble, le dîner «magiquement chantant et challengeant» à MINATEC, l'air de montagne façon «Chamrousse», etc.

Maintenant, le flambeau de l'organisation de la conférence ROADEF2008 est transmis à nos collègues de Clermont-Ferrand, et nous leur envoyons nos meilleurs voeux de succès!

**Le comité d'organisation de
FRANCORO V/ROADEF2007**

Compte rendu de la journée industrielle de la ROADEF

Optimisation des ressources dans les entreprises

Belfort, le 21 décembre 2006

par Alexandre Caminada et Marie-Ange Manier¹

Cette journée était parrainée par la ROADEF et le CNRS (Groupe de Recherche « Recherche Opérationnelle »). L'objectif général de cette manifestation organisée par le laboratoire SET de l'UTBM était de communiquer auprès des entreprises, collectivités et chercheurs du Grand-Est (Franche-Comté, Alsace, Lorraine, Bourgogne) sur les applications de la recherche opérationnelle. Le laboratoire SET comprend une dizaine de chercheurs permanents investis dans le domaine de la recherche opérationnelle et contributeurs réguliers aux groupes META et BERMUDES du GdR MACS et au GdR RO.

Trois familles d'applications étaient visées : le transport, la logistique et les communications mobiles. La présence du Pôle de Compétitivité « Véhicule du Futur » <http://www.vehiculedefutur.com/> des régions Franche-Comté et Alsace illustre la sensibilité des entreprises, des collectivités et des organismes de recherche de l'Est à ces secteurs. Les présentations étaient réalisées par des chercheurs permanents du laboratoire SET et ont montré des résultats concrets sur l'optimisation des ressources dans les entreprises ayant un impact sur l'économie (gain de productivité, meilleure qualité de résultats, . . .). Une trentaine de personnes étaient présentes dont notamment des ingénieurs de Peugeot et d'Orange Lab ainsi que de PME/PMI telles Trinaps et Clemessy dans le domaine de l'ingénierie. Un questionnaire diffusé en fin de journée nous a permis d'avoir un retour positif des participants sur l'intérêt de ces échanges entreprises/universités liés aux activités de recherche.

Le programme présenté était le suivant :

- Transport : Outil d'optimisation de plan de mobilité d'entreprise, par Jean-Charles CREPUT
- Transport : Affectation de conducteurs de bus par algorithme génétique, par Abdel ABBAS-TURKI
- Logistique : Intégration du transport dans la chaîne logistique, par Hervé MANIER
- Logistique : Ordonnancement d'ateliers avec ressources de transport, par Marie-Ange MANIER
- Communication mobile : Paramétrage de réseaux Wi-Fi pour la localisation d'objets dans les bâtiments, par Alexandre CAMINADA
- Communication mobile : Optimisation de la qualité des communications de troupes militaires en déploiement, Hakim MABED, chercheur

En complément du parrainage de la ROADEF et du CNRS, l'organisation de cette journée a été rendue possible par la contribution de plusieurs partenaires locaux : la SEE (<http://www.see.asso.fr/>), le Conseil Général du Territoire de Belfort, la Communauté d'Agglomération Belfortaine et la SEM-PAT, société de gestion du Parc Technologique TECHN'HOM regroupant 80 entreprises. Au niveau de la communication sur la recherche opérationnelle auprès des non initiés, la journée a donné lieu à un article de presse grand public dans *l'Est Républicain* ainsi qu'à un article dans *En Direct*, mensuel scientifique diffusé auprès des décideurs du Grand Est français et de Suisse édité par l'Université de Franche-Comté et l'Université de Neuchâtel.

¹Laboratoire Systèmes et Transports de Belfort, UTBM-SET, <http://set.utbm.fr/>

Compte rendu de EWI 2007 : Euro Winter Institute on Location and Logistics

Estoril, Portugal, 27 janvier – 8 février 2007
<http://ewi2007.fc.ul.pt/>

communiqué par Phuong Nga THANH ²

L'Euro Winter Institute (EWI) est une école d'hiver organisée par l'EURO, et qui rassemble des jeunes chercheurs européens qui travaillent dans le même domaine. Son objectif est de développer la collaboration entre les participants. L'édition 2007 s'est déroulée à Estoril, au Portugal, du 27 janvier au 8 février, sur les thèmes de la localisation et de la logistique. Cette école d'hiver était suivie du workshop annuel de l'EURO Working Group on Locational Analysis 16 (EWGLA : <http://ewgla16.fc.ul.pt/>) du 9 au 11 février.

J'ai eu l'honneur de participer comme représentante de la France à cette édition, qui rassemblait 24 candidats, venus de 11 pays, et une quinzaine de chercheurs confirmés. Chaque participant a disposé d'une heure pour exposer ses travaux de recherche. J'ai donc présenté l'article que nous avons soumis [1]. En plus des présentations des candidats, l'Euro Winter Institute offre l'opportunité de suivre les cours de professeurs invités, et de plancher en groupe pendant les ateliers sur des thèmes spécifiques. En dehors de ces activités officielles, c'est surtout une formidable occasion d'échanger de nombreuses idées entre candidats et avec les invités.

Au-delà du programme scientifique, on ne peut

pas nier l'impact du programme social – qui nous permet de nous connaître mieux. Nous avons ainsi pu visiter la ville et la région. Un moment particulièrement convivial a été la « Wine tasting party », où chaque candidat devait apporter des spécialités de sa région, en priorité du vin pour faire goûter à tout le monde.

Après les 11 jours d'EWI, nous avons enchaîné sur les 3 jours du workshop annuel de l'EGWLA. Les 10 sessions ont concerné des thèmes aussi variés que la localisation discrète, continue; la localisation dans les réseaux; la localisation des sites indésirables. . .

J'ai beaucoup apprécié cette école d'hiver, qui m'a permis de nouer des contacts et de recueillir des conseils précieux pour la suite de la thèse. Je conseille vivement ce type de manifestation aux doctorants et jeunes chercheurs en recherche opérationnelle.

Références

- [1] P.N.THANH, N.BOSTEL et O.PETON, *A dynamic model for the facility location in supply chain design*, estoril, EWI 2007.

²doctorante en 2ème année de thèse à l'Ecole des Mines de Nantes (équipe Systèmes Logistiques et de Production, IRCCyN)

Announce de ROADEF 2008

Clermont-Ferrand, 25-27 février 2008

<http://www.isima.fr/roadef2008>

ROADEF'08 est le neuvième congrès de la société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision. Il sera organisé par les universités de Clermont-Ferrand, l'ISIMA (Institut Supérieur d'Informatique, de Modélisation et de leurs Applications) et le LIMOS-UMR6158, Laboratoire d'Informatique, de Modélisation et d'Optimisation des systèmes, et aura lieu les 25, 26 et 27 février 2007 sur le campus universitaire de Clermont.

En parallèle, auront lieu les **journées du groupe MODE** de la SMAI, Société de Mathématiques Appliquées et Industrielles, également organisées par le LIMOS. Des sessions, plénières ou thématiques, seront communes aux deux manifestations.

Tous les thèmes de la Recherche Opérationnelle et de l'Aide à la Décision sont éligibles pour la confé-

rence ROADEF'08. L'organisation de sessions invitées est vivement encouragée.

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 :

- 12 octobre 2007 : date limite de réception des articles longs
- 9 novembre 2007 : date limite de réception des résumés
- 25-27 février 2007 : congrès ROADEF'08
- 26-28 février 2007 : journées MODE'08

Toutes les informations nécessaires seront disponibles sur le site de la conférence.

ORAHS'07 : Operational Research Applied to Health Service

Saint Etienne, 15-20 juillet 2007

<http://www.emse.fr/orahs>

ORPA'07 : 2nd Conference on Operational Research Practice in Africa

Cape Town (South Africa), 10-14 septembre 2007

<http://www.orssaorpa2007.org.za/>

MISTA'07 : 3rd Multidisciplinary International Scheduling Conference : Theory and Applications

Paris, 28-31 août 2007

<http://www.mistaconference.org/2007/>

DRCN'2007 : 6th International Workshop on Design and Reliable Communication Networks

La Rochelle, 7-10 octobre 2007

<http://drcn2007.org/>

EA'2007 : 8th International Conference on Artificial Evolution

Tours, 29-31 octobre 2007

<http://ea07.hant.li.univ-tours.fr/>

LFA'07 : Rencontres francophones sur la Logique Floue et ses Applications

Nîmes, 22-23 novembre 2007

<http://www.lfa2007.ema.fr>

Vie des groupes de travail ROADEF

compte rendu des activités du groupe

KSO : KnapSack et Optimisation

Communiqué par Mhand Hifi

Responsable :

- Mhand Hifi, *Université de Picardie Jules Verne*

Coordinateurs :

- Moussa El Kihel, *LAAS, Université de Toulouse*
- Said Hanafi, *LAMIH, Université de Valenciennes*

Première journée du GT KSO

Le groupe de travail **KnapSack et Optimisation (KSO)** a organisé sa première journée sur les problèmes de type « knapsack ». Cette journée a eu lieu le 9 mars 2007 au Panthéon — Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne. La journée était co-organisée par Mhand Hifi et Jean-Marc Bonnisseau (Prof. en mathématiques, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne). 25 personnes étaient présentes à cette première journée.

Les différents exposés de cette journée s'articulaient principalement autour de la caractérisation, de l'analyse et de la résolution de problèmes étroitement liés au knapsack. Nous donnons, ci-dessous, les titres de ces exposés ainsi que les orateurs.

- P. Fouilhoux (LIP6, Paris 6) :
Autour des polytopes du knapsack et du système d'indépendants.
- O. Klopfenstein (France Télécom) :
Autour de l'optimisation robuste et contraintes probabilistes pour le knapsack avec poids incertains – Travail en collaboration avec D. Nace.
- D. Elbaz (LAAS, Toulouse) :
Autour des méthodes parallèles et le knapsack

creux – Travail en collaboration avec M. El Kihel.

- F. Clautiaux (LIFL, Lille) :
Autour du bin packing et du knapsack – Travail en collaboration avec C. Alves et J. Valério de Carvalho.
- J. Jorge (LINA, Nantes) :
Sur les méthodes de résolution exacte pour le problème du knapsack multi-objectif unidimensionnel – Travail en collaboration avec X. Gandibleux.
- T. Belgacem (CERMSEM, Paris 1) : *Sur la sensibilité de l'optimum et le knapsack* – Travail en collaboration avec M. Hifi.
- L. Létocart (LIPN, Paris 13) :
Sur la ré-optimisation de problèmes quadratiques – Travail en collaboration avec A. Nagih et G. Plateau.
- D. Quadri (LAMSADE, Paris Dauphine) :
Sur la résolution du problème du multi-knapsack quadratique en variables entières – Travail en collaboration avec E. Soutif et P. Tolla.

Deuxième Journée du groupe de travail KSO

Le groupe de travail KSO organise sa deuxième journée « *Programmation Mathématique et Recherche Opérationnelle* ». Cette journée aura lieu en mars ou avril 2008, à l'Université de Toulouse ou à l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne.

compte rendu des activités du groupe

POC : Polyèdres et Optimisation Combinatoire

Communiqué par Sylvie Borne

Journée Scientifique du 30 mars 2007

Le 30 mars 2007 a eu lieu la deuxième journée scientifique du groupe POC. Pour cette occasion, quelques 25 participants se sont réunis pour discuter sur le thème « Facettes et Polyèdres Combinatoires ». Cette journée a débuté par un séminaire de Jean Fonlupt portant sur la question :

- *Peut-on vérifier en temps polynomial, sans utiliser la méthode des ellipsoïdes, qu'un point appartient à un polyèdre ?*

et plus particulièrement sur le « Cas du polytope des indépendants d'un matroïde et des couplages d'un graphe ». Elle s'est poursuivie par trois exposés. Viet Hung Nguyen a présenté :

- *Une nouvelle preuve de l'inégalité de peigne et son utilisation pour la composition de facettes du polyèdre du voyageur de commerce.*

A suivi un exposé sur :

- *les Systèmes totalement dualement activement unimodulaires*, par Vincent Jost.

Pour finir,

- *des Inégalités valides pour le problème du multi-flot*

nous ont été présentées par Lucas Létocart. L'ensemble de ces exposés était entrecoupé de séances de questions ouvertes, sources de discussions scientifiques et de collaborations.

JPOC4 du 30 mai au 1er juin 2007

Les quatrième Journées Polyèdres et Optimisation Combinatoire (JPOC4) se sont déroulées à l'Institut National des Télécommunications à Evry, les 30, 31 mai et 1er juin 2007. Elles ont réuni environ 55 participants. Comme les journées précédentes à Clermont-Fd, Marseille et Avignon, 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 22 présentations, liées aux différents aspects des polyèdres et à leurs applications en optimisation combinatoire, dont quatre ont été données par des conférenciers

invités : Gérard Cornuéjols (LIF Marseille et Carnegie Mellon University), Jean-Paul Doignon (Université Libre de Bruxelles), Vangelis Paschos (LAMSADE, Université Paris Dauphine), Franz Rendl (Universität Klagenfurt). 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 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'Institut National des Télécommunications, du laboratoire Samovar, de la ROADEF, du GdR RO, du laboratoire LIMOS de Clermont-Fd, de ENOG et de EURO. Les prochaines journées se tiendront à Rouen en 2008 vers la même période.

Minicours : Introduction aux approches polyédrales en Optimisation Combinatoire

Un minicours a été organisé les 29 et 30 mai 2007, précédant les Journées JPOC4. Ce cours s'adressait principalement aux jeunes chercheurs voulant découvrir les aspects théoriques et pratiques des approches polyédrales pour résoudre des problèmes d'optimisation combinatoire difficiles. Ils ont regroupé une quarantaine de participants. Le cours s'est articulé autour des thèmes principaux des approches polyédrales et leurs applications à des problèmes combinatoires connus, en allant jusqu'à la mise en pratique des algorithmes. Les intervenants ont été A. Ridha Mahjoub de l'Université Blaise Pascal Clermont II, Jean-François Maurras de l'Université de la Méditerranée et Pierre Foulhoux de l'Université Paris 6. Ce cours gratuit offre également la possibilité pour les doctorants de faire valider un module d'école doctorale.

Le comité d'animation du groupe POC

compte rendu des activités du groupe

JFRO : Journées Franciliennes de Recherche Opérationnelle

Compte-Rendu des 17^{èmes} journées JFRO

La 17^{ème} édition des Journées Franciliennes de Recherche Opérationnelle s'est déroulée le 6 avril 2007 dans les locaux de l'Université Paris-Dauphine, à Paris. Cette journée était dédiée au

thème « Transport ». Ce thème est très vaste mais les exposés ont été choisis pour couvrir des aspects théoriques ou appliqués bien différents.

La journée a débuté par un tutoriel sur les modèles et les méthodes de la recherche opérationnelle

pour le transport de marchandises. Cet exposé proposé par Frédéric Semet, Professeur à l'université de Valenciennes, a permis de comprendre comment la conception de systèmes de transports à longue ou courte distance demande d'étudier des modèles et des méthodes devenus classiques. Dans le tutoriel ont également été présentés des exemples récents permettant de traiter des cas réels.

L'après-midi ont alterné des exposés industriels et des exposés universitaires. Sylvain Le Nestour de la compagnie Air-France a expliqué comment reconstruire les rotations d'équipages après de forts aléas (problème météo, fermeture d'un aéroport, ...). Ensuite, Anass Nagih, Professeur à l'Université de Metz, a présenté une étude exploratoire sur les performances d'algorithmes de génération de colonnes pour la résolution de problèmes issus du domaine des transports. Après la pause, Nicolas

Marcos de la SNCF a présenté un modèle basé sur les multiflots entiers pour l'optimisation de la planification des matériels roulants (locomotives, rames). Enfin, Sophie Michel, de l'IMB à l'Université de Bordeaux I, a proposé des problèmes de tournées de véhicules combinées à la gestion de stocks pour la collecte d'un même produit sur différents sites.

Les transparents de certaines présentations sont en ligne sur le site des JFRO (accessible depuis le site de la ROADEF). La prochaine journée a lieu le 15 juin 2007 sur le thème des applications de la programmation semi-définie en recherche opérationnelle. Le programme et les informations pratiques sont disponibles sur notre site Web.

Le comité d'organisation : Bruno Escoffier, Pierre Fouilhoux, Laurent Gourvès, Agnès Plateau.

compte rendu des activités du groupe

SCDD : Systèmes Complexes et Décisions Distribués

par Stéphane Bonneval

Journées d'étude : Prétopologie et Modélisation, Dinard (EPHE) les 9, 10 et 11 mai 2007.

Programme : Prétopologie et graphes ; Réseaux sociaux et prétopologie ; Structures pauvres et prétopologie ; Percolation, prétopologie et multialéatoires ; Prétopologie floue et Théorie des jeux ; Conception d'une librairie logicielle pour la prétopologie ; Algorithmique et Prétopologie : Reconnaissance des formes, calcul distribué, parallélisme ; Réseaux et prétopologie ; Simulation parallèle et distribuée.

Site web : <http://pretopologie.ephe.fr/>

Réunion inter-laboratoires, Lyon, le 1er février 2007

Programme :

- Séminaire d'Ivan Lavalée sur « la Complexité » ;
- Présentation de Sofiane BenAmor : « Percolation, prétopologie et multialéatoires » ;
- Présentation de Vincent Levorato : « Réseaux complexes et Prétopologie » ;
- Discussions.

Projet

L'évolution des programmes des réunions de tra-

vail (sessions précédentes) montre que l'interaction entre les équipes a été bénéfique car les problématiques des uns (Percolation, Réseaux complexes, Contrôle aérien — Réunion du 10 mars 2006) ont trouvé des outils adaptés chez les thématiques des autres (Prétopologie, Multialéatoires — Réunions de novembre 2005 et du 19 mai 2006) ; le programme de la réunion du 1er février 2007 et des journées de mai 2007 en sont un bon exemple.

Pour ces raisons, les objectifs et perspectives du groupe conservent la même dynamique :

- Développement de la plate-forme multi-agents pour la négociation avec la théorie des jeux comme support mathématique des modèles de négociation, l'agrégation des préférences et la décision multicritère pour les outils d'obtention d'un consensus entre les décideurs et les Systèmes Multi-agents comme formalisme de développement d'applications coopératives.
- Développement de modèles pour la formalisation des systèmes complexes et l'aide à la décision avec la prétopologie et les multialéatoires comme support mathématique de ces modèles d'aide à la décision.
- Mise en place sur SourceForge.net d'un projet « Prétopologie » pour le développement informatique des outils mathématiques proposés ci-dessus.

compte rendu des activités du groupe

CRO : Contraintes et Recherche Opérationnelle

par Sophie Demasse

Le groupe Contraintes et RO a organisé deux journées thématiques ce premier semestre 2007.

La réunion du 19 janvier, à Jussieu, Paris, était consacrée aux *stratégies de séparation et d'exploration de l'espace de recherche*, thème emblématique des problématiques communes à la programmation par contraintes, à la recherche opérationnelle, ou encore à la programmation logique.

Le second thème, *Contraintes et Ordonnement*, était l'occasion d'une réunion conjointe avec le GOTHa, Groupe de recherche en Ordonnement

Théorique et Appliqué. La journée, ainsi co-organisée avec Francis Sourd, animateur du GOTHa, s'est tenue le 5 juin à l'INRIA Rocquencourt, en marge des Journées Francophones de la Programmation par Contraintes 2007.

Les présentations passées, comme l'actualité du groupe, sont accessibles sur les pages d'information :

<http://ppcro.free.fr/>

Sophie Demasse, Fabien le Huédé, pour le groupe *Contraintes et RO*. ppcro@free.fr

compte rendu des activités du groupe

META : théorie et applications des métaheuristiques

par Patrick Siarry

Formations

- « Métaheuristiques et PARADISEO » (mars 2007 en Tunisie, avril 2007 au Luxembourg).
- « Métaheuristiques pour l'optimisation difficile » (12 juillet 2007 à Reims, formation en marge des journées JD-MACS).

Numéros spéciaux de journaux

Edition d'un numéro spécial de « Journal of Mathematical Modelling and Algorithms » sur les métaheuristiques (éditeurs invités : El-Ghazali Talbi et Laeticia Jourdan), à paraître.

Edition d'un numéro spécial de la « Revue d'Intelligence Artificielle » sur les métaheuristiques appliquées à l'intelligence artificielle (éditeurs invités : El-Ghazali Talbi et Khaled Mellouli), à paraître.

Edition d'un numéro spécial de « European Journal of Operational Research », sur le thème « Metaheuristics in Transportation and Logistics », suite à la conférence INCOM'2006 (éditeurs invités : Patrick Siarry et Eric Taillard). Numéro prêt en juillet 2007.

Edition d'un numéro spécial de « International Journal of Computational Intelligence Research », sur le thème « Particle Swarm Optimization » (éditeurs invités : Maurice Clerc et Patrick Siarry). Numéro prêt en septembre 2007.

2 livres sont récemment parus édités par E-G Talbi et P. Siarry (voir dans ce numéro du bulletin)

Conférences

2ème conférence francophone sur l'Optimisation par Essaim Particulaire OEP'2007, à Paris, les 23 et 24 avril 2007. La conférence a rassemblé environ 80 personnes. Les résumés et les diaporamas des présentations sont disponibles sur le site de la conférence :

http://www.particleswarm.info/oep_2007/

Sessions dans le cadre du congrès ROADEF-FRANCORO'2007.

Sessions « Software for metaheuristics » et « Adaptation of metaheuristics to continuous optimization », dans le cadre de la conférence EURO'2007 (à Prague, république tchèque), en juillet 2007.

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 2008

Les cotisations pour l'année 2008 sont les suivantes (rappel, à compter de 2006 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, préférablement 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 300 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 Colomi
Yves Crama
Gianni Di Pillo
Matteo Fischetti
Xavier Gandibleux
Fikri Karaesmen
Abdel Lisser
Thierry Marchant
Christian Michelot
Alix Munier
Romeo Rizzi
Annick Sartaenaer

Obituary

Peter L. Hammer (1936–2006) 1

Invited survey

CHARON I. · HUDRY O.

A survey on the linear ordering problem for weighted or unweighted tournaments 5

Regular papers

WOLFLER CALVO R. · COLONI A.

An effective and fast heuristic for the Dial-a-Ride problem 61

FAYE A. · ROUPIN F.

Partial Lagrangian relaxation for general quadratic programming 75

PhD theses

CANON C.

Personnel scheduling in the Call Center industry 89

MONTOYA-TORRES J.R.

Internal transport in automated semiconductor manufacturing systems 93

Abstracted/Indexed in:
EBSCO, Expanded
Academic, International
Abstracts in Operations
Research, JEL on CD, e-JEL
and EconLit, Mathematical
Reviews, SCOPUS, Social
Science Research Network
(SSRN), Zentralblatt für
Mathematik

Online First
Immediately Online
springerlink.com

Faster publication!

 Springer



1619-4500(200704)5:1;1-Q