

Le bulletin

Semestriel



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

Éditorial : E. Jacquet-Lagrèze

Quinze ans de RO dans une SSII, l'expérience d'EURODECISION

Articles invités : C. Lemaréchal, GOTHa groupe flexibilité

Borner, Convexifier, Relaxer: l'Omniprésence de Lagrange

Flexibilité et Robustesse en Ordonnancement

Activités de la ROADEF :

Challenge ROADEF, 5^e journées nationales de la ROADEF, 5^e JFRO

AG de la ROADEF, Projet de création d'un GDR-RO, Nouvelle revue 4OR

Manifestation parrainée par la ROADEF :

MOMH: Workshop on Multiple-Objective Metaheuristics

LFA'02: Rencontres Francophones sur la Logique Floue et ses Applications

Compte-rendu :

4^e journées de la ROADEF, 4^e JFRO, CO'02, 5^e PM²O

Annonces des conférences à venir

Rejoindre la ROADEF

Éditeur Arnaud Fréville, LAMIH - Université de Valenciennes, Le Mont Houy F59313 Valenciennes cedex 9
Siège social Marie-Christine Costa, CEDRIC - CNAM, 292 Rue Saint-Martin F75141 Paris cedex 03
Publication Anass Nagih, LIPN - Institut Galilée - Université Paris 13, 99 Av. J-B Clément F93430 Villetaneuse
Site web <http://www.roadef.org>
Langues officielles Français et anglais

Édition Printemps - Été 2002
Numéro 8 - Juin 2002

Éditorial

Quinze ans de RO dans une SSII, l'expérience d'EURODECISION

Eric Jacquet-Lagrèze, PDG

eric.jacquet-lagreze@eurodecision.com

Depuis plus de quinze ans, EURODECISION participe à la mise en place dans les entreprises de systèmes d'aide à la décision utilisant les méthodes de la Recherche Opérationnelle. Les techniques utilisées sont l'optimisation sous contraintes : Programmation Mathématique, optimisation combinatoire, PPC, heuristiques. Longtemps limitée à une petite équipe de quatre personnes, peut-être venue un peu trop tôt sur un marché français à l'époque très étroit, l'entreprise s'est développée et compte aujourd'hui une vingtaine d'ingénieurs. Elle est rentable, et enregistre depuis cinq ans des taux de croissance de l'ordre de 30% par an. Quelle expérience peut-on tirer de l'utilisation de la Recherche Opérationnelle dans une entreprise comme la mienne? Quelles sont les tendances actuelles? Le point de vue que j'exprime dans cet éditorial est bien évidemment partiel compte-tenu de ma propre expérience au sein d'EURODECISION. Il ne résulte nullement d'une étude comparative qui serait menée par exemple au sein de sociétés comparables (cf. l'éditorial de Agoun et Gloner de ROADEF, bulletin N° 5 : « *Exemple d'applications de CHIP en ordonnancement de production, logistique et planification du personnel* ») ou de groupes internes à des entreprises, (cf. l'éditorial de Jean-Christophe Culioli et Ariane Partouche-Zembra « *La Recherche Opérationnelle dans une compagnie aérienne* »).

Dans l'activité d'EURODECISION, la conception et la mise au point de modèles d'aide à la décision s'appuyant sur des technologies de l'optimisation est le principal axe de développement, même si d'autres technologies et méthodologies ont leur place. Je pense par exemple aux statistiques et à des modèles de simulation, aux principes de l'analyse multi-critères et de la distinction nécessaire entre contraintes dures et contraintes molles, aux analyses de robustesse ou encore à la théorie des jeux pour certains problèmes de tarification ou d'étude concurrentielle. Depuis sa création, EURODECISION a travaillé sur près d'une centaine de projets dans divers secteurs. L'usage de la RO en entreprise pour une société comme la mienne nécessite une maîtrise de deux type de compétences :

- des compétences en optimisation et en informatique (C++ pour les modèles mais aussi

bases de données, IHM, cartographie, ...)

- des compétences métier : compréhension du domaine d'application (logistique, production, horaires et ressources humaines, télécoms, récemment finances)

Une politique de R&D, en partie soutenue par des projets de recherche européens (ESPRIT, EU-REKA) ou français (RNRT, ANVAR) a permis à EURODECISION de capitaliser ses connaissances sur des composants logiciels métiers réutilisables dans de nouveaux projets et vendus sous forme de licences.

L'importance des technologies de l'optimisation en planification des ressources

L'optimisation : une technologie à la fois mûre et en progrès constants.

La répartition des techniques utilisées par EURODECISION est la suivante :

- programmation par contraintes : 3 %
- méthodes heuristiques pures : 2 %
- programmation linéaire mixte : 95 % dont techniques de génération de colonnes et décomposition : 20 à 30%

Lors d'un de ses passages à Paris, je discutais avec Robert Bixby, le père de CPLEX, des progrès récents sur les machines et des algorithmes de programmation linéaires en nombre entiers. Il m'annonçait des gains de performance en cinq ans entre les versions 5.1 et 7.1 de CPLEX, compris entre 40 et 150. Ces chiffres ont depuis été confirmés par Ed Rothberg lors de son exposé « *New Application Frontiers for Optimization with ILOG CPLEX* » aux journées des utilisateurs des produits d'ILOG (Versailles, 29-30 avril 2002). Je répondais à Bixby qu'à EURODECISION, même si nous n'avions pas constaté des gains aussi importants que ceux mentionnés par ILOG, les progrès réalisés sur ce que nous appelons les solveurs de base (CPLEX ou son

principal concurrent XPRESS-MP) ont été considérables et nous permettent de traiter des problèmes impensables il y a seulement quelques années. Si on ajoute de plus l'effet machine, quatre projets sur cinq traités aujourd'hui par EURODECISION n'auraient pas existé, au moins sous leur forme actuelle, il y a seulement cinq ans. Leur résolution aurait sans doute pu être possible, sous forme d'heuristiques, mais avec quelle qualité de solution, quel risque de rejet par les utilisateurs ? L'utilisation de la programmation mathématique pour apporter une solution en entreprise présente plusieurs avantages. Elle permet d'abord de fournir des algorithmes donnant soit une solution optimale, soit des solutions approchées de type heuristiques. Mais alors, dans ce dernier cas on possède une référence permettant d'apprécier la qualité des solutions en terme de sous-optimalité. L'émergence de techniques de programmation linéaire généralisée et de diverses techniques de décomposition reculent encore les frontières du possible : génération de colonnes, génération de contraintes, décomposition temporelle. Un autre intérêt important pour une société comme la mienne dans l'utilisation de la Programmation Mathématique et des outils du commerce associés (solveurs et outils de développement rapides) est le temps de mise au point des modèles. Ce temps est considérablement réduit avec des outils modernes de modélisation (modeleurs, Ilog Concert ou LP-ToolKit). Ces progrès ont permis d'élargir de façon considérable le champ d'utilisation des méthodes d'optimisation. Si on veut accroître le marché et les champs d'application industrielle de la RO, il est en effet important d'être capable de réaliser un premier prototype avec des coûts et des temps de développements limités. Ces démarches de prototypage sont le plus souvent la première phase d'un projet informatique. L'étude de faisabilité permet ainsi de mieux mesurer les enjeux et de spécifier de façon plus précise et avec moins de risques le futur système.

Des problèmes anciens sont aujourd'hui résolus de façon satisfaisante...

Des problèmes anciens sont aujourd'hui correctement résolus grâce aux progrès des machines et des algorithmes. Je peux citer ici les travaux d'Edith Heurion à la RATP qui avait dès 1972 correctement modélisé le problème de la construction des horaires des chauffeurs de bus (problème de l'habillage) comme un problème de recouvrement. (cf. Edith Heurion : « *Un problème de recouvrement : l'habillage des horaires de lignes d'autobus* », RAIRO,

1972). Seulement à cette époque, l'ordinateur central de la RATP et l'algorithme d'optimisation utilisé, ne pouvaient considérer que 3000 services candidats pour habiller une ligne. Les résultats avaient été jugés moins bons à l'époque que ceux donnés par les meilleurs experts. Et le modèle n'avait pas été mis en œuvre. En 1995, nous avons montré qu'il fallait parfois de 500.000 à 1.000.000 de services candidats pour optimiser une ligne et pour faire systématiquement mieux qu'un expert humain. Aujourd'hui les lignes de la RATP sont habillées par le même modèle mathématique de base, complété par des techniques de génération de colonnes et fonctionnant sur des machines NT beaucoup plus puissantes que l'ordinateur central de l'époque. A propos de cet exemple je voudrais insister sur la nécessité de trouver si ce n'est des solutions optimales, au moins des solutions d'excellente qualité. Plus vous êtes en face de problèmes classiques, bien connus, pour lesquels il existe une très grande expertise humaine, plus il est nécessaire que les algorithmes soient au moins aussi performants que l'expertise humaine.

Des problèmes nouveaux posés à la RO...

Les évolutions technologiques dans divers secteurs de l'industrie ou des services sont à l'origine de nouveaux problèmes posés à la RO. Les télécommunications illustrent ces évolutions avec l'apparition de nouvelles demandes de trafic autres que la voix et conduisant à des demandes dissymétriques (Internet, le câble avec la télédiffusion) ou encore par le déploiement de réseaux d'antennes pour téléphones mobiles. Les problèmes posés par une bonne utilisation des ressources satellitaires (télécommunications, prises de vue,...) en sont d'autres exemples. Le projet SkyBridge d'ALCATEL est intéressant de ce point de vue, car ne serait-ce que pour l'étude de faisabilité et de rentabilité du projet, il a fallu concevoir des algorithmes d'affectation des demandes aux antennes des satellites. Il s'agit là d'un exemple où l'on a confié directement à la machine et la RO le soin de trouver des solutions. Contrairement à l'exemple de l'habillage des bus, il n'existait aucune expertise humaine pour proposer des solutions, et à notre connaissance, aucune solution n'a jamais été construite par un être humain.

Et des problèmes anciens qui sont nouveaux pour la RO.

Certains problèmes sont anciens mais ne sont posés en terme d'optimisation que depuis peu de

temps. La logistique et les transports illustrent cette tendance vers une complexification croissante de la constructions de plans de transports qui sont loin de se réduire au problème bien connu de l'organisation de tournées depuis un dépôt.

De nouveaux modes de gestion tels que le juste à temps, entraînent des niveaux de stocks plus faibles en usine et en conséquence une fréquence accrue des approvisionnements. Des entreprises du secteur de l'automobile par exemple, mettent en place des plans de transport (approvisionnement quotidien de leurs usines) dont la conception ou l'évolution tirent parti de modèles complexes d'optimisation que l'on n'aurait pas pu résoudre il y a quelques années (très gros modèles linéaires avec génération de colonnes, arbitrant entre des flux directs ou regroupant quelques fournisseurs, et ramasse locale avec transfert sur plate-forme vers des navettes gros porteur reliant les plat-formes aux usines). Un autre exemple peut être donné par l'activité de messagerie (échange quotidien de flux entre un ensemble d'agences ou de grands centres de tri). Depuis que des services postaux existent, le métier de la messagerie est bien connu par les hommes de l'art. Concevoir un plan de transport ex-nihilo de type messagerie n'était pas un problème qui se posait. Car le plan évoluait tout doucement au fil des années, et ne faisait l'objet de que faibles modifications. Aujourd'hui le contexte de ces métiers change très vite. Les demandes de trafic sont plus fluctuantes et moins prévisibles. Les entreprises sont soumises à une exigence de meilleure rentabilité entraînant des opérations de restructuration et de fusion de réseaux existants. Corrélativement, on assiste à une demande de conception de réseaux logistiques pouvant tirer parti des techniques de la RO. Les développements récents en logistique bénéficient des travaux réalisés sur la conception de réseaux de télécommunications. Mais certaines caractéristiques liées à la qualité de service, ou à l'existence de fenêtre de temps, rendent ces problèmes très vite compliqués. Dans ces deux exemples, les entreprises organisant leur transport ne sont même pas propriétaires de flottes de camions. Elles doivent acheter au meilleur prix des capacités de transport à des sociétés de transport spécialisées. A EURODECISION nous mettons l'accent sur ces problèmes et avons développé un composant logiciel LP-TransportationPlanner, aujourd'hui utilisé par GEFCO et RENAULT. Ce logiciel vient compléter notre offre LP-SupplyChain et l'ensemble de ces composants bénéficient d'un effort de R&D accéléré grâce au projet EUREKA « Optiflux ».

De la planification à la gestion en temps réel

L'utilisation de méthodes d'optimisation dans le domaine du temps réel me semble très récent et devient possible grâce à la puissance des machines et des solveurs. Les domaines du contrôle aérien ou de la régulation des trains illustrent ce propos. Des exigences de sécurité, de temps de calcul très courts et de fiabilité dans ces temps de calcul ont été autant de contraintes interdisant l'usage des techniques de la RO. L'algorithmique qui est mise en place dans ces secteurs, lorsqu'elle existe, reste efficace en temps de calcul mais très pauvre en terme de qualité de résultats. Or il devient possible d'améliorer ces systèmes en introduisant des méthodes d'optimisation. L'enjeu en terme de réduction des retards des avions ou des trains est considérable. Des premières validations existent au Japon (Cf l'exposé de Naotugu Nozue aux journées d'ILOG : « *Railway Rescheduling System Based on Constraint Programming* »). Dans le cadre d'un projet de recherche avec ALSTOM TRANSPORT, EURODECISION obtient sur le même sujet des premiers résultats très prometteurs avec un modèle de programmation linéaire mixte. Il est probable que d'autres entreprises ou laboratoires aient des expériences semblables dans des problèmes d'ordonnancement et de gestion de production. J'ai eu l'occasion par exemple d'étudier l'algorithme mis en place par un fabricant d'une machine à graver des cartes (cartes bancaires, cartes de crédits,...) et de constater que l'on pouvait améliorer grandement l'efficacité en proposant des heuristiques plus performantes issues des techniques de RO.

Conclusion

Lorsque qu'avec Denis Montaut, nous décidions en 1987 de nous lancer à fond dans le projet d'EURODECISION, nombreux furent ceux qui attirèrent notre attention sur les risques d'un tel projet et sur la difficulté de faire vivre une entreprise en vendant de la RO. Mais comme le disait Edmund Hillary, vainqueur avec Tensing de l'Everest : « *Low risks, low venture* ». Sans vouloir comparer l'évolution d'EURODECISION à une aussi grande aventure himalayenne, je voudrais terminer ces lignes en soulignant que si les risques ont été réels, et les difficultés parfois grandes, accompagner nos clients dans la mise en œuvre de projets passionnants a été une source de très grandes satisfactions .

Article invité

Borner, Convexifier, Relaxer: l'Omniprésence de Lagrange

Claude Lemaréchal

Inria, 655 avenue de l'Europe, Montbonnot, 38334 Saint Ismier

Claude.Lemarechal@inrialpes.fr

Résumé

La relaxation lagrangienne est communément considérée comme une *technique* parfois utile pour calculer des bornes en optimisation. Il s'agit en fait d'une *méthode* très générale, inévitable dès qu'il s'agit de relaxer, convexifier, générer des colonnes, etc. et cela aussi bien théoriquement (dualisation d'un problème donné) que numériquement (résolution du dual par un algorithme d'optimisation convexe).

Les présentes notes résument l'article [9], lui-même inspiré de [5, Chap. XII]. Pour un exposé de la relaxation lagrangienne plus orienté vers l'optimisation combinatoire, voir aussi [1], [13, Chap. 6]. En ce qui me concerne, mes tout premiers pas dans ce domaine ont été grandement facilités par la lecture de [3], et aussi [7] (Chap. 8 et Appendices).

L'Idée de Base Considérons d'abord un problème d'optimisation très abstrait:

$$\max f(x), \quad x \in X, \quad c(x) = 0 \in \mathbb{R}^m, \quad (1)$$

que nous appellerons problème primal. Introduisons le lagrangien, une fonction de la variable primale $x \in X$ et de la variable duale $u \in \mathbb{R}^m$:

$$X \times \mathbb{R}^m \ni (x, u) \mapsto L(x, u) := f(x) - u^\top c(x), \quad (2)$$

dans lequel les contraintes $c(x) = 0$ sont *relaxées* – alors que les contraintes symbolisées par $x \in X$ sont gardées “en dur”. La *fonction duale* associée à (1), (2) est alors la fonction de u définie par

$$\theta(u) := \max_{x \in X} L(x, u) \quad (3)$$

et le *problème dual* est $\min_{u \in \mathbb{R}^m} \theta(u)$.

La raison d'être de ce problème dual tient dans le théorème bien connu de *dualité faible*: $\theta(u) \geq f(x)$ pour tout u et tout x réalisable. Il y a d'autres raisons, plus basiques mais qui nous intéressent moins ici.

Remplacer (1) par (3), puis par la minimisation de θ , n'est évidemment indiqué que lorsque le lagrangien est “facile” à maximiser sur X , i.e. lorsque

la difficulté de (1) vient de la cohabitation de deux types de contraintes: c d'une part, celles définissant X d'autre part. Par ailleurs, il est important de noter que la formulation de (1) comporte une part d'arbitraire. Pour fixer les idées, prenons un programme linéaire 0-1:

$$\max b^\top x, \quad Ax = a, \quad x^i(1-x^i) = 0, \quad i = 1, \dots, n.$$

Il existe mille façons de ventiler la totalité de ses contraintes (les linéaires mais aussi les quadratiques) entre les dures et les relaxables. La plus simple – mais pas forcément la meilleure – est de conserver les contraintes quadratiques, posant $X := \{0, 1\}^n$, et de relaxer les linéaires, posant $c(x) := Ax - a$.

Pour un même problème primal (1), il existe donc mille lagrangiens (2) et mille problèmes duaux différents. En ce domaine, faire le bon choix est en fait tout un art.

Exemples Simples Quelques exemples bien connus illustrent cette approche.

Programmation linéaire Supposons que (1) est un programme linéaire standard: $f(x) = b^\top x$, $c(x) = Ax - a$, et X est le 1er orthant de \mathbb{R}^n . Alors la maximisation du lagrangien $L(x, u) = (b - A^\top u)^\top x + a^\top u$ pour $x \geq 0$ donne clairement $+\infty$ si $b - A^\top u \not\leq 0$, et $a^\top u$ sinon. De ce fait, la minimisation de θ introduit la contrainte $A^\top u \geq b$ (pour minimiser θ , il faut au moins faire $\theta(u) < +\infty!$); on reconnaît le dual classique en PL.

Inégalités Supposons maintenant que les contraintes à relaxer sont $c(x) \leq 0$. On se ramène au cas précédent en introduisant des variables d'écart: f reste inchangé, les contraintes deviennent $c(x) + y = 0$, et X devient le produit cartésien de X et du 1er orthant \mathbb{R}_+^m . Avec $L(x, u)$ comme en (2), le lagrangien devient $L(x, u) - u^\top y$; son maximum sur $x \in X, y \geq 0$ est clairement $\theta(u)$ si $u \geq 0$, et $+\infty$ sinon. Là encore on obtient un résultat familier: des inégalités se traduisent par des variables duales signées.

À titre d'exercice, on pourra relaxer toutes les contraintes d'un programme linéaire, en utilisant le lagrangien $L'(x, u, v) := b^T x - u^T (Ax - a) + v^T x$ (calculer la fonction duale correspondante $\theta'(u, v)$ et éliminer v pour retrouver le dual classique).

Génération de colonnes Toujours avec f et c linéaires, supposons que X est un ensemble fini, sur lequel on peut maximiser "facilement" une fonction linéaire. C'est la situation de la *génération de colonnes*: maximiser le lagrangien c'est (au terme constant $a^T u$ près) trouver un $x \in X$ ayant le meilleur gain réduit $(b - A^T u)^T x$; en d'autres termes, c'est résoudre le problème satellite, pour obtenir la prochaine colonne entrant dans le maître-programme.

Moralité: "Relaxation lagrangienne et génération de colonnes, même combat". Cela est important puisque les deux domaines peuvent ainsi bénéficier l'un de l'autre, aussi bien pour la théorie que les algorithmes (voir ci-dessous).

Programmation quadratique Q étant une matrice symétrique, dualisons $\max_{Ax=a} b^T x - \frac{1}{2} x^T Q x$, supposant Q définie positive pour simplifier. Le lagrangien $(b - A^T u)^T x - \frac{1}{2} x^T Q x + a^T u$ ne peut être maximal que si $Qx = b - A^T u$, équation qui a une solution unique; reportant cette solution dans L donne la fonction duale $\theta(u) = \frac{1}{2} (b - A^T u)^T Q^{-1} (b - A^T u)$. Sa minimisation est un simple système linéaire. Noter qu'ayant une solution duale u^* , le primal se résout via l'équation $Qx = b - A^T u^*$.

Contraintes quadratiques Soient maintenant $m + 1$ matrices symétriques et dualisons le problème

$$\max -\frac{1}{2} x^T Q_0 x, \quad a_j - \frac{1}{2} x^T Q_j x = 0, \quad j = 1, \dots, m$$

(c'est à dessein que nous n'incluons pas de termes linéaires, pour simplifier les calculs). Posant $Q(u) := Q_0 + \sum_{j=1}^m u_j Q_j$, on doit maximiser le lagrangien $L(x, u) = u^T a - \frac{1}{2} x^T Q(u) x$. Le résultat $\theta(u)$ est clairement $+\infty$ si $Q(u)$ n'est pas semi-définie positive; si elle l'est, $\theta(u) = a^T u$ (de fait, $Q(u) \succeq 0$ signifiant que $x^T Q(u) x \geq 0$ pour tout x , le mieux est alors de prendre $x = 0$!). En un mot, le problème dual est $\min_{Q(u) \succeq 0} a^T u$; c'est ce qu'on appelle un programme SDP (symétrique défini positif).

Dualité SDP Le cas des contraintes d'inégalité $c(x) \in \mathbb{R}_+^m$ n'est qu'un cas particulier de

$$\max f(x), \quad x \in X, \quad c(x) \in K,$$

où K est un cône convexe fermé. Introduisant de nouveau la variable d'écart $y = c(x) \in K$ donne le lagrangien $L(x, u) + u^T y$, L étant toujours la fonction (2); sa maximisation en $x \in X$ et $y \in K$ donne

facilement $\theta(u) + \max_{y \in K} u^T y$. On peut voir que le max en y est soit $+\infty$, soit 0 si u est dans ce qu'on appelle le cône polaire de K ($u^T y \leq 0$ pour tout $y \in K$).

L'exemple le plus représentatif de tels problèmes est le programme SDP

$$\max b^T x, \quad Q_0 + \sum_{i=1}^n x_i Q_i \succeq 0.$$

Inlassablement, introduisons la variable d'écart $Y = Q_0 + \sum_i x_i Q_i \succeq 0$. La contrainte prend maintenant ses valeurs dans l'espace des matrices symétriques; pour définir un lagrangien, on a besoin d'un produit scalaire dans cet espace, le plus simple est $\langle U, Y \rangle := \sum_{i,j} U_{ij} Y_{ij}$. Dans cette notation, le lagrangien s'écrit $L(x, Y, U) = b^T x + \langle U, Y - Q_0 - \sum_i x_i Q_i \rangle$.

- Sa maximisation en x non contraint impose d'annuler le coefficient de chaque x_i , soit $b_i - \langle Q_i, U \rangle = 0$.

- Sa maximisation pour $Y \succeq 0$ donne 0 si $U \succeq 0$, et $+\infty$ sinon, c'est un résultat d'algèbre linéaire.

En résumé, notre problème dual est $\min \langle Q_0, U \rangle$, sous contraintes $\langle Q_i, U \rangle = b_i$, $U \succeq 0$.

Un Minimum d'Analyse Convexe Pour minimiser la fonction duale, tout l'édifice repose sur le résultat suivant:

Théorème *Quelles que soient les données X, f, c dans (1),*

- *la fonction duale θ est convexe,*

- *si \tilde{x} maximise $L(\cdot, \tilde{u})$, alors $g := -c(\tilde{x})$ est un sous-gradient de θ en \tilde{u} : $g \in \partial\theta(\tilde{u})$, i.e.*

$$\theta(u) \geq \theta(\tilde{u}) + g^T (u - \tilde{u}) \quad \text{pour tout } u \in \mathbb{R}^m. \quad (4)$$

Le vecteur g ci-dessus est la dérivée partielle de L par rapport à u , au point (\tilde{x}, \tilde{u}) . Il y a (au moins) autant de telles "dérivées" que de maximiseurs possibles de $L(\cdot, \tilde{u})$, elles contribuent toutes au comportement de θ près de \tilde{u} . Il est alors important de savoir si elles suffisent à décrire ce comportement:

Définition *On dit que la propriété de remplissage a lieu en $\tilde{u} \in \mathbb{R}^m$ si $\partial\theta(\tilde{u})$ est l'enveloppe convexe de l'image par $-c$ des maxima du lagrangien en \tilde{u} .*

Autrement dit, tout sous-gradient de θ en \tilde{u} est alors combinaison convexe de vecteurs de la forme $-c(\tilde{x})$, où les \tilde{x} maximisent le lagrangien en \tilde{u} . Des hypothèses raisonnables assurent généralement

cette propriété, les cas où elle n'a pas lieu peuvent être considérés comme pathologiques.

Remarque *Supposons la propriété de remplissage vérifiée.*

Lorsque $L(\cdot, \tilde{u})$ est maximal en un unique $\tilde{x} \in X$, alors $\partial\theta(\tilde{u})$ est le singleton $\{-c(\tilde{x})\}$. C'est dire que θ est différentiable en \tilde{u} , son gradient étant $\nabla_u L(\tilde{x}, \tilde{u})$. Partout ailleurs, θ est non différentiable.

Moralité: la fonction duale est différentiable si et seulement si (3) a une solution unique.

Un u^* minimisant θ est caractérisé par $0 \in \partial\theta(u^*)$. Lorsque la propriété de remplissage a lieu, cela veut exactement dire qu'il existe des \tilde{x}_k maximisant $L(\cdot, u^*)$, et des multiplicateurs convexes α_k , tels que $0 = \sum_k \alpha_k c(\tilde{x}_k)$. Avec ces éléments, on peut alors raisonner de la façon suivante.

- Si X est un ensemble convexe, on peut définir le point primal $x^* := \sum_k \alpha_k \tilde{x}_k$; il est dans X .
- Si, de plus, les contraintes sont linéaires (ou plutôt affines, $c(x) = Ax - a$), alors $c(x^*) = \sum_k \alpha_k c(\tilde{x}_k) = 0$. Donc x^* est réalisable dans (1).
- Si, enfin, $L(\cdot, u^*)$ est une fonction concave sur X , alors $L(x^*, u^*) \geq \sum_k \alpha_k L(\tilde{x}_k, u^*) = \theta(u^*)$. Comme $f(x^*) = L(x^*, u^*)$, la dualité faible nous dit que x^* est optimal.

Prouver l'optimalité d'un u^* , c'est donc construire un x^* solution optimale de (1) dans le cas convexe; dans le cas non convexe, x^* résout une version *convexifiée* de (1), c'est essentiellement le résultat de [1, 11]:

Théorème *Supposons $c(x) = Ax - a$ dans (1) et soit un optimum dual u^* satisfaisant la propriété de remplissage. Alors le x^* ainsi construit ci-dessus maximise l'enveloppe concave de f sur l'enveloppe convexe de X , sous les contraintes $Ax = a$.*

Moralité: "Trouver une solution duale u^* et trouver une solution primale relaxée x^* , même combat". Remarque que la génération de colonnes opère elle aussi la même convexification de (1). Son but est de générer des \tilde{x}_k appropriés, de façon que le maître-programme produise justement x^* . Le développement ci-dessus montre bien qu'une telle construction n'est autre que la résolution du problème dual.

Algorithmes Duaux On aura compris que la résolution d'un problème dual est *toujours* un problème dit d'optimisation non différentiable, à savoir: minimiser une fonction convexe (θ) à l'aide d'une boîte noire (l'oracle, ou le satellite) qui calcule θ et un sous-gradient de θ à la demande, en un

u donné. Dans ce qui suit, $g_k [= -c(\tilde{x}_k)]$ notera le sous-gradient calculé par l'oracle en un itéré u_k .

Sous-gradients Tout le monde connaît la méthode des sous-gradients, souvent appelée (à tort!) "relaxation lagrangienne" – on dit aussi méthode d'Uzawa dans certains milieux. Elle est on ne peut plus simple: $u_{k+1} = u_k - t_k g_k$, où $t_k > 0$ est un pas judicieusement choisi.

Outre cette extrême simplicité, son mérite est d'avoir donné naissance à l'importante méthode de l'ellipsoïde. On connaît moins un autre de ses enfants: le r -algorithme, nettement plus efficace; pour ce type de méthodes, voir [14, 12].

Méthode de Kelley, ou Cheney-Goldstein Bien plus sophistiquée est la méthode suivante. Chaque appel à l'oracle définit via (4) une fonction affine minorant la fonction duale. À l'itération courante, après avoir appelé l'oracle en des points u_k , on dispose donc d'une minoration affine par morceaux $\theta(u) := \max_k [\theta(u_k) + g_k^\top (u - u_k)] \leq \theta(u)$.

La méthode consiste alors à minimiser $\hat{\theta}$. L'itéré suivant résout donc

$$\min r, \quad r \geq \theta(u_k) + g_k^\top (u - u_k), \quad (5)$$

un programme linéaire ayant autant de contraintes que d'itérations.

Cette méthode est connue comme *désespérément lente*, l'erreur après k itérations pouvant être aussi mauvaise que $\sqrt{1/k}$. Elle présente pourtant un grand intérêt. Se souvenant que $g_k = -c(\tilde{x}_k)$, où \tilde{x}_k est le point primal répondu par l'oracle en u_k , on remarque que $\theta(u_k) - g_k^\top u_k = f(\tilde{x}_k)$. Prenons le cas linéaire ($f(x) = b^\top x$, $c(x) = Ax - a$) et dualisons (5), appelant α_k les multiplicateurs (vis-à-vis de (1), il s'agit plutôt d'une bidualisation). On obtient

$$\max b^\top x, \quad Ax = a, \quad x = \sum_k \alpha_k \tilde{x}_k, \quad \alpha \in \Delta, \quad (6)$$

où Δ dénote le simplexe unité $\alpha_k \geq 0$, $\sum_k \alpha_k = 1$. Un lecteur avisé aura reconnu le maître-programme de la génération de colonnes. *Moralité:*

- "Génération de colonnes et sous-gradients, même combat – de même que les méthodes de faisceaux ci-dessus".
- La génération de colonnes (6) n'est autre qu'un algorithme d'optimisation non différentiable connu comme désespérément lent.

Méthodes de faisceaux Deux approches sont actuellement connues pour accélérer la méthode de Kelley-Cheney-Goldstein (ou Dantzig-Wolfe). L'une – le centre analytique de [2] – adopte la philosophie des points intérieurs. L'autre – les méthodes

de faisceaux, remontant à [8, 15] – peut aussi se voir comme une accélération des sous-gradients et se présente schématiquement comme suit.

Appelant \hat{u} l'itéré ayant donné la meilleure valeur duale, on ajoute à la sous-estimation θ un terme quadratique pénalisant l'écart à \hat{u} ; (5) devient

$$\min r + \frac{1}{2}|u - \hat{u}|^2, \quad r \geq \theta(u_k) + g_k^\top(u - u_k).$$

Tout comme avec (5), il est intéressant de dualiser ce programme quadratique. Dans le cas où f et c sont linéaires, on obtient le pendant de (6)

$$\begin{cases} \max b^\top x + \hat{u}^\top(Ax - a) - \frac{1}{2}|Ax - a|^2 \\ x = \sum_k \alpha_k \tilde{x}_k, \quad \alpha \in \Delta. \end{cases} \quad (7)$$

Ceci permet d'interpréter la méthode de faisceaux dans le contexte de la génération de colonnes: elle revient à remplacer le maître-programme linéaire (6) par un programme quadratique à base de *lagrangien augmenté* – la fonction-objectif de (7) – une méthodologie classique en optimisation non linéaire. La solution \hat{x} de (7) n'est pas réalisable; ce n'est qu'asymptotiquement que $A\hat{x} \rightarrow a$, au fur et à mesure que $\hat{u} \rightarrow u^*$.

Le tableau ci-dessous illustre le comportement d'un code de faisceau tel que décrit en [10] (avec le solveur quadratique de [6]), appliqué à la relaxation de Held-Karp [4] d'un problème de commis-voyageur. Nous donnons les résultats sur quelques problèmes de `tsplib`. Les lignes "2, 3, 4" [resp. ∞] donnent le nombre d'itérations requises pour obtenir 2, 3, 4 chiffres exacts sur θ [resp. la valeur optimale] (itération = résolution de (7) + calcul de θ). Les trois lignes suivantes donnent une idée du temps de calcul total, ainsi que des pourcentages de ce temps passés respectivement dans le maître-programme quadratique (7) et dans le satellite (3) – résultats obtenus avec `gprof` de Unix, dont la précision est limitée. Enfin ℓ est le nombre de colonnes \tilde{x}_k actives dans la composition de x^* – le nombre de α_k non nuls dans la dernière résolution de (7). Cette dernière ligne est intéressante car un maître-programme linéaire tel que (5) ou (6) ne peut produire que $\ell > m$.

Références

[1] A.M. Geoffrion. Lagrangean relaxation for integer programming. *Mathematical Programming Study*, 2:82–114, 1974.

[2] J.L. Goffin, A. Haurie, and J.Ph. Vial. Decomposition and nondifferentiable optimization with the projective algorithm. *Management Science*, 38(2):284–302, 1992.

[3] R.C. Grinold. Lagrangian subgradients. *Management Science*, 17(3):185–188, 1970.

[4] M. Held and R. Karp. The travelling salesman problem and minimum spanning trees: Part II. *Mathematical Programming*, 1:6–25, 1971.

[5] J.-B. Hiriart-Urruty and C. Lemaréchal. *Convex Analysis and Minimization Algorithms*. Springer Verlag, Heidelberg, 1993.

[6] K.C. Kiwiel. A method for solving certain quadratic programming problems arising in nonsmooth optimization. *IMA Journal of Numerical Analysis*, 6:137–152, 1986.

[7] L. Lasdon. *Optimization Theory for Large Systems*. Macmillan Series in Operations Research, 1970.

[8] C. Lemaréchal. An algorithm for minimizing convex functions. In J.L. Rosenfeld, editor, *Information Processing '74*, pages 552–556. North Holland, 1974.

[9] C. Lemaréchal. Lagrangian relaxation. In M. Jünger and D. Naddef, editors, *Computational Combinatorial Optimization*, pages 115–160. Springer Verlag, Heidelberg, 2001.

[10] C. Lemaréchal and C. Sagastizábal. Variable metric bundle methods: from conceptual to implementable forms. *Mathematical Programming*, 76(3):393–410, 1997.

[11] T.L. Magnanti, J.F. Shapiro, and M.H. Wagner. Generalized linear programming solves the dual. *Management Science*, 22(11):1195–1203, 1976.

[12] B.T. Polyak. *Introduction to Optimization*. Optimization Software, New York, 1987.

[13] C.R. Reeves. *Modern Heuristic Techniques for Combinatorial Problems*. Blackwell Scientific Publications, New York, 1993.

[14] N.Z. Shor. *Minimization methods for non-differentiable functions*. Springer Verlag, Berlin, 1985.

[15] P. Wolfe. A method of conjugate subgradients for minimizing nondifferentiable functions. *Mathematical Programming Study*, 3:145–173, 1975.

Article invité

Flexibilité et Robustesse en Ordonnancement

GOThA, groupe flexibilité

Eric.Sanlaville@math.univ-bpclermont.fr

Cet article est le fruit de deux années de réflexions et de partage d'expériences au sein du groupe de travail *flexibilité*, qui s'est régulièrement réuni durant les journées du Groupe de recherche sur l'Ordonnancement Théorique et Appliqué (GOThA). Les membres du groupe partagent une préoccupation commune, comment réagir aux aléas lors de la résolution d'un problème d'ordonnancement; ils viennent cependant d'horizons applicatifs très différents. Un des objectifs du groupe est de proposer un cadre de référence qui soit acceptable par les différents intervenants concernés : problématique, définitions, mise en œuvre de la flexibilité.

1 Introduction

Souvent les données initiales nécessaires à la construction d'un ordonnancement sont incertaines avant la phase d'exécution (d'une production, d'un projet, d'un programme parallèle). Pourtant une première étude est possible (et souhaitable!) avant cette phase d'exécution. Que faire dans cette région un peu floue entre déterminisme et temps réel? La solution consiste à introduire de la flexibilité dans le processus même de construction de l'ordonnancement.

Nous nous plaçons ici strictement dans la problématique de l'ordonnancement, même si la notion ou le désir de flexibilité peuvent dépendre d'autres niveaux de décision (par exemple, en ordonnancement de production, de la planification amont). La cause des aléas est peu évoquée ici. Ceci facilite la construction d'un cadre commun pour les différentes applications : pilotage d'atelier, gestion de projet, parallélisation d'applications informatiques.

Dans la suite, on considère un problème d'ordonnancement de tâches soumises à des contraintes sur les durées d'exécution, de communication (ou de transfert), des contraintes de précédence, des contraintes de ressource. La performance d'un ordonnancement peut être évaluée par un critère fixé. Le problème a une version **statique** ou tout est supposé fixé, et une version **dynamique** où des aléas de natures diverses viennent perturber le problème statique. Dans ce dernier cas, il est nécessaire de prendre des décisions au moment même de l'exé-

cutio n des tâches. Informellement, la **flexibilité** est la liberté dont on dispose durant cette phase d'exécution. Nous utiliserons le terme de **robustesse** pour caractériser la performance d'un algorithme (ou plutôt d'un processus complet de construction d'un ordonnancement) en présence d'aléas.

A noter que les termes prédictif / réactif sont employés couramment en automatique à la place de statique / dynamique, que nous avons préféré par souci de généralité.

2 Flexibilité

Suivant le contexte, il est possible d'introduire la flexibilité de différentes manières. On peut l'exprimer comme l'existence de modifications possibles d'un ordonnancement calculé en statique, et entraînant une perte de performance acceptable. Une seconde manière (très proche) de l'exprimer est de définir pour un ordonnancement statique un voisinage de solutions pouvant être acceptées à l'exécution. Une troisième manière (voir section suivante) consiste à considérer que durant l'étape statique une famille d'ordonnements est proposée, sans en privilégier forcément un seul.

On distingue plusieurs types (ou degrés) de flexibilité :

1. flexibilité sur les **temps**. Seules les dates effectives de début et de fin des tâches peuvent varier.
2. flexibilité sur les **ordres**. Les ordres relatifs d'exécution (séquences) d'un ensemble de tâches peuvent être modifiés durant l'exécution, ce qui implique la flexibilité sur les temps. Cet ensemble de tâches doit utiliser une même ressource qui oblige à les exécuter séquentiellement. Les ressources utilisées par chaque tâche restent donc inchangées.
3. flexibilité sur les **ressources**. Il est possible de changer l'affectation des ressources aux tâches. Il est clair que la flexibilité sur les ressources implique les deux premières.
4. flexibilité sur les **modes d'exécution** : suivant le contexte à l'exécution, on peut décider,

au prix peut être d'une dégradation de performances, de changer le mode d'exécution d'une tâche (ou plusieurs). En présence d'aléas, on permettra ainsi la préemption, la duplication, le recouvrement des exécutions par les communications, le changement de gamme, voire la délocalisation.

La flexibilité sur les temps est en quelque sorte le degré zéro de la flexibilité car indispensable dès qu'un aléa doit être pris en compte. En particulier les études de sensibilité existantes supposent toutes au moins cette flexibilité sur les temps. Fréquemment, elle est implicite dans la définition d'un ordonnancement.

Pour chaque type de flexibilité, il est utile de définir un outil quantitatif de mesure, un **indicateur de flexibilité**. Cette mesure doit porter sur un ensemble d'ordonnements déterminés par un algorithme statique (voir section suivante). On pourra mesurer par exemple, outre la cardinalité de l'ensemble, la distance maximale entre deux ordonnancements en termes de différences de dates de fin, nombre d'échanges de tâches, nombre de changements de ressources, etc...

3 Prise en compte des aléas : mise en œuvre

Le processus global d'ordonnement en présence d'aléas peut se décomposer comme suit :

étape 1 Définition du **problème statique**.

Cette définition comprend, en plus des spécifications classiques en ordonnancement déterministe, la spécification des aléas possibles. La notion de **qualité** d'un ordonnancement doit être également précisée à ce niveau (critère de performance).

étape 2 Calcul d'un ensemble de solutions (famille d'ordonnements réalisables) par un **algorithme statique** (ou algorithme déterministe) α .

étape 3 Lors de l'exécution, calcul d'une solution unique (l'ordonnement réalisé) issue de cet ensemble par un **algorithme dynamique** δ .

Le processus complet nécessite donc le choix de deux algorithmes statique et dynamique. Fréquemment ce processus n'est que partiellement explicite, l'un des deux algorithmes étant trivial.

Un problème voisin de celui de la mise en œuvre consiste à étudier la difficulté du problème (statique) de calcul d'un nouvel ordonnancement en

supposant les aléas connus : est-il plus facile de partir du premier ordonnancement statique (optimal avant aléas) que de recalculer à partir du début un nouvel ordonnancement dans les nouvelles conditions? Dans l'affirmative, on retrouve la notion de *post-optimisation*, ou de *réparation* d'un ordonnancement. Outre un intérêt théorique cette problématique intervient naturellement quand on cherche à évaluer l'efficacité de l'algorithme dynamique de l'étape 3.

Les résultats théoriques montrent que pour de nombreux problèmes NP-difficiles, l'introduction d'une perturbation même minimale (incrément ou décrémentation d'une date de disponibilité, d'échéance ou d'une durée d'exécution) rend le problème de post-optimisation lui aussi NP-difficile.

4 Métriques pour la robustesse

Pour évaluer la robustesse d'un processus global d'ordonnement, nous devons disposer d'outils de mesure. Nous avons proposé différentes métriques, qui sont détaillées dans la version longue de cet article, référencée à la fin du texte. Le plus souvent elles mesurent l'écart, en terme de performance, entre l'ordonnement réalisé et l'ordonnement optimal (les aléas étant supposés connus). Il est également possible d'utiliser : l'écart de performance par rapport à un seuil fixé a priori ; la distance entre l'ordonnement obtenu par l'algorithme statique et l'ordonnement réalisé (cette distance peut être identique à l'un des indicateurs de flexibilité introduits section 2) ; d'autres encore...

Dans le dernier cas, on retrouve la notion de **stabilité** issue de l'automatique : un ordonnancement reste stable s'il est inchangé (en autorisant la flexibilité sur les temps) en présence des aléas. A noter que l'école russe (dont les articles restèrent longtemps peu accessibles aux non russophones!) considère la stabilité comme la capacité d'une solution d'un problème d'optimisation à rester optimale malgré une perturbation des données. Dans ce sens, une étude de stabilité s'inscrit donc dans le cadre plus général de l'**analyse de sensibilité**, historiquement issue de la programmation linéaire : quelle est la dégradation de performance d'une solution quand les conditions initiales varient? Les études récentes de sensibilité en ordonnancement sont nombreuses. Cela revient dans notre cadre à n'accepter qu'une flexibilité temporelle, l'algorithme dynamique se contentant de décaler les dates d'exécution des tâches.

L'utilisation effective des différentes métriques dépend de la flexibilité acceptée autant que de l'intérêt de ces outils pour l'application considérée.

5 Exemples de problèmes

Cette section énonce quelques problèmes traités par des équipes du groupe. Davantage de détails sont donnés dans la version longue.

Gestion des retards dans l'approvisionnement par la sous-traitance d'une ligne d'assemblage. Un algorithme génétique est proposé pour résoudre ce problème issu de l'industrie automobile.

Gestion d'un parc de machines spécifiques ou polyvalentes. Le problème, issu de l'industrie des semi-conducteurs (atelier de photo-lithographie), consiste à trouver la meilleure configuration du parc en fonction d'une demande de production évoluant dans le temps.

Gestion des indisponibilités des machines dans des ateliers de production. Dans le cas d'une maintenance préventive, la durée de la période d'indisponibilité des machines n'est pas connue avec certitude. Il s'agit d'étudier la robustesse des algorithmes proposés dans le cas statique (quand les durées d'indisponibilité sont fixées).

Gestion en temps réel d'une machine unique soumise à des aléas. Divers aléas sont possibles, sur les dates de disponibilité et les durées des tâches, la disponibilité de la machine. Le problème est bicritère (durée totale et minimisation des retards). L'objectif est de proposer au décideur dans l'atelier un ensemble de décisions compatibles avec l'aléa détecté.

Gestion de l'incertitude sur les temps de communication entre ordinateurs en réseaux. Il est très difficile de calculer exactement les temps de communication entre deux modules exécutés sur deux ordinateurs distants. Nous proposons une étude de sensibilité sur des algorithmes statiques efficaces, et un processus global déterminant à l'exécution l'ordre des modules si l'étude précédente n'est pas satisfaisante.

Recherche et maximisation d'un niveau de service en ordonnancement stochastique. Les durées

d'exécution, bien qu'incertaines, peuvent être modélisées par des variables aléatoires de lois connues. L'objectif est de trouver un ordonnancement maximisant la probabilité que sa durée totale soit inférieure à un certain seuil fixé.

Ordonnancement de projet sous contraintes de ressources. Un algorithme dynamique δ est proposé pour l'insertion d'une tâche imprévue dans l'ordonnancement statique, représenté par un modèle original de flot. La restriction à la flexibilité sur les temps permet à δ d'insérer la tâche en un temps polynomial tout en minimisant l'augmentation de la durée totale.

6 Conclusions

Notre effort a porté sur l'élaboration d'un cadre de référence à l'intérieur duquel chacun puisse insérer sa propre problématique. Mais aussi large qu'il soit, le cadre proposé exclut, ou s'adapte mal à, certains problèmes intéressants. Citons en particulier l'ordonnancement cyclique, ou les problèmes pour lesquels les aléas concernent le critère de performances lui-même (par exemple une incertitude sur la pondération des différentes tâches pour la minimisation des retards). Il était bien entendu illusoire de prétendre à l'exhaustivité.

Bien sûr, l'étude de la flexibilité et de la robustesse n'est pas limitée au seul domaine de l'ordonnancement. Bien des domaines de la Recherche Opérationnelle sont concernés, principalement ceux incluant une dimension temporelle comme la planification ou la logistique (tournées de véhicules, allocation dynamique de fréquences,...) Il sera donc intéressant dans l'avenir de confronter les différentes approches.

Enfin, signalons qu'une version longue de cet article est disponible en format Post-Script sur le site de la ROADEF (*flexordo.ps*). Elle contient en particulier une description plus complète et formelle des métriques pour la robustesse, une présentation moins succincte des exemples de problèmes, la liste des membres du groupe, et une bibliographie.

transmis par Eric Sanlaville

ROADEF

Société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision
<http://www.roadef.org>

Activités de la ROADEF

Appel à candidature

Challenge ROADEF'2003

parrainé par l'ONERA et le CNES

Gestion des prises de vue réalisées par satellite agile d'observation de la Terre

<http://www.roadef.org>

Van-Dat Cung : vpresident1@roadef.org

Planning prévisionnel

- **1er juillet 2002**
date limite de dépôt des candidatures.
- **30 septembre 2002** (fin de la phase 1)
date limite de dépôt des dossiers complets avec les résultats de la base A.
- **21 octobre 2002**
annonce des résultats à l'issue de la première phase.
- **6 janvier 2003** (fin de la phase 2)
date limite pour la fourniture des résultats obtenus sur les scénarios des bases A et B.
- **27 janvier 2003**
annonce des résultats à l'issue de la seconde phase et sélection des finalistes.
- **février 2003 à ROADEF'2003**
annonce des résultats finaux sur les bases A, B et X.

Comité d'organisation

- Van-Dat Cung, Laboratoire PRISM, Université de Versailles Saint-Quentin en Yveline (Van-Dat.Cung@prism.uvsq.fr)
- Gérard Verfaillie, ONERA, Toulouse, France (Gerard.Verfaillie@onera.fr)
- Nicolas Bataille, CNES, Toulouse, France (Nicolas.Bataille@cnes.fr)

Plus d'informations

Des informations détaillées sont disponibles sur le site web : <http://www.roadef.org>

Annonce

5^{èmes} journées nationales de la ROADEF

26, 27, 28 Février 2003

Avignon - Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse

<http://www.lia.univ-avignon.fr/roadef2003>

roadef2003@lia.univ-avignon.fr

Annonce

5^{ème} Journée Francilienne de Recherche Opérationnelle

9 octobre 2002

Paris - Carré des Sciences

<http://www.roadef.org/>

Compte rendu de l'
Assemblée Générale Ordinaire de la ROADEF

21 février 2002

par Marie-Christine Costa

Soixante et un membres étaient présents, munis de vingt procurations, le 21 février à l'Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications de Paris.



Tout d'abord, Denis Bouyssou a présenté les activités du bureau au cours de l'année 2001 et le bilan de la trésorerie. Avec une augmentation importante (+72%!) du nombre des membres et une trésorerie excédentaire, l'assemblée ne pouvait qu'accorder à l'unanimité son quitus au bureau et au trésorier.

Denis a ensuite eu le plaisir de nous annoncer la naissance de la nouvelle revue 4OR, franco-italo-belge, avant de transmettre le "témoin" au nouveau président élu, Arnaud Fréville.

Arnaud a remercié Denis et les autres membres de l'ancien bureau de l'association pour le travail accompli au cours des deux dernières années et la salle les a applaudis chaleureusement.

Arnaud a ensuite présenté les activités futures : assurer la promotion de l'association, accompagner le lancement de la nouvelle revue, renforcer les liens avec les sociétés sœurs et avec les industriels et développer des actions en directions des jeunes. Aucune augmentation des cotisations n'est prévue pour 2002, en revanche il faudra établir de

nouveaux barèmes pour l'année 2003 car un exemplaire de 4OR sera adressé à chaque membre de la ROADEF : un vote sera organisé par voie postale ou électronique. Vous pouvez aussi noter qu'un ajout au règlement intérieur a été adopté à l'unanimité : dorénavant, une adhésion institutionnelle donnera droit à une voix lors des votes, un bulletin, un exemplaire de 4OR et trois inscriptions à tarif réduit à la conférence annuelle... Pourquoi vous en priver ?



Préparez vos lunettes de soleil, ROADEF 2003 aura lieu à Avignon : le (seul) projet joliment présenté par Philippe Michelon a été adopté à l'unanimité.

2003 sera aussi l'année de l'attribution d'un prix Robert Faure et d'un nouveau challenge ROADEF organisé par Van-Dat Cung : suivez les infos sur notre site web.

Alix Munier a ensuite présenté au nom de Philippe Chrétienne les actions entreprises en direction du CNRS pour le rayonnement de notre discipline.

Finalement, nous nous sommes dispersés, vers 21h, dans les sympathiques restaurants du quartier de la Butte aux Cailles.

Projet de création d'un GDR "Recherche Opérationnelle"

Le bureau de la ROADEF souhaite apporter les éléments suivants en complément de la réunion du GdR RO du 29 mars 2002.

Lors d'une réunion de l'ensemble des directeurs des GdR avec Francis JUTAND, il a été réaffirmé d'une part qu'il n'y avait aucune raison pour que la communauté RO ne soit intégrée d'une manière ou d'une autre dans les GdR, d'autre part que les 5 directeurs des GdR de la section 07 sont d'accord pour aider la communauté RO (au moins sa partie 07) à se constituer et à se structurer dans le paysage actuel sous la forme d'une "action inter-GdR" co-financé par les 5 GdR.

Par ailleurs, les schémas d'intégration des thèmes sont en cours d'élaboration (pour l'instant seul le thème Optimisation Combinatoire a remis une proposition incluant plusieurs scénarios), avec une date limite de réception à l'attention de Philippe Chrétienne fixée au 15 juin.

Ensuite, une proposition globale d'intégration de la communauté RO sera faite à la commission inter-GdR, suivie en cas d'accord de contacts avec les responsables des Gdr pour fixer les modalités concrètes d'accueil.

Compte-rendu de la réunion du 29 mars 2002

par Philippe Chrétienne

La réunion commence à 14 heures. Environ 30 présents.

Après avoir remercié les participants, Philippe Chrétienne fait d'abord état des discussions qu'il a eues avec Serge Fida et Nicole Bidoit (direction STIC) ainsi qu'avec Luc Bougé (responsable de la commission inter-GDRs).

En résumé, le message passé par ses différents interlocuteurs est double:

1. La communauté RO est reconnue sur le plan scientifique et le travail qu'elle accomplit actuellement dans le but de se fédérer au sein d'une structure d'animation du CNRS est très bien compris et très bien accueilli par le département. En particulier, le fait qu'un pourcentage significatif de chercheurs et/ou d'équipes actuellement *isolés* au sein de leurs laboratoires puissent être ainsi rattachés à une structure d'animation nationale du CNRS fait partie des objectifs actuels du département STIC.
2. La structure de GDR envisagée comme cadre par la communauté RO pour se fédérer n'est pas cohérente avec la politique actuelle du département concernant les GDRs. En effet, le nombre de membres comme la couverture scientifique du GDR demandé n'atteignent pas les seuils nécessaires à la constitution d'un nouveau GDR. On peut considérer en première approximation que pour ces 2 paramètres, la moitié du seuil critique est atteint.

Créer un nouveau GDR de ce type risquerait de déséquilibrer l'organisation des GDRs actuels et de rendre non cohérente la politique du département.

La direction du département STIC propose plutôt à la communauté RO de se regrouper dans un premier temps dans une ACTION TRANSVERSALE RECHERCHE OPERATIONNELLE INTER-GDRs. Cette action consisterait à intégrer les thèmes et groupes de travail de RO aux GDRs actuels. Son existence propre serait reconnue par une identification propre, un comité de pilotage propre et un financement spécifique à travers les GDRs de rattachement.

En dépit d'une certaine déception face à l'attente de la communauté RO, l'idée d'abandonner tout projet de fédération est d'emblée éliminée et le débat se poursuit sur les avantages et inconvénients de trois stratégies possibles:

1. Poursuite du projet de GDR RO.

Les arguments présentés par la direction du département STIC (en particulier l'équilibre en termes d'effectifs et de périmètre scientifique des GDRs) sont bien compris. La communauté RO ne souhaite pas proposer un projet ne s'intégrant pas dans la politique du département concernant les GDRs. Cette option est donc abandonnée.

2. Regroupement des communautés RO et Productique.

Cette option présenterait l'avantage d'aboutir à un projet qui remplirait certaines conditions nécessaires à la création d'un nouveau GDR. Cependant, même si les deux communautés se retrouvent sur certains domaines scientifiques, elles ont malgré tout chacune une identité propre qu'elles souhaitent préserver. De plus, le temps nécessaire au travail de coordination indispensable à un éventuel regroupement risque de casser en partie la motivation et le dynamisme actuel. Pour ces raisons, il semble préférable d'abandonner cette option.

3. **Projet d'action transversale RO.**

Un consensus s'établit finalement sur la transformation du projet initial en une demande d'action transversale Recherche Opérationnelle s'appuyant sur les GDRs actuels. Les conditions suivantes sont reconnues indispensables:

- Eviter le morcellement des activités de la Recherche Opérationnelle;
- Pouvoir créer de nouveaux groupes de travail de RO et organiser des actions communes à la communauté RO;
- Donner à l'action transversale une identité RO clairement affichée et reconnue par le

CNRS ainsi qu'un fonctionnement propre sous la responsabilité d'un comité de pilotage;

- Rechercher auprès des responsables des GDRs actuels les meilleures conditions d'intégration des thèmes et groupes de travail de la RO.

Afin de préparer le travail de réorganisation conformément aux conditions précédentes, Philippe Chrétienne demande aux responsables de thème de revoir (éventuellement) l'organisation de leur thème et de proposer un schéma d'intégration dans les GDRs actuels.

Les informations concernant les GDRs actuels peuvent être obtenues à partir du site du GDR ARP dont l'URL est <http://www.ens-lyon.fr/LIP/ARP>. Ces propositions devront lui parvenir avant le 6 mai 2002. Dès que ces propositions auront été reçues, la cohérence globale du projet sera étudiée et les contacts avec les responsables des GDRs concernés pourront commencer pour mettre en œuvre le nouveau projet.

La réunion se termine à 16h30.

Announcing our new journal 4OR

Quarterly Journal of the Belgian, French and Italian Operations Research Societies

Editorial policy

4OR, a quarterly journal jointly published by the Belgian, French and Italian Operations Research Societies, publishes high quality papers on the theory and applications of Operations Research. 4OR is distributed to all individual members of the participating societies. The Journal consists of several sections.

- "Invited Survey" section. This section is limited to one paper per issue, and consists of "state-of-the-art surveys" written by prominent researchers.
- "Regular" section. This section is the core of the journal. The aim is to publish good quality papers within a short period of time, allowing OR researchers to communicate results in a fast and efficient way. This implies that:
 - only short papers (around 12 pages) are considered for publication;
 - only electronic submissions in LaTeX or Word (with precise style files) are acceptable;
 - all the refereeing process is handled by e-mail;
 - "major revisions" are equivalent to rejections;
 - minor revisions must be resubmitted within a short period of time.
- "Industry" section. This section offers a means of communication between OR practitioners and academics. Papers published in this section can consist of case studies, state-of-art papers on the use of OR techniques in industry, open industrial problems.
- A PhD section publishes selected abstracts of recent PhD Theses.
- A "Team vitrine" section is offered to research teams within the community of the three

countries; the team will have the opportunity to describe its recent directions of research and put in perspective its achievements. An

annotated bibliography of the recent publications will document the text.

Principal Editors

Denis Bouyssou. CNRS LAMSADE, Université Paris Dauphine
Place du Marechal De Lattre de Tassigny 75775 Paris Cedex 16 - France
Tel : + 33 1 44 05 48 98, Fax : +33 1 44 05 40 91, email : 4OR@lamsade.dauphine.fr

Silvano Martello. DEIS Università di Bologna
Viale Risorgimento 2, 40136 Bologna - Italy
Phone: +39 051 2093022, Fax: +39 051 2093073, e-mail: 4OR@deis.unibo.it

Frank Plastria. BEIF, Vrije Universiteit Brussel
Pleinlaan, 2 B-1050 Brussel - Belgium
Tel : +32 2 6293607, Fax : +32 2 6293690, e-mail : 4OR.be@vub.ac.be

Area Editors

Alessandro Agnetis, Università di Siena, Italy
Alberto Colomi, Politecnico di Milano, Italy
Yves Crama, Université de Liège, Belgium
Bernard De Baets, Universiteit Gent, Belgium
Gianni Di Pillo, Università di Roma 'La Sapienza', Italy
Matteo Fischetti, Università di Padova, Italy
Xavier Gandibleux, Université de Valenciennes, France
Fikri Karaesmen, Ecole Centrale de Paris, France
Abdel Lisser, Université de Paris XI, France

Thierry Marchant, Universiteit Gent, Belgium
Christian Michelot, Université de Bourgogne, Dijon, France
Alix Munier, Université de Paris 12, France
Stefano Pallottino, Università di Pisa, Italy
Annick Sartenaer, Facultés Universitaires N.-D. de la Paix, Namur, Belgium

For more informations

website : <http://www.roadef.org>

transmis par Denis Bouyssou

Bureau de la ROADEF

Relations internationales

- Correspondant EURO : Philippe Baptiste et Van-dat Cung
- Correspondant IFORS : Arnaud Fréville et Stéphane Dauzère-Peres

Contacter le bureau

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

- president@roadef.org : Arnaud Fréville
- secretaire@roadef.org : Marie-Christine Costa
- tresorier@roadef.org : Éric Gourdin
- vpresident1@roadef.org : Van-Dat Cung (les journées industrielles et les relations internationales)
- vpresident2@roadef.org : Anass Nagih (le bulletin)
- vpresident3@roadef.org : Philippe Baptiste (le site web : <http://www.roadef.org>)

Pour écrire à l'ensemble du bureau, vous pouvez utiliser l'adresse : bureau@roadef.org

ROADEF

Société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision
<http://www.roadef.org>

Manifestations parrainées par la ROADEF

Call for papers

MOMH: Workshop on Multiple-Objective Metaheuristics

Paris - Carré des Sciences, November 4-5, 2002

<http://tew.ruca.ua.ac.be/eume/momh.html>

<http://www.li.univ-tours.fr/pm2o>

Marc.Sevaux@univ-valenciennes.fr

Organised by

- **PM2O**, The french working group in multiple objective optimization (<http://www.li.univ-tours.fr/pm2o>) (sponsored by ROADEF, the french OR society)
- **EU/ME**, the European Chapter on Metaheuristics (<http://tew.ruca.ua.ac.be/eume/>) (sponsored by EURO, the European Association of OR Societies)

The success of metaheuristics on hard single objective optimization problems is well recognized today. Many real-life problems require, however, taking into account several conflicting points of view corresponding to multiple objectives. Multiple objective optimization differs from the single objective case in several ways: (1) the usual meaning of the optimum makes no sense in the multiple objective case because the solution optimizing all objectives simultaneously is, in general, impractical; instead, a search is launched for a feasible solution yielding the best compromise among objectives on a set of, so called, efficient solutions; (2) the identification of a best compromise solution requires taking into account the preferences expressed by the decision-

maker; (3) the multiple objectives encountered in real-life problems are often mathematical functions of contrasting forms.

The use of metaheuristics to tackle multi-objective problems has recently mushroomed, giving birth to many ideas published in various journals and proceedings. Even if MOMH are more and more discussed in specialized international conferences (such as EMO, MCDM, MOPGP, MIC, etc.), there is no a common place dedicated to "metaheuristics for solving multiple objective optimization problems".

The objective of this workshop is to organise a place where the metaheuristic and the multi-objective optimisation communities can meet and discuss novel approaches.

Important dates

The schedule for the submission process is:

- Today : Registration
- 06/15/2002 : Deadline for submission of abstracts
- 07/15/2002 : Notification of acceptance or rejection
- 11/04/2002 : Full paper for publication procedure
- 11/04-05/2002 : Workshop

Organisation committee

- Xavier Gandibleux (LAMIH - University of Valenciennes, France), Xavier.Gandibleux@univ-valenciennes.fr
- Marc Sevaux (LAMIH - University of Valenciennes, France), Marc.Sevaux@univ-valenciennes.fr
- Kenneth Sorensen (TEW - University of Antwerp, Belgium), KSorensen@ruca.ua.ac.be
- Vincent T'Kindt (E3I - University of Tours, France), Tkindt@univ-tours.fr

Registration fee

Registration IS REQUIRED but FREE OF CHARGE. Please, fill the online registration form as soon as possible: <http://tew.ruca.ua.ac.be/eume/momh.html>

Appel à soumission

LFA02: Rencontres francophones sur la Logique Floue et ses Applications

Montpellier - 21-22 Octobre 2002

<http://www.lirmm.fr/lfa02>

Les rencontres sur la Logique Floue et ses Applications sont l'occasion pour les chercheurs de la communauté francophone de se réunir afin de faire le point sur les développements actuels de la discipline. Depuis plusieurs années, la manifestation s'est élargie, au-delà des ensembles flous et de la théorie des possibilités, à d'autres théories de l'incertain (théorie des fonctions de croyance, probabilités imprécises, ensembles approximatifs « rough sets », raisonnement qualitatif, ...). L'édi-

tion 2002 de la manifestation s'inscrit dans cette volonté d'évolution et d'ouverture.

Les organisateurs de ces rencontres souhaitent pouvoir offrir aux participants de LFA02 un panorama aussi complet que possible des avancées réalisées au sein de la communauté francophone universitaire mais aussi industrielle. Aussi, toute contribution théorique, méthodologique ou applicative est-elle encouragée.

Thèmes

- recherche opérationnelle et aide à la décision,
- analyse de données,
- classification et reconnaissance des formes,
- fusion d'informations,
- évaluation subjective.

Dates importantes

La date limite de soumission fixée au 29 Avril 2002 n'a pas été étendue. Toutefois, toute proposition de communication peut encore être étudiée (contacter Sylvie Galichet).

Organisateurs

- **Président du comité d'organisation :**
Olivier Strauss, LIRMM, Université de Montpellier II
- **Président du comité de programme :**
Sylvie Galichet, LAMII, Université de Savoie (galichet@irit.fr)

Frais d'inscription

- Étudiants 100 / 135 euros
- Universitaires 200 / 270 euros
- Tarif général 200 / 270 euros
- Membres ROADEF 200 / 200 euros

Les premiers tarifs correspondent à une inscription avancée (voir site Web de la conférence).

Informations supplémentaires

- site web <http://www.lirmm.fr/lfa02>
- e-mail galichet@irit.fr
- adresse postale Sylvie Galichet
IRIT, Université Paul Sabatier,
118, route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex 4

Comptes rendus des manifestations passées

Compte rendu des 4^{ièmes} journées nationales de la ROADEF

20 - 22 février 2002

par Irène Charon et Olivier Hudry

Les quatrième^s journées nationales de la ROADEF (dont le site Internet reste consultable à l'adresse <http://www.infres.enst.fr/~charon/roaDEF/>) ont eu lieu du 20 au 22 février 2002 dans les locaux de l'École nationale supérieure des télécommunications (ENST), 46, rue Barrault, 75013 Paris. Comme pour les éditions précédentes de ces journées nationales, l'objectif était de favoriser les échanges entre scientifiques et industriels intéressés par la recherche opérationnelle et l'aide à la décision. Pour notre organisation, nous avons bénéficié du soutien de Bouygues eLab, d'Eurodécision, de France Télécom R&D, partenaires que nous remercions pour l'intérêt qu'ils ont manifesté à l'égard de ces journées, et bien sûr de l'ENST et de la ROADEF, que nous remercions pour la confiance qu'elles nous ont témoigné en nous laissant organiser cet événement.

Outre une dizaine d'enseignants-chercheurs ou thésards de l'ENST, 287 personnes extérieures à l'ENST se sont inscrites à ROADEF 2002. Parmi elles, on notera un fort contingent d'étudiants en thèse (98, soit plus d'un tiers des participants), ce que l'on peut considérer comme un signe positif pour la vitalité de notre discipline. On notera aussi que ces journées débordent largement le cadre de la société, puisque 96 participants ne sont pas affiliés à la ROADEF (ni à titre personnel ni à titre institutionnel). Cette forte participation résulte vraisemblablement d'au moins trois facteurs :

- le rayonnement de la société (ce que confirment les participations de plus en plus importantes aux journées nationales);
- la localisation géographique des quatrième^s journées, Paris offrant plus de facilité d'accès que les sites antérieurs (et sans doute ultérieurs);
- le montant des droits d'inscription, que l'on a cherché à réduire le plus possible tant que la qualité des prestations offertes pendant les journées n'en souffraient pas : grâce au soutien financier de l'ENST et de nos partenaires industriels, les droits sont restés stables par rapport aux troisième^s journées, organisées à Nantes.

Tous les participants n'étaient pas orateurs, loin s'en faut : la moitié des participants sont venus seulement pour écouter. Plus précisément, on compte 157 exposés, se répartissant de la manière suivante :

- 1 exposé en séance plénière ;
- 5 exposés de synthèse ;
- 151 exposés de recherche.

Pour tenir sur trois jours, il était indispensable de programmer ces exposés en sessions parallèles. Nous avons retenu pour elles des durées de 90 ou 120 mn, séparées par des pauses de 30 mn. Plusieurs d'entre elles ont été organisées autour de thèmes précis, à notre demande ou spontanément par des personnes qui ont accepté d'assumer cette tâche. Nous les en remercions, ainsi que les orateurs qui ont accepté de prendre en charge les exposés d'une heure et demie. Un des effets positifs des propositions spontanées est que celles-ci ont permis de faire figurer, à côté des grands courants de la ROAD (optimisation, ordonnancement, aide à la décision...), des thèmes auxquels nous n'aurions pas nécessairement pensé. L'image de la discipline ainsi donnée par ces journées n'en est que plus fidèle à ce qui se pratique dans les diverses équipes universitaires ou industrielles, en faisant apparaître ou en confirmant de nouvelles tendances dans son développement.

Des actes prolongent ces journées, sous la forme de numéros spéciaux de deux revues : Mathématiques et Sciences humaines d'une part (www.ehess.fr/centres/cams/publica/msh.html), la RAIRO de l'autre (edpsciences.org/docinfos/RO). À l'heure où nous écrivons, dix-huit articles ou intentions d'articles nous sont parvenus. Ils font ou feront bien sûr l'objet du processus habituel de lecture avant d'être éventuellement publiés, en cas de rapports favorables.

En dépit de quelques problèmes techniques survenus au cours des sessions, nous espérons que les participants garderont un bon souvenir de ces journées. Pour notre part, de nombreux points nous ont donné satisfaction. Le grand nombre de participants bien sûr, même si nous n'avions pas prévu initialement une logistique pour tant de personnes ! Mais aussi le faible nombre d'inscrits n'ayant finalement

pas pu participer (une douzaine de personnes), ou encore le fait qu'il n'a pas été nécessaire de modifier la programmation des exposés (grâce justement à la présence de tous les orateurs), et surtout la possibilité qui nous a été donnée de pouvoir interagir aussi fructueusement d'abord avec les deux bureaux de la ROADEF (qui, justement à l'occasion du renouvellement du bureau, ont constitué avec nous le

comité scientifique), ensuite avec les organisateurs de sessions thématiques, enfin avec l'ensemble des orateurs et plus généralement des participants. Ce fut pour nous une expérience enrichissante que nous sommes heureux d'avoir connue. Nous souhaitons aux prochains organisateurs de tirer autant de profit que nous de la future organisation des journées nationales de la ROADEF.

Compte rendu de la
4^{ième} Journée Francilienne de Recherche Opérationnelle
 15 mars 2002
 par Francis Sourd

Après les trois premières journées organisées en 2001, la quatrième journée francilienne de recherche opérationnelle s'est tenue le vendredi 15 mars 2002 au Carré des Sciences, au Ministère de la Recherche à Paris. Comme pour les précédentes éditions, un thème avait été choisi, cette journée était consacrée à la programmation quadratique en variables bivalentes.

La matinée était consacrée à un tutorial d'Alain Billionnet, professeur à l'Institut d'Informatique d'Entreprise (IIE - CNAM), membre du CEDRIC, sur les principaux aspects de la programmation quadratique, spécialement en variables 0-1.

L'audience a ensuite investi les restaurants du quartier et s'est retrouvée l'après-midi pour écouter les quatre exposés au programme.

- Nelson Maculan, de l'Université Fédérale de Rio de Janeiro (Brésil), a présenté différents schémas de relaxation lagrangienne en programmation quadratique 0-1.

- Philippe Michelon, professeur à l'Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, a ensuite présenté un schéma général de linéarisation pour ces problèmes

- Sourour Elloumi, de l'Université Libre de Bruxelles (et du CEDRIC), a présenté après une pause-café différentes manières de réécrire et de réduire des programmes quadratiques 0-1.

- Jean-Pierre Goux, de la société Artelys, a finalement abordé la résolution des grands problèmes d'affectation quadratique en utilisant des architectures grid massivement distribuées. L'audience a été impressionnée par la puissance de calcul mise en œuvre.

Les transparents de certaines de ces présentations sont en ligne sur le site des JFRO qui est directement accessible depuis la page principale de la ROADEF.

Nous remercions vivement les orateurs pour leur participation et pour la qualité de leurs présentations. Même si tout le monde ou presque s'était vu 15 jours plus tôt au congrès de la ROADEF, les participants à cette journée étaient encore une fois nombreux, leur nombre dépassant la cinquantaine. Pour beaucoup, cette journée était l'occasion de découvrir cette thématique de recherche.

La prochaine journée aura lieu le 9 octobre prochain, toujours au Carré des Sciences. Le programme n'est pas encore totalement fixé mais le thème de la journée sera lié aux problèmes d'emplois du temps et notamment de leurs liens avec la coloration des graphes. Nous aurons la joie d'accueillir Dominique de Werra, de l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne, qui donnera le tutorial. De plus amples informations seront données sur le site web, accessible à partir du site de la ROADEF.

Compte rendu de la 12^{ième} édition de la
Conférence Internationale sur l'Optimisation Combinatoire (CO'02)
 8 au 12 avril 2002
 par Philippe Chrétienne

La douzième édition de la conférence internationale sur l'Optimisation Combinatoire (CO'02) s'est tenue au CNAM-Paris du 8 au 10 avril 2002.

Cette conférence, sponsorisée par le LIP6, France-Telecom R&D et le CEDRIC, a concerné de nombreux domaines de l'Optimisation Combinatoire : logistique et distribution, localisation, optimisation de réseaux, programmation en nombres entiers, méthodes polyédriques, ordonnancement, algorithmes approchés et recherche locale.

Les 4 conférences plénières :

- Combinatorial Auctions in e-commerce (M. Gendreau)
- Supply Chain Scheduling (N. Hall)
- On the General Subgraph Problem (M. Labbe)

- Designing Approximation Schemes (C. Kenyon)

ont donné lieu à des exposés remarquables qui ont suscité des échanges d'idées enrichissants entre les participants.

Le comité scientifique s'est également félicité de la qualité globale des 120 présentations organisées en 3 sessions parallèles. Le programme social (en particulier la visite du Louvre et du musée du CNAM) a également été beaucoup apprécié.

Globalement, cette 12ième édition de la série des conférences CO fut un succès tant par la qualité de ses présentations scientifiques que par son ambiance chaleureuse favorisant les échanges. La suivante (CO'04), organisée par le professeur R. Eglese, aura lieu à l'université de Lancaster (UK).

Compte rendu de la 5^{ième} journée du groupe de travail sur
la Programmation Mathématique MultiObjectifs (PM2O)
 Université d'Angers, 17 mai 2002

par Vincent T'Kindt

La journée de travail commença vers 10h00. Après une présentation par Jin-Kao Hao de l'université d'Angers et du Laboratoire d'Etudes et de Recherche en Informatique d'Angers (LERIA) le premier exposé débuta vers 10h15. Vincent T'kindt présenta une méthode exacte pour énumérer l'ensemble des optima de Pareto pour un problème d'ordonnancement bicritère particulier. Cette méthode est basée sur une recherche arborescente et les résultats expérimentaux présentés illustrent son fonctionnement. Après une pause café, Nicolas Jozefowicz nous présenta la résolution d'un problème de tournée de véhicules bicritère où l'objectif est de minimiser la distance totale parcourue ainsi que la plus grande différence de trajets réalisés par deux véhicules. Après un rappel des principaux travaux du domaine, il nous présenta un algorithme évolutionniste de type NSGA pour énumérer l'ensemble des optima de Pareto. Après une pause déjeuner, Virginie Gabrel nous présenta une méthode de type « label setting » pour l'énumération de tous les chemins de Pareto dans un graphe. Chaque arc étant valué par un vecteur à deux composantes, l'objectif est de déterminer tous les « plus courts chemins » au sens de deux critères. L'introduction de bornes permet d'améliorer l'efficacité de l'algorithme d'énumération. Fabien Degoutin nous présenta ensuite un retour d'expériences sur la résolution de quelques problèmes bicritères, à savoir le problème d'affectation, le problème de sac-à-dos, le problème de cou-

verture d'ensembles et le « set packing problem ». L'objectif des expérimentations était de mesurer le positionnement de la courbe des optima de Pareto par rapport à son approximation par une heuristique et à son approximation par résolutions itératives d'une relaxation linéaire. Ces deux dernières approximations peuvent sur certains problèmes fournir en temps raisonnable un très bon encadrement de la courbe réelle. Le dernier exposé fut réalisé par Vincent Barichard qui nous présenta un algorithme hybride pour la résolution d'un problème de sac-à-dos multicritère. Cet algorithme combine un algorithme évolutionniste avec une recherche Tabou et réalise l'énumération de l'ensemble des optima de Pareto. De nombreux résultats expérimentaux permettent de comparer l'algorithme présenté à deux algorithmes existants. La journée se termina après la table ronde qui débuta vers 16h30. La majeure partie de cette table ronde fut dédiée à un compte-rendu des réunions préparatoires à la création d'un GDR « Recherche Opérationnelle ». On parla également de la prochaine réunion du groupe qui se déroulera les 4 et 5 novembre prochains à Paris dans le cadre de journées couplées avec le groupe européen EUME sur les métaheuristiques (www.li.univ-tours.fr/pm2o/momhmir.html). Il est à noter qu'un volume dans la série Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems (Springer) sera préparé à l'issue de ces journées.

Annonces des manifestations à venir

Management Science Strategic Innovation Prize 2003 (MSSIP 2003)

The **European Association of Operational Research Societies (EURO)** is offering the Management Science Strategic Innovation Prize (MSSIP) to foster specific areas of application of Operational Research in management. The prize is intended to award outstanding contributions in theory or in practice to a well-chosen scientific area encouraging innovative researchers and possibly entire research groups to focus their work on a domain of particular strategic interest. The prize is conferred at each EURO-k conference and is sponsored

by the SAP AG, Germany, with an endowment of 20000 CHF, each.

The MSSIP is awarded the first time at EURO 2003 in Istanbul for an innovative contribution in the area of **Market Co-ordination in Supply Chain Management**.

The paper is to be submitted in electronic form to the chairman of the jury Pr. Christof Weinhardt (weinhardt@iw.uni-karlsruhe.de) **not later than January 15, 2003**.

International Workshop on Heuristics

July, 24-27, 2002, Beijing, China

<http://www.info.univ-angers.fr/Beijing-IWH02> (Jin-Kao Hao : hao@info.univ-angers.fr)

Workshop sino-européen sur l'utilisation des nouvelles technologies d'information et de communication dans la gestion des systèmes de production

9-11 août 2002, Shanyang, China

Chengbin Chu : chengbin.chu@utt.fr

Summer School in Modern Convex Optimization

August, 26-30, 2002, CORE - Université catholique de Louvain, Blegium

<http://www.core.ucl.ac.be/SumSch/Nemirovski.html> (Sylvie Mauroy : mauroy@core.ucl.ac.be)

CLAIO 2002

October 27th-31st, 2002 - Concepción, Chile

<http://www.udec.cl/claioxi> (Lorena Pradenas : claioksi@mail.udec.cl)

The IV ALIO/EURO Workshop on Applied Combinatorial Optimization

November 4th - 7th, 2002 - Pucón, Chile

<http://www.inf.puc-rio.br/alioeuro2002/>

École HEC - Jouy

recherche un professeur pour un cours de Management Science

Contact : Hervé Thiriez (thiriez@hec.fr)

Rejoindre la ROADEF

Rôle de ROADEF

Selon ses statuts la ROADEF a pour mission de favoriser l'essor de la RO et de l'AD en France. Pour cela, elle s'emploie à favoriser l'enseignement en formation continue de la 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.

Coût d'une inscription

Les cotisations pour l'année 2002 sont les suivantes :

- membre actif 46 euros
- membre étudiant 15 euros
- membre retraité 30 euros
- membre institutionnel 153 euros
- membre bienfaiteur 153 euros

Demande d'inscription

1. Retirer le bulletin d'inscription sur le web de la ROADEF (ou le demander au trésorier)
2. Retourner le bulletin d'adhésion pour personnes physiques ou personnes morales par e-mail à Éric Gourdin : tresorier@roadef.org
3. Envoyer votre règlement par chèque à l'ordre de la ROADEF à :
 Éric Gourdin - Trésorier de la ROADEF
 France Télécom R & D - DAC/OAT
 38, Rue du Général Leclerc - F92794 Issy-Les-Moulineaux Cedex 9

Vous pouvez contacter Éric Gourdin (tresorier@roadef.org) ou Marie-Christine Costa (secretaire@roadef.org) pour obtenir davantage d'informations à ce sujet.

ROADEF : LE BULLETIN

Bulletin de la société française de recherche opérationnelles 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 Anass Nagih

Éditeur :

Arnaud Fréville

Comité de rédaction :

Arnaud Fréville, Marie-Christine Costa, Éric Gourdin, Van-Dat Cung, Anass Nagih, Philippe Baptiste

Composition du Bulletin :

Anass Nagih

Ayant collaboré à ce numéro :

E. Jacquet-Lagrèze, C. Lemaréchal, E. Sanlaville, I. Charon, O. Hudry, M.C. Costa, Ph. Chrétienne,
D. Bouyssou, F. Sourd, V. T'Kindt.

Ce numéro a été tiré en 500 exemplaires. Sa version électronique est disponible sur le site de la ROADEF