

Le bulletin

Semestriel



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

Le mot du bureau sortant
Éditorial : Fabrice Chauvet et al.
L'optimisation pour répondre aux nouveaux enjeux des infrastructures gazières
Article invité : Marcel Mongeau
Introduction à l'optimisation globale
Article invité : manifeste collectif
La nouvelle Recherche Opérationnelle, un rendez-vous à ne pas manquer
Des nouvelles d'une société sœur, l'AFPC
Vie de l'association :
Prix Robert Faure 2009
Mouvements des adhérents de la ROADEF
Challenges ROADEF 2005, 2007, 2009, 2010 !
Manifestations parrainées par la ROADEF :
Programme de la conférence ROADEF'08
Annonces de manifestations parrainées : EJC Avignon, JFRB, J. Opt Belfort
Compte Rendus de manifestations parrainées : J Optim Réseaux, LFA
Groupes de travail ROADEF
Rejoindre la ROADEF

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

Édition Automne - Hiver 2007
Numéro 19 - décembre 2007

Editorial du bural sortant

Quatre années au bureau de la Roadef

– bilan de quelques actions –

J-C. Billaut, D. De Almeida, S. Kedad-Sidhoum, E. Sanlaville

Notre association a pour vocation de promouvoir la recherche opérationnelle et l'aide à la décision (RO/AD) en France, d'en diffuser la connaissance auprès des industriels et de favoriser son enseignement en formation initiale et en formation continue.

Voici quatre ans maintenant, le bureau constitué par Marie-Christine Costa prenait ses fonctions. Parmi les plus dissipés, nous sommes quatre membres sur six à en avoir repris pour deux ans. Des dossiers parfois difficiles ont été abordés, des projets ont été montés, certains conduits à leur terme, d'autres pas encore et des projets sont apparus pour nos successeurs. Nous proposons de faire un bref bilan, et de faire le point sur les actions menées et sur quelques idées qui nous semblent bonnes. Ces idées concernent bien entendu tous les membres de l'association.

Vie des groupes de travail

Les groupes de travail sont les cellules vivantes de la Roadef. C'est au sein des groupes de travail que des premiers résultats sont présentés, que des doctorants font leurs premiers pas, que les acteurs de la recherche font connaissance, que des collaborations se montent et donc grâce aux groupes de travail que la communauté se crée et se consolide. La réunion de tous les groupes de travail forme une grande partie de la communauté RO-AD en France. Il n'est pas inutile de souligner l'importance des groupes de travail pour les doctorants, qui peuvent ainsi se faire connaître dans la communauté, ce qui ne peut pas les desservir quand vient l'époque tant attendue des auditions pour les concours¹.

Le fonctionnement des groupes repose essentiellement sur la bonne volonté et la disponibilité de quelques animateurs et faire fonctionner un groupe demande une grande dépense d'énergie.

Pendant ces quatre années, des groupes de travail se sont maintenus et existent toujours, d'autres

ont été créés et d'autres se sont dissous. Certains se réunissent régulièrement d'autres plus difficilement. Le rôle de la Roadef est de soutenir les groupes qui existent et de favoriser l'émergence de nouveaux groupes pour que des thèmes non encore couverts le deviennent, afin que toute la communauté puisse trouver un terrain où s'exprimer. D'un autre côté, la multiplication des groupes sur des thèmes assez proches peut au contraire disperser les forces et affaiblir des groupes. L'équilibre à maintenir n'est pas facile, mais il n'en demeure pas moins que les groupes sont fondamentaux pour la vie de la communauté.

Le bureau peut aider financièrement les réunions, inciter les groupes à se réunir, mais il ne peut pas se substituer à une équipe d'animation. Une structuration plus solide des groupes – à l'image des *workings groups* de EURO – permettrait peut-être de pérenniser ces structures et de leur donner plus de visibilité.

Revues

Notre association est une société savante qui vise à atteindre le plus haut niveau scientifique. Pour cela, nous nous sommes dotés (via le bureau sous la présidence de Denis Bouyssou) de la revue scientifique 4'OR avec les sociétés sœurs belge et italienne. La revue 4'OR publie peu d'articles mais fortement sélectionnés et elle est maintenant répertoriée par Thomson Scientific.

Il y a quelques années (en début de mandat avec Marie-Christine Costa), il a été question que la revue RAIRO-RO soit reprise par l'éditeur EDP Sciences avec le soutien de la SMAI. La Roadef a

¹Même si la valse à trois temps des auditions pour les recrutements au mois de mai va être remplacée par une autre valse dont on ignore le tempo.

alors été sollicitée pour participer à cette reprise. La Roadef s'est trouvée dans une situation extrêmement délicate puisque les sociétés belge et italienne avaient arrêté leur revue nationale au profit de 4'OR. En assemblée générale, il avait été décidé de ne pas abandonner RAIRO-RO et la Roadef a donc dû justifier ce choix auprès des collègues belges et italiens. Aujourd'hui la Roadef est impliquée dans la revue, au même titre que la SMAI. RAIRO-RO publie les numéros spéciaux réalisés suite aux congrès Roadef. Cette revue est maintenant en très nette progression grâce au travail – pas toujours facile – des trois éditeurs Alain Billionnet, Philippe Chrétienne et Philippe Mahey.

Le congrès de l'association

Le congrès de l'association a pris une ampleur continue lors des quatre dernières éditions. En 2003 et 2005 à Avignon et Tours, nous comptons environ 320 participants, en 2006 à Lille nous avons frôlé les 400 et ils ont été dépassés à Grenoble – certes pour une édition conjointe Francoro-Roadef. Ce succès grandissant fait du congrès le rendez-vous annuel incontournable de la communauté.

Lors du congrès, les doctorants présentent leurs travaux à la communauté – donc potentiellement à leur futur jury – et rencontrent d'autres doctorants. Toutefois, hormis ces raisons, faire une présentation à Roadef n'est pas forcément attractif pour eux car le congrès n'est pas sélectif. Ce n'est donc pas un point qui met en valeur un dossier lors de la recherche d'une qualification². Depuis Roadef 2005 à Tours, nous avons donc proposé aux doctorants de soumettre un article long en français, qui est sélectionné et publié dans des actes référencés. Le bilan de cette action dira s'il faut maintenir cette procédure ou non.

Communication

La Roadef a engagé une campagne de communication destinée à faire connaître la recherche opérationnelle et l'aide à la décision. C'est une action difficile qui s'inscrit dans la durée. Plusieurs cibles sont visées :

- le milieu industriel,
- le milieu académique,
- le « grand » public.

C'est avant tout parce que nous avons des «vrais» problèmes qu'il y a un 'O' dans 'RO'. Le milieu industriel doit être touché par des actions de communications et le média que nous avons visé est la presse spécialisée (Usine nouvelle, Industries et Technologies, 01 informatique, etc.). Faire passer un article dans ces revues n'est pas facile, les portes à pousser sont très lourdes. Une relation privilégiée a pu être établie récemment (grâce à Christelle Guéret) avec la revue Techniques de l'Ingénieur, qui permettra certainement des publications régulières sur la RO-AD. Pour ce genre de communication, le challenge Roadef est bien entendu un événement privilégié à mettre en valeur. Nos partenaires industriels habituels doivent également être encouragés à communiquer (en interne par exemple) sur leur activité, afin de consolider leur image et de faire connaître notre discipline et leur travail.

Faire connaître la RO-AD dans le milieu académique est également indispensable. Concernant les institutions comme le CNU ou le Comité National (CoNRS), il est très important d'avoir des représentants élus de notre discipline. Ce sont ces personnes qui seront chargées de l'évaluation de nos équipes de recherche et de nos doctorants et il est toujours préférable d'être évalué par ses pairs³. Il faut donc au maximum solliciter les collègues pour qu'ils soient dans des positions éligibles lorsque les élections se présentent. Un investissement dans d'autres associations comme Specif ou l'ASTI⁴, qui possèdent également une très bonne visibilité, peut également être tout à fait utile pour la communauté. Au niveau du CNRS, la création récente du GDR «Recherche Opérationnelle» est un événement tout à fait remarquable qui contribue grandement à la visibilité de la RO-AD. Les liens étroits entre la Roadef et le GDR-RO doivent être maintenus, leurs rôles respectifs doivent être clairs.

Un projet de contacter l'Académie des Technologies a également été conduit (suite à une idée de Catherine Roucairol, relayée par Yves Cazeau). L'objectif était de présenter la RO-AD à l'AdT et de leur prouver l'intérêt de soutenir la RO-AD. A cette occasion, un Manifesto dont une version abrégée se trouve dans ce bulletin a été rédigé. Ce projet est toujours en cours, le document a été transmis et nous sommes maintenant en attente d'une présentation devant l'AdT.

Il n'est pas non plus inutile de faire connaître la RO-AD au grand public. La diminution flagrante

²On pourrait discuter de la différence entre l'importance pour un doctorant d'un exposé en français dans une conférence non sélective devant une salle remplie de spécialistes français et celle d'un exposé en anglais dans une conférence sélective devant une salle presque vide, mais ce n'est pas l'objet de la discussion.

³Nous ne parlerons pas ici de l'AERES dont il est trop tôt pour juger de l'action

⁴La Roadef est adhérente de l'ASTI depuis 2007.

des effectifs d'étudiants dans les disciplines scientifiques est un problème qui nous concerne tous et nous pouvons (devons ?) mener des actions contre ce «phénomène de société». Localement à l'occasion de la Fête de la Science ou lors de portes ouvertes des universités ou des écoles, certains stands peuvent être organisés assez facilement autour de la RO. Les problèmes peuvent être vulgarisés et donner lieu à des jeux qui peuvent susciter des curiosités, des vocations. Bien entendu, il ne s'agit pas d'une action ponctuelle, mais qui s'inscrit dans la durée, qui permet aussi de se faire un peu mieux connaître auprès des collègues d'autres disciplines. Des contacts ont été pris avec France 2 (grâce à Marie-Christine Costa) au sujet d'un projet d'émissions TV sur les sciences. Si l'occasion se présente, la RO-AD aura sa place.

Toujours au sujet de la communication,

- une plaquette de présentation de la Roadef a été constituée (elle est en ligne). Cette plaquette peut-être distribuée à chaque fois qu'une occasion se présente, des exemplaires papier sont encore disponibles.
- le site de la Roadef est un outil incontournable de la communication. Il a été reconstruit entièrement au début de la période des quatre ans (par Safia Kedad-Sidhoum) et il vient à nouveau d'être refait (par Francis Sourd et Safia). Il s'agit d'un très gros travail, d'une importance considérable car sans ce site web performant, les autres actions de communication perdent leur crédibilité.

Relations avec les industriels

Les relations avec les industriels constituent un dossier très important. Les sollicitations sont nombreuses et plusieurs pistes peuvent être abordées.

- Le GDR RO a monté le projet de créer un club de partenaires industriels. Des discussions sont actuellement en cours pour voir dans quelle mesure les membres de ce club ne pourraient pas également bénéficier des avantages offerts par la Roadef.
- Il a été question de monter des formations en RO à destination des industriels. Chaque entreprise doit offrir à ses employés des formations dans un domaine de leur choix (*droit individuel à la formation*). Il serait intéressant pour certaines entreprises d'envoyer ses employés en formation en RO-AD. Monter ce genre de formation relève de la formation continue et trouve sa place dans les missions

de la Roadef.

- Il a été question d'organiser une conférence au niveau européen (action conduite par EURO) dédiée aux applications de la RO-AD, à l'image du congrès *OR/MS practitioners* d'INFORMS. Ce congrès serait un lieu privilégié de rencontre entre professionnels, organisé par eux (avec le soutien de l'association nationale), avec des présentations de problématiques mais aussi d'outils de résolution. La France pourrait faire un bon candidat pour la première édition.

Le challenge de la Roadef constitue une vitrine de l'association et un outil remarquable de communication. Le montage d'un projet du challenge représente un gros travail du côté du partenaire industriel mais aussi du côté du «correspondant» Roadef. Van-dat Cung a assuré cette mission avec brio pendant de nombreuses années, une équipe de quatre personnes l'a remplacé récemment. Cette action – d'ampleur internationale – est bien évidemment à maintenir, à consolider et à exploiter au maximum.

Conclusion

La RO-AD en France se porte bien avec la montée en puissance du congrès, du nombre de groupes de travail, des sollicitations des industriels, des relations avec les sociétés sœurs, etc. Nous nous retirons de l'association avec :

1. une grande satisfaction car l'activité n'a pas manqué pendant ces quatre années et beaucoup d'actions ont pu être menées
2. et un petit sourire en direction du nouveau bureau, car beaucoup de dossiers assez épais sont encore ouverts, sans compter ceux qui ne le sont pas encore...

Nous remercions Marie-Christine, Christian, Med-ali et Clarisse avec qui nous avons eu le plaisir de travailler au bureau pendant deux ans, ainsi que toutes les personnes qui nous ont aidé durant cette longue période à faire avancer tous les dossiers. Nous remercions également nos successeurs au bureau pour l'aide qu'ils nous ont déjà apportée sur de nombreux points. Nous leur souhaitons beaucoup de courage pour la durée de leur mandat (voire plus), même si nous savons que ce n'est pas ce qui leur manque.

Bien amicalement,

Jean-Charles, David, Safia et Eric.

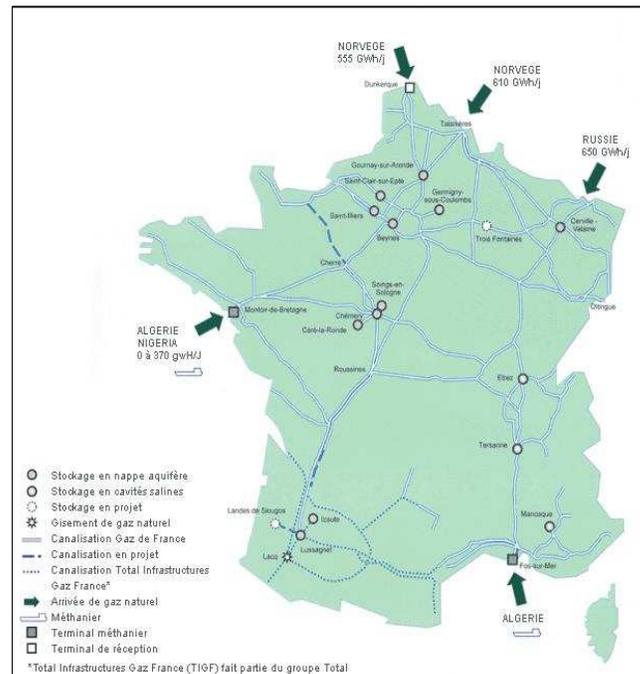
éditorial industriel

L'optimisation pour répondre aux nouveaux enjeux des infrastructures gazières

Fabrice Chauvet et al. ¹

fabrice.chauvet@gazdefrance.com

La raréfaction des matières premières comme le pétrole, place le secteur énergétique au cœur de nouveaux enjeux sociaux importants, imposant à tous les acteurs de mieux optimiser les ressources et en particulier le gaz naturel. Aussi, Gaz de France investit et se développe rapidement dans la production basée sur les énergies nouvelles et renouvelables. Ces problématiques de rationalisation interviennent au moment de l'ouverture des marchés énergétiques européens ainsi que de la séparation des activités d'une part de gestion d'infrastructures (régulées), et d'autre part de commerce (mises en concurrence). Aussi une entreprise leader, comme Gaz de France, est confrontée à des questions nouvelles, et à de plus anciennes revues sous un nouveau jour.



Les infrastructures gazières en forte expansion

Gaz de France gère le deuxième réseau de distribution de gaz naturel en Europe via sa filiale Gaz

de France Réseau Distribution, et le plus long réseau de transport de gaz naturel à haute pression via sa filiale GRTgaz². Il améliore sans cesse la performance économique de ses infrastructures, en répondant aux questions suivantes :

¹ Gaz de France, Direction de la Recherche, Pôle Simulation Optimisation.

361 Avenue du Président Wilson, F-93211 La Plaine Saint Denis

² voir respectivement : <http://www.gazdefrance-distribution.com>, et <http://www.grtgaz.com/>

- A quel niveau la pression s'établit-elle dans le réseau ?
- Comment configurer les ouvrages de manière à satisfaire les besoins des clients et à réduire la consommation d'énergie ?
- Comment dimensionner le réseau ?
- Où et quand renforcer le réseau pour répondre à la demande en gaz croissante et permettre d'assurer toutes les opérations de maintenance ?

Afin de fluidifier le marché français du gaz, GRTgaz a prévu d'investir massivement, plus de 5 milliards d'euros, dans son réseau de transport d'ici 2017. Ceci correspond au doublement de son investissement annuel et donne matière à optimiser ! De plus les gestionnaires d'infrastructures doivent justifier auprès de la Commission de Régulation de l'Énergie de leur bonne gestion et de la meilleure optimisation.

La R&D et l'optimisation à Gaz de France³

La Direction de la Recherche de Gaz de France est l'entité de R&D du groupe. En 2007, elle a poursuivi 4 objectifs : innover pour fournir des avantages compétitifs, accroître la performance économique et créer de la valeur, sécuriser chaque maillon de la chaîne gazière et anticiper pour préparer l'avenir. La réorganisation du groupe en vue de la fusion avec Suez a été opérée en 2007. La Direction de la Recherche intègre la Direction de la Recherche et de l'Innovation du nouveau groupe GDF Suez rassemblant toutes les entités de R&D.

Dans le cadre de projets qui répondent aux besoins de toutes les directions du groupe, des ingénieurs - chercheurs, experts en recherche opérationnelle, mathématiques appliquées, et informatique répondent aux problématiques de simulation et d'optimisation. Ils sont particulièrement reconnus pour les outils d'aide à la décision qu'ils développent : maquettes, prototypes, cœurs de calcul intégrés aux SI, logiciels industrialisés, etc. Ils réalisent de plus en plus d'études et de conseil. Du fait des enjeux du monde énergétique, des investissements conséquents, de l'ouverture des marchés, et de la séparation des activités, etc, les problématiques d'optimisation posées par les directions du groupe sont en très forte augmentation. Pour y répondre, le nombre d'ingénieurs - chercheurs devrait

croître de plus de 50 %⁴ et le recours à des partenariats deviendra plus massif.

La R.O. au cœur des enjeux techniques et stratégiques du nouveau terminal méthanier de Fos-Cavaou⁵

Le Gaz Naturel Liquéfié (GNL) prend une place de plus en plus significative dans le secteur de l'énergie. En effet son transport par méthaniers autorise l'importation de gaz depuis les pays producteurs les plus lointains et les plus divers dans des conditions économiques souvent plus favorables qu'avec les gazoducs traditionnels. Dans un contexte de tension sur l'énergie, il permet notamment aux fournisseurs de diversifier leurs sources d'approvisionnement. Aussi le GNL est en train de révolutionner l'industrie du gaz naturel en offrant des possibilités d'arbitrages entre des marchés jusque là indépendants. Cela suppose de disposer de capacités suffisantes de « regazéification », c'est-à-dire de terminaux méthaniers qui réceptionnent le GNL et transforment ce gaz liquide en « gaz gazeux ». C'est dans ce sens que Gaz de France et Total ont conjointement investi dans la construction d'un nouveau terminal sur le site de Fos-Cavaou (Bouches-du-Rhône). Il aura une capacité de stockage de 330000m³ de GNL et pourra regazéifier jusqu'à 8,25 milliards de m³ de gaz par an, soit un sixième de la consommation française en gaz !

Le fonctionnement du terminal, principalement le débit d'émission de gaz sur le réseau en fonction des arrivées de méthaniers, sera régi par un ensemble de contraintes techniques et de règles contractuelles. Afin de favoriser l'ouverture à la concurrence du marché de l'énergie, la STMFC⁶ se doit de proposer des règles transparentes et équitables pour tous les utilisateurs du terminal. Le premier apport de la Recherche Opérationnelle (R.O.) est d'aider à élaborer de telles règles. Le but est de déterminer une gestion garantissant une émission de gaz la plus régulière possible et répartie de manière équitable entre les différents utilisateurs. Cela devant être fait en prenant en compte les contraintes techniques du terminal : la quantité maximale que le terminal peut stocker avant émission, le fait qu'on ne peut complètement vider ce stock, les différents régimes d'émission possibles du terminal...

³Contact : Fabrice CHAUVET, Dr. (HDR)

⁴<http://www.gazdefrance.com/FR/D/284/offres-d-emploi-a-partir-de-bac-45.html>

⁵Contacts : Vincent CHEVALLIER, Ruben PARAISY

⁶<http://www.stmfc.com>



Crédit photos : www.gazdefrance.com

Pour faire face aux aléas qu'il subit, tels que la modification inopinée ou volontaire des arrivées de méthaniers (pour cause de mauvaise mer ou d'opportunité de marché par exemple) ou encore telles que les avaries techniques, l'offre d'accès au terminal prévoit différentes règles de gestion des émissions de gaz vers le réseau de transport. Une fois ces règles de gestion établies, il faut les modéliser afin qu'elles soient implémentées dans le système d'information de gestion du terminal.

Plusieurs modélisations et techniques de résolution ont déjà été testées afin de gérer la combinatoire du problème. Le gestionnaire du terminal accède au programme d'optimisation (dont les temps de calcul sont de l'ordre de la dizaine de secondes) via un service web.

Planification des investissements d'infrastructures de transport⁷

La mission de GRTgaz, filiale transport du groupe, s'articule autour de deux activités majeures : l'acheminement du gaz jusqu'au client dans des conditions de coût et de sécurité optimales, et l'accompagnement de l'ouverture du marché du gaz en France par la mise à disposition du réseau en toute impartialité aux opérateurs agréés. Face à la croissance des consommations en gaz et afin de fluidifier le marché français du gaz, GRTgaz a prévu d'investir massivement, plus de 5 milliards d'euros dans son réseau de transport d'ici 2017. Pour développer les capacités du réseau, GRTgaz doit poser de nouveaux ouvrages en parallèle des canalisations existantes. Schématiquement, une telle opération consiste à répondre à 3 questions :

1. Où poser ? La réponse à cette question passe par la détermination du meilleur tronçon du réseau à renforcer.

2. Avec quel diamètre ? Il s'agit d'un choix à effectuer parmi un ensemble de diamètres du catalogue commercial.
3. Quand poser ? Puisque les renforcements ont lieu dans le temps sur un horizon de 10 à 30 ans, il faut déterminer la meilleure date de pose pour chaque canalisation. Elle permettra de satisfaire les contraintes de pression tout en minimisant le coût actualisé des renforcements.

Le plan d'investissement qui en résulte tient compte des contraintes économiques (minimiser les coûts) à long terme et des engagements légaux et contractuels.

Pour trouver la meilleure solution en un temps de calcul raisonnable, le problème a été décomposé en trois étapes correspondant aux trois questions à traiter. Plusieurs méthodes de résolution ont été développées. Certaines d'entre elles sont des méthodes exactes : la programmation dynamique [1] est utilisée dans la détermination des renforcements (pour les réseaux non maillés) et dans l'échéancement. D'autres comme la relaxation continue, le Branch & Bound tronqué [2] ou bien les algorithmes génétiques [3] fournissent une bonne solution approchée.

1. B. Rothfarb, H. Frank, D. Rosenbaum, K. Steiglitz, D. J. Kleitman (1970). Optimal design of offshore natural-gas pipeline systems. *Operations Research*, Vol. 18, No. 6.
2. J. André, F. Bonnans, L. Cornibert (2006). A tool to optimize the reinforcement costs of a Gas Transportation Network. Pipeline Simulation Interest Group (PSIG 0611).
3. I. D. Boyd, P. D. Surry and N. J. Radcliffe (1994). Constrained Gas Network Pipe Sizing with Genetic Algorithms. Edinburgh Parallel Computing Centre Technical Report 94-11.

⁷Contacts : Jean ANDRE, Miguel ANTUNES, Slawomir PIETRASZ

Article invité

Introduction à l'optimisation globale

Marcel Mongeau ¹

mongeau@cict.fr

Nous présentons ici le problème d'optimisation globale en nous concentrant plus particulièrement sur les problèmes du type boîte noire et survolons les principales méthodes pour l'aborder.

1 Généralités

On considère le problème d'optimisation général :

$$\min_{x \in S} f(x)$$

où S est un ensemble de candidats satisfaisant certaines contraintes dits *solutions réalisables* et la fonction f , dite *fonction-objectif* est définie sur S .

Les méthodes mathématiques traditionnelles d'optimisation numérique se contentent de chercher un minimum local x^* , c'est-à-dire une solution réalisable telle que $f(x^*) \leq f(x)$, pour tout x dans un voisinage de x^* . Le problème d'*optimisation globale* est le «vrai» problème d'optimisation : trouver une solution réalisable x^* telle que $f(x^*) \leq f(x)$, pour tout $x \in S$.

Les problèmes d'optimisation globale sont très répandus dans la modélisation mathématique de problèmes pratiques et cela pour un large spectre d'applications. On se concentrera ici sur le cas sans contraintes. On se situera néanmoins dans le contexte du problème d'optimisation du type *boîte noire* : la fonction-objectif n'est pas donnée par une forme mathématique *explicite*. De tels problèmes, très fréquents dans l'industrie et les services, sont particulièrement difficiles. Leurs fonctions-objectifs ne peuvent être évaluées que, par exemple, par une coûteuse simulation (informatique ou expérimentale), un processus itératif, ou par une série de programmes informatiques parfois anciens, non-modulaires, que l'on n'est pas autorisé à modifier et/ou requérant l'interaction d'un druide expérimenté, en bref : inutilisables par un logiciel d'optimisation mathématique traditionnelle.

Un exemple d'un tel problème est le problème de mise au point moteur que nous avons rencontré chez Renault. Il s'agit de trouver les réglages du moteur (tel l'avance à l'injection) minimisant sa consommation en carburant tout en respectant les

normes de pollution. L'évaluation d'une proposition de solution requiert alors un essai sur banc moteur.

Généralement, dans nos cursus, on se contente d'enseigner l'optimisation locale ou *convexe* (cas où f et S sont explicites, différentiables et convexes) qu'on traite avec des algorithmes cherchant un point *stationnaire* (satisfaisant les conditions nécessaires de premier ordre de Karush-Kuhn-Tucker : voir le site [13] pour le logiciel associé).

On imagine aisément l'attrait de l'optimisation globale pour aborder, par exemple, un problème économique où l'on cherche à minimiser le coût : on préférera clairement un bon minimum local à un moins bon. Dans certaines applications cependant, l'optimisation globale est tout simplement incontournable. C'est le cas du problème d'équilibre des phases qui se pose lors de l'étude des réservoirs pétroliers. Seul un minimum *global* du problème d'optimisation associé donne une information utile sur ce qui se passe à l'équilibre. Dans [10], on tire parti d'une structure mathématique particulière de ce problème pour obtenir un algorithme convergeant vers un optimum global en un nombre fini d'itérations.

Un autre exemple où l'on **doit** trouver un optimum global est le problème de structure moléculaire [4] : trouver la configuration tridimensionnelle d'une molécule de façon à ajuster au mieux des distances inter-atomiques mesurées expérimentalement. L'obtention d'un optimum local (et il y en a un nombre qui est exponentiel en la taille du problème), n'apporte aucune information utile à la compréhension de la structure de la molécule. Ce problème est crucial pour l'industrie pharmaceutique lors de la conception d'un médicament. Dans [2] on propose d'exploiter la séparabilité partielle de ce problème d'optimisation numérique à l'aide de la théorie des graphes.

Alors que l'optimisation *locale*, née avec le calcul différentiel, a plus de 300 ans, les termes «optimisation globale» n'apparaissent pour la première fois qu'en 1975 dans un titre [3]. Depuis, une revue, le *Journal of Global Optimization*, est née (1991) et des conférences spécialisées ont lieu régulièrement. Cette récente ferveur s'explique par des demandes pressantes des utilisateurs ; par des contributions de

¹Université de Toulouse, Institut de Mathématiques

mathématiciens pour des problèmes spécialement structurés; et surtout par le développement de la puissance de calcul. Ce dernier entraîna une algorithmique foisonnante inventée par des ingénieurs et des spécialistes de la RO pour des applications spécifiques.

Notons que le cas très particulier du problème d'*optimisation quadratique* (fonction-objectif quadratique et domaine réalisable défini par un nombre fini d'(in)équations affines) est déjà un problème NP-difficile si l'on cherche un optimum global. C'est cette difficulté intrinsèque qui a fait que l'optimisation globale est longtemps restée un champ d'étude marginal et ce, même dans le domaine spécialisé de l'optimisation numérique.

2 Survol des méthodes

Comment procède-t-on pour aborder un problème d'optimisation globale? Les méthodes générales de résolution peuvent être subdivisées en deux classes : les méthodes déterministes et les méthodes stochastiques.

2.1 Méthodes déterministes

Elles regroupent les méthodes qui ne comportent aucun aspect aléatoire ni stochastique, telles la séparation et évaluation progressive (*branch & bound*), les méthodes de plans de coupe, l'analyse par intervalles, l'homotopie (méthode de lissage), les méthodes lipschitziennes et les méthodes de décomposition. Chacune est adaptée à une classe particulière de problèmes d'optimisation globale. Par exemple, l'**analyse par intervalles**, requiert une forme explicite de la fonction-objectif. Cette méthode subdivise récursivement l'espace de recherche jusqu'à ce qu'on arrive à montrer pour chaque sous-domaine qu'il ne peut contenir d'optimum global ou qu'il ne contient que des solutions optimales (à ϵ près). Pour y arriver, l'analyse par intervalles utilise un *branch & bound* couplé par exemple avec des calculs de bornes pour la fonction-objectif et son gradient dans chaque sous-domaine. Cette méthode peut être appliquée à des problèmes de taille modérée (disons en deçà de 50 variables). Des exemples d'application fructueuse de l'analyse par intervalles sont [11] pour les moteurs électriques ou encore [9] en génie chimique.

Systématiques, les méthodes déterministes citées plus haut requièrent généralement des temps de calculs excessifs pour les problèmes de grande taille. Aussi, les ingénieurs confrontés aux problèmes pratiques se contentent souvent de solutions approxi-

matives (réalisables et ayant une «bonne» valeur de f) à l'aide d'**heuristiques**. Les exemples les plus triviaux sont les **algorithmes gloutons** et les méthodes **par amélioration locales**.

Il existe une grande demande pour des méthodes d'optimisation numérique n'exigeant pas que l'utilisateur programme le gradient de la fonction-objectif. Cette demande est satisfaite en général par des variantes «approximations par différences» des méthodes classiques d'optimisation (locale) numérique. Le principe est le même que celui qui consiste à approcher la dérivée d'une fonction unidimensionnelle par $\frac{f(x) - f(x+h)}{h}$ avec h petit. Pour un domaine à n dimensions, cela nécessite non plus 2 évaluations de f mais $n+1$. Les désavantages sont la perte de précision due aux erreurs d'annulation (différences de nombres presque identiques) et aux divisions par de petits nombres, ainsi que le grand nombre d'évaluations de fonction-objectif que cette technique nécessite (particulièrement critique dans le cas d'applications pour lesquelles une évaluation de f est coûteuse). Une autre objection aux approximations par différences est qu'on y remplace chaque gradient par un bouquet serré d'au moins $n+1$ évaluations de fonction-objectif au lieu de disperser ces points où l'on évalue f (d'autant plus si on cherche à optimiser globalement!). De plus, dans le cas où f est bruitée, la contribution du bruit aux taux de changement prédits serait moindre si les points d'évaluation étaient plus espacés.

Ce dernier argument milite en faveur des **méthodes directes** (sans dérivées). Ces méthodes sont en fait des méthodes d'optimisation locale mais sont souvent utilisées comme heuristiques en optimisation globale. Elles remontent au début des années 1960 (**Hooke-Jeeves** [5]). Certaines construisent un modèle interpolant la fonction-objectif, d'autres sont du type «simplexe», comme la méthode du **polytope mouvant** [14] (dite aussi du **simplexe non-linéaire** ou encore de **Nelder-Mead**) que nous décrivons ici. C'est la méthode d'optimisation (locale) sans contraintes la plus utilisée de NAG (bibliothèque commerciale de programmes d'analyse numérique et d'optimisation)!

Un *simplexe* est l'enveloppe convexe de $n+1$ points dans \mathbb{R}^n , formant un volume non-nul. Selon l'article [14] introduisant la méthode du polytope mouvant, le simplexe s'adapterait au paysage local, s'allongeant vers le bas sur les plans inclinés, changeant de direction en rencontrant une vallée avec un angle et se contractant au voisinage d'un minimum. La méthode du polytope mouvant est initialisée par l'évaluation de f en $n+1$ points. À chaque itération, on engendre un nouveau point sur la droite allant

du pire point au centre des autres points et on évalue f en ce nouveau point. Ensuite, selon différents cas de figure, ce nouveau point remplacera le pire point, ou bien on allongera le simplexe dans une direction, ou encore on contractera le simplexe dans la direction du meilleur point, etc. L'algorithme se termine lorsque les arêtes du simplexe deviennent de longueur suffisamment petite.

Cet algorithme est mis en échec notamment par le cas d'une fonction *lisse* (dont la dérivée est continue) strictement convexe en dimension 2, ce qui rend très discutable l'utilisation massive de la méthode du polytope mouvant et, du même coup, sert de motivation aux recherches actives en optimisation sans dérivées depuis 1990 (voir le *survey* [15]). Néanmoins, on trouvera dans le livre [7] des propositions pour l'utilisation pratique de la méthode du polytope mouvant.

2.2 Méthodes stochastiques

Cette deuxième classe regroupe les méthodes comportant une forme de recherche aléatoire, généralement un échantillonnage de la fonction-objectif en des points choisis aléatoirement dans le domaine réalisable. Nous distinguons trois types de méthodes stochastiques : les méthodes à deux phases, les méta-heuristiques et, enfin, les méthodes basées sur les surfaces de réponse.

2.2.1 Méthodes à deux phases

Une *phase globale* évalue f en un nombre de points engendrés aléatoirement et une *phase locale* manipule ces points, par exemple par l'entremise d'améliorations locales. On note que, et cela reste valable pour les autres méthodes stochastiques que nous présenterons, engendrer ces points aléatoirement dans le domaine réalisable n'est pas une tâche facile, même dans le cas simple d'un polyèdre.

La méthode d'**initialisations multiples** (*multistart*) applique une procédure de recherche locale L à chaque point engendré aléatoirement et garde en mémoire le meilleur point trouvé. Idéalement, la procédure L ne serait pas appelée plus d'une fois dans chaque *bassin d'attraction* (le bassin d'attraction d'un minimum local x^* étant l'ensemble des points du domaine réalisable S à partir desquels L convergera vers x^*).

Cette remarque conduit à la **méthode de regroupement en grappe** (*clustering method*) qui cherche à regrouper les points de l'échantillon qui sont près les uns des autres afin de n'initialiser la procédure de recherche locale qu'une seule fois dans

chacun de ces groupes. Le **multi level single linkage** [16] par exemple engendre à chaque itération N points aléatoirement. Puis, elle considère un à un ces points. Si le point considéré est le meilleur dans le voisinage (une boule de rayon évoluant au fur et à mesure des itérations), alors on applique la procédure de recherche locale à partir de ce point. Cet algorithme satisfait certaines propriétés théoriques comme par exemple : la probabilité que L soit appliquée à l'itération k tend vers zéro lorsque k tend vers l'infini, etc.

2.2.2 Méta-heuristiques

Les méta-heuristiques sont considérées avec un certain mépris par une partie de la communauté mathématique (« méthodes vaudous »), en raison du manque de fondements théoriques pour expliquer leur succès. Leur performance dépend fortement de l'ajustement de paramètres correspondant à un bon compromis entre *intensification* (exploitation des meilleures solutions trouvées) et *diversification* (exploration de l'espace de recherche). De plus, leur mise en œuvre devra exploiter au maximum la structure particulière du problème d'optimisation globale considéré. On retrouve en optimisation globale les méthodes classiques que sont la **recherche avec tabous**, le **recuit simulé** et les **algorithmes génétiques** (et autres algorithmes évolutionnaires).

2.3 Méthodes basées sur les surfaces de réponse

Ces méthodes sont apparues avec le **krigeage** en géostatistiques, du nom de l'ingénieur minier Krige qui a développé cette méthode pour prédire la localisation des réserves de minerai de fer. Elle s'appuie sur l'hypothèse suivante : les valeurs de la fonction-objectif en des points rapprochés ont un certain degré de corrélation spatiale alors qu'en des points éloignés les valeurs de f sont statistiquement indépendantes. De manière plus générale, les méthodes basées sur les surfaces de réponse supposent que la fonction-objectif peut être modélisée par la réalisation d'un processus stochastique gaussien. En conséquence on suppose que la valeur de f en un point x non encore évalué peut être interprétée comme une variable aléatoire $Y(x)$ ayant une certaine distribution. Avant tout, on évalue la fonction-objectif en un ensemble de points initiaux. On interpole ensuite ces données avec une combinaison linéaire de fonctions de base (de régression), afin d'obtenir un modèle approchant f . Les fonctions de base comportent des paramètres à ajuster.

Une fonction d'erreur reflète l'incertitude dans le modèle. Une compromis entre la minimisation du modèle (intensification de la recherche) et la maximisation de la fonction d'erreur (diversification de la recherche) constitue une fonction critère permettant de déterminer un nouveau point candidat pour l'évaluation de f . Des variantes de cette méthode sont étudiées dans [6, 8].

Enfin, notons qu'on peut inclure les **réseaux neuronaux** [17] dans la catégorie des méthodes basées sur les surfaces de réponse.

3 Conclusion

Nous avons tenté d'introduire le lecteur au difficile problème d'optimisation globale et de présenter un panorama des méthodes pratiques pour sa résolution. Nous ne nous sommes attardés que sur des méthodes *génériques*, qui s'appliquent à tout problème d'optimisation globale. L'article [12] tente de faire un point sur différentes approches, testées de façon indépendante et sur des problèmes-tests issus de la pratique. Dans leur conclusion, les auteurs restent cependant sceptiques quant à la possibilité de développer des méthodes efficaces pour le problème *général* d'optimisation globale qui n'exploiterait ni la connaissance métier propre au domaine d'application ni la structure particulière d'une classe de problème d'optimisation globale donnée. Les méta-heuristiques permettent, dans une certaine mesure, d'intégrer la connaissance propre au domaine d'applications via l'ajustement (souvent laborieux) des nombreux mécanismes et paramètres en jeu définissant ces méthodes. Pour une classe particulière de problèmes, on pourrait considérer «optimiser» la valeur de ces paramètres sur un échantillon d'instances de cette classe. On s'attendrait alors à ce que la méthode ainsi construite fonctionne bien lorsqu'appliquée à une nouvelle instance de cette même classe de problèmes. Ce travail préliminaire d'ajustement de paramètres est cependant considérable puisqu'il s'agit là, en soi, d'un problème, non-trivial, d'optimisation globale de type boîte noire!

Pour en savoir plus sur l'optimisation globale, le lecteur intéressé se référera à l'ouvrage collectif [1] paru à l'occasion du 25^{ème} anniversaire du GÉRAD.

Références

- [1] C. Audet, P. Hansen, G. Savard (éd). *Essays and Surveys in Global Optimization*. Springer, 2005.
- [2] A. Conn, M. Mongeau. Partial separability, global optimization, and graph theory, 2002. Présentation, *Thematic Year Optimization Visitor*, Fields Institute, Toronto. Audio : <http://www.fields.utoronto.ca/audio/01-02/optvisitors/mongeau/>.
- [3] L. C. W. Dixon, G. P. Szegö (éd). *Towards Global Optimization*. North Holland, 1975.
- [4] B. Hendrickson. The molecule problem : Exploiting structure in global optimization. *SIAM Journal on Optimization*, 5(4) :835–857, 1995.
- [5] R. Hooke, T. A. Jeeves. Direct search solution of numerical and statistical problems. *Journal of the Association for Computing Machinery*, 8 :212–229, 1961.
- [6] D. Jones. A taxonomy of global optimization methods based on response surfaces. *Journal of Global Optimization*, 21 :345–383, 2001.
- [7] C. T. Kelley. *Iterative Methods for Optimization*. SIAM, 1999.
- [8] T. Mayer. *Efficient Global Optimization : Analysis, Generalizations and Extension*. PhD thesis, School of Mathematics, University of Edinburgh, Royaume-Uni, 2003.
- [9] K. I. M. McKinnon, C. G. Millar, M. Mongeau. Global optimization for the chemical and phase equilibrium problem using interval analysis. Dans C. Floudas, P. Pardalos (éd), *State of the Art in Global Optimization*, pages 365–382. Kluwer, 1996.
- [10] K. I. M. McKinnon, M. Mongeau. A generic global optimization algorithm for the chemical and phase equilibrium problem. *Journal of Global Optimization*, 12(4) :325–351, 1998.
- [11] F. Messine. A deterministic global optimization algorithm for design problems. Dans C. Audet, P. Hansen, G. Savard (éd), *Essays and Surveys in Global Optimization*. Springer, 2005.
- [12] M. Mongeau, H. Karsenty, V. Rouzé, J.-B. Hiriart-Urruty. Comparison of public-domain software for black box global optimization. *Optimization Methods & Software*, 13(3) :203–226, 2000.
- [13] J. J. Moré, J. Wright. *Optimization Software Guide*. SIAM, 1993. Voir aussi : <http://www-fp.mcs.anl.gov/OTC/Guide/SoftwareGuide/>.
- [14] J. A. Nelder, R. Mead. A simplex method for function minimization. *The Computer Journal*, 7 :308–313, 1965.
- [15] M. J. D. Powell. Direct search algorithms for optimization calculations. *Acta Numerica*, 7 :287–336, 1998.
- [16] A. H. G. Rinnooy Kan, G. T. Timmer, L. Stougie. Stochastic global optimization methods Part II : Multi level methods. *Mathematical Programming*, 39 :57–78, 1987.
- [17] M. Van Grieken - Garcia. *Optimisation pour l'apprentissage et apprentissage pour l'optimisation*. Thèse de doctorat, Institut de Mathématiques, Université Paul Sabatier, Toulouse, avril 2004. <http://tel.archives-ouvertes.fr/>.

Article invité

La nouvelle Recherche Opérationnelle, un rendez-vous à ne pas manquer

Philippe Baptiste, Yves Caseau, Van-Dat Cung, Marc Demange, Claude Le Pape¹,
Jean-Charles Billaut et Eric Sanlaville²
bureau@roadef.org

1 Introduction

L'objectif initial de ce document, rédigé avec l'aide de tout le bureau de la ROADEF, était de présenter la RO-AD à l'Académie des Technologies (d'après une idée de Catherine Roucairol).

Ce texte a été communiqué à l'Académie des Technologies, et à l'heure actuelle nous en attendons le retour. Quoiqu'il en soit, nous avons jugé intéressant de vous faire connaître ce texte, afin que vous puissiez le critiquer (sûrement), vous l'approprier (nous l'espérons), et le réutiliser si vous le jugez utile.

La présentation que nous faisons de la RO-AD peut paraître restrictive, si l'on s'appuie sur l'idée que la RO-AD est «la science de la décision», ou de «l'aide à la décision». Les disciplines qui font de l'aide à la décision sont très nombreuses aujourd'hui et toutes ne font pas de la RO-AD (imagerie médicale, traitement du signal, ingénierie financière, pour ne prendre que ces trois exemples). Il nous a semblé important de bien circonscrire la définition de la discipline pour la rendre plus facile à comprendre et à identifier, bref plus lisible.

Ce texte n'est pas parfait. Mais il est.

2 Ce qu'est la Recherche Opérationnelle (RO)

Définition :

- discipline scientifique à la frontière des mathématiques, de l'informatique, de l'économie
- qui intervient pour guider dans les prises de décisions dès lors que :
 - le problème comporte des données quantitatives (par opposition à des données de type son, image ou vidéo), pas forcément volumineuses,
 - les contraintes à respecter sont claires, exprimables de façon objective,

- et les solutions visées sont mesurables objectivement.

Son objectif : faire de la recherche scientifique «opérationnelle» – donc utilisable sur le terrain des opérations (terme d'origine militaire) – à l'aide des outils de l'informatique. Il s'agit donc de mettre au point des méthodes, parfois de les implémenter au sein d'outils pour trouver des résultats que l'on confronte ensuite à la réalité, et que l'on peut être amené à reprendre jusqu'à ce que la solution réponde le mieux possible au problème.

Les aspects théoriques de la RO sont très pointus, à la frontière des mathématiques (optimisation globale, optimisation discrète ou continue, linéaire ou non) et de l'informatique (complexité des algorithmes, domaine des classes de complexité des problèmes). On trouve dans ce dernier domaine le fameux problème «P=NP» recensé par le Clay Institute of Mathematics comme l'un des sept problèmes théoriques du nouveau millénaire, au même titre que la conjecture de Poincaré ou l'hypothèse de Riemann.

3 Bref historique, situation nationale, internationale

Bref historique

Du milieu des années 50 à la première moitié des années 70, des équipes et des services de RO sont mis en place dans de nombreuses entreprises (Air France, EDF, Charbonnages de France, plusieurs sociétés pétrolières,...), des sociétés commerciales s'ouvrent à la RO, d'autres plus spécialisées se créent (CREA, SEPRO, CFRO, AUROC, SMA,...). La RO militaire reste active. Cet engouement touche essentiellement le monde des ingénieurs, les sociétés de conseil et les milieux industriels. La SOFRO (Société Française de RO) est créée dès 1956, elle donne naissance à l'AFIRO (Association Française de l'Informatique et de la RO) en 1964, puis à l'AF CET

¹ resp. LIX – Ecole Polytechnique, Bouygues Telecom, G-SCOP INPG, ESSEC, ILOG

² bureau ROADEF

(Association Française pour la Cybernétique Economique et Technique) en 1968.

Le début des années 1970 marque un ralentissement de l'activité RO, une disparition progressive de l'étiquette « RO ». La discipline reste enseignée dans les grandes écoles d'ingénieurs, et se tourne vers les sciences économiques et de gestion dans les grandes écoles de commerce. L'aspect « mathématique » de la discipline prend le dessus et l'image de la RO est en baisse. Parallèlement de nouvelles disciplines plus porteuses, plus à la mode, apparaissent comme l'Intelligence Artificielle, avec le développement des systèmes experts, ou bien l'informatique dite de gestion.

Le début des années 1990 est marqué par un renversement de la tendance. Le corps d'enseignants-chercheurs s'accroît progressivement, la RO-AD (Recherche Opérationnelle et Aide à la Décision) est omniprésente dans des secteurs de plus en plus variés comme le transport, les télécommunications, la distribution, la banque, la finance, l'assurance, l'informatique, . . . La ROADEF est créée en 1998 à la suite de l'arrêt de l'AFCEP et le GDR-CNRS « Recherche Opérationnelle » naît en 2006.

Conjointement, les logiciels scientifiques et commerciaux commencent à proliférer. L'évolution de l'informatique favorise cette prolifération des outils. Parallèlement à ces évolutions technique et scientifique, l'état d'esprit du chercheur opérationnel évolue également. La solution optimale n'est plus une fin en soi, ce qui compte est la satisfaction du demandeur en termes d'outil d'aide à la décision et donc de gain réalisé, de meilleur contentement de la clientèle, etc.

Situation nationale et internationale

- o En France
 - Association ROADEF : 300 adhérents (universitaires, chercheurs, industriels, mais peu en comparaison avec les sociétés sœurs européennes)
 - Nombreux Groupes de travail
 - Congrès annuel, évolution des participations, en progression
 - 2 revues scientifiques : 4'OR (avec les sociétés consœurs belge et italienne) et RAIRO-RO (en partenariat avec la SMAI)
 - GDR CNRS Recherche Opérationnelle créé en janvier 2006
 - La discipline est enseignée dans les universités et les écoles d'ingénieurs, à des niveaux divers, très peu dans les formations commerciales ou de gestion.

- o Dans le monde
 - IFORS (international) : 48 sociétés, plus de 35000 membres
 - INFORMS (Etats-Unis) : 12000 membres, association très puissante, forte implication des industriels, très gros moyens de l'association, nombreuses revues scientifiques à très fort facteur d'impact.
 - EURO : 29 sociétés, plus de 10000 membres (la France fait partie des fondateurs), 1 revue scientifique (European Journal of OR).
 - AORN (Afrique), APORS (Asie), ALIO (Amérique du Sud), NORAM (Amérique du Nord), etc.
 - OR (UK) 3000 membres,
 - GOR (Allemagne) 1500 membres.

Malgré nos efforts, la ROADEF est essentiellement perçue comme une société « savante », encore très liée aux mathématiques appliquées, ce qui explique très certainement la différence d'effectifs entre la ROADEF et OR (UK) ou GOR (Allemagne). Une étude sociologique plus poussée mériterait d'être conduite.

4 Evolutions, enjeux

4.1 Evolutions

En 20 ans, les progrès techniques en informatique (à la fois en matériel et logiciel) et les progrès scientifiques ont révolutionné les possibilités de la RO. Un problème qui pouvait se résoudre en 1980 en 1 an de calcul, se résout aujourd'hui en quelques secondes. Les spécialistes parlent d'une progression d'un facteur 1000000000 :

- très nettes avancées théoriques sur les algorithmes de programmation linéaire, 1000 fois plus rapides,
- très nettes avancées théoriques sur les algorithmes de programmation linéaire en nombres entiers, 1000 fois plus rapides (pré-processeurs, heuristiques et méthodes de plans sécants),
- enfin ordinateurs 1000 fois plus rapides.

Toutes les avancées théoriques récentes sont très rapidement intégrées dans des outils du marché (Ilog CPLEX, Xpress, etc) et sont donc à portée de main des utilisateurs. La distance entre les connaissances théoriques récentes et leur application est très faible, les intégrateurs de logiciels sont des acteurs importants de la communauté scientifique. D'autre part, Internet permet aujourd'hui d'avoir accès à des données, souvent partagées, qui permettent une réelle avancée des méthodes et une

démarche scientifique d'amélioration constante.

Avec la RO, on peut aborder aujourd'hui des problèmes qu'on ne pouvait pas résoudre il y a 10 ans et auxquels on n'aurait pas pensé il y a 20 ans !

En conséquence, les domaines d'application de la RO se trouvent très largement étendus et diversifiés. Autrefois limitée à des problèmes « classiques » pour des grandes entreprises, elle est aujourd'hui utilisée dans le domaine des télécommunications, dans la gestion de la chaîne logistique (y compris appliquée à l'aide humanitaire), pour la gestion des systèmes hospitaliers, la recherche sur le génôme, etc. Les domaines d'application sont extrêmement diversifiés.

4.2 Enjeux

Les outils de RO constituent un avantage compétitif déterminant pour les entreprises privées et publiques (production de biens ou de services, organisations grandes moyennes petites ou très petites, collectivités, services hospitaliers, etc.). Les gains que permettent de réaliser les techniques de RO peuvent être très conséquents. Les enjeux économiques sont très importants et les entreprises françaises ne doivent pas passer à côté de cette aide potentielle que peut leur apporter la RO.

5 Difficultés, propositions d'actions, pourquoi parler maintenant de la RO

5.1 Situation actuelle

La structure d'enseignement n'est pas adaptée à l'enjeu économique : la RO est une spécialité pointue enseignée dans le cadre de certaines formations de Master (voire uniquement Licence) ou d'écoles d'ingénieurs, alors qu'il faudrait généraliser son enseignement dans toutes les écoles d'ingénieurs, mais surtout dans les écoles de management, à l'image de ce qui se fait dans les MBA américains. La France a une excellente position en termes de recherche et de publications avec une très forte reconnaissance internationale dans certains domaines, mais fait un faible usage de cette compétence. Il n'y a pas ou peu d'enseignement de RO dans les formations de gestion (contrairement aux EU où les formations de Business Administration ou Business Management forment des spécialistes de RO). Il faut former les futurs consultants. Actuellement, il a été constaté que les entreprises de conseil (conseil en gestion) en France font appel à des spécialistes américains (très

formés et très réactifs) pour apporter des solutions de RO à leurs clients.

La plupart des institutionnels ont de la RO-AD l'image d'il y a 30 ans (années 1970 voir petit rappel historique). Force est de constater que la structure de transfert de technologie et de compétences laisse un gros trou en France : en dehors de quelques très grosses entreprises dont l'investissement en R&D institutionnelle leur garantit un échange régulier avec le monde académique, et un petit groupe de PME qui ont tissé des liens de proximité avec des laboratoires de recherche, la plupart des entreprises n'ont pas accès à ces méthodes et technologies et sont de fait moins compétitives. Paradoxalement, les acteurs (décideurs) ont souvent le réflexe quand l'occasion se présente, de poser leur problème, de le formaliser, même à l'aide d'outils simples comme Excel. Le premier pas vers une démarche de RO-AD est donc souvent déjà fait, car des outils simples et efficaces de RO-AD peuvent être développés sous Excel. La RO-AD vit un autre paradoxe. Actuellement, la « multi-disciplinarité » est vue comme un atout voire comme un passage obligé : on ne peut plus se contenter de faire appel uniquement à ses compétences spécifiques pour aborder les problèmes, il faut « s'ouvrir aux autres disciplines ». La RO-AD est par nature multi-disciplinaire, elle fait intervenir des aspects techniques mais aussi des aspects liés à la gestion (pour les problèmes de revenue management ou yield management), des aspects cognitifs (pour l'aide à la décision au sens large et pour la bonne mise en œuvre des décisions) et ses nombreux domaines d'application ouvrent naturellement à la multi-disciplinarité (problèmes de recherche en bio-informatique, en sciences sociales pour les problèmes de logistique en aide humanitaire, pour les problèmes de gestion des moyens de transport public, ...). Cette situation, plutôt qu'être une force est pour la RO-AD une faiblesse, car elle pâtit de son manque de lisibilité et tout le monde la pratique peu ou prou sans le dire, un peu comme un certain M. Jourdain qui faisait de la prose.

5.2 Propositions d'actions

5.2.1 Enseignement

- au niveau des parcours d'ingénieurs : partir des applications, des études de cas pour illustrer les concepts abordés, pour présenter des outils de résolution existant, sans négliger pour autant les modèles théoriques fondamentaux ;
- au niveau des écoles de gestion : présenter

des cas concrets de problèmes de gestion (ressources humaines par exemple) pour montrer ce que la RO peut faire et à qui il faut s'adresser pour aborder les problèmes (panorama des applications et des acteurs). Mettre en place un système de bourse (forum) pour favoriser les collaborations entre écoles d'ingénieurs et de gestion sur des projets (des problèmes) concrets nécessitant des compétences en RO.

- au niveau des écoles d'administration (ENA, écoles de la fonction publique) : savoir reconnaître un problème qui relève de la RO, savoir identifier les interlocuteurs.

5.2.2 Entreprises

Toucher un maximum d'entreprises par l'intermédiaire des Chambres de Commerce et d'Industrie et des Ecoles de Commerce qui leur sont rattachées. Leur donner une idée des acteurs et de leur domaine de spécialité, en fonction du besoin de l'entreprise.

- besoin d'une application (plusieurs déclinaisons possibles), quels sont les outils qui existent ? quel outil est le plus adapté ?
- besoin d'un partenariat à long terme, avec perspectives de développement de R&D en interne, quel laboratoire contacter ? quelle entreprise ?

5.2.3 Laboratoires

Ciblage des appels à projets « Recherche Opérationnelle » par l'ANR, inciter les entreprises à y participer ; ou ciblage au sein d'appels existants de parties plus dédiées à des projets de RO (domaine des télécommunications, de la santé pour la gestion des ressources hospitalières, transport et logistique, ...). Organiser des manifestations scientifiques pour les industriels, lieu de rencontre privilégié pour échanger, apporter ses problèmes et repartir avec des solutions ou des pistes de solutions. Ce type d'échange est en projet au niveau européen (sous l'appellation EURO-P-E, EURO for Practitioners and Educational), il vise à mettre en relation étroite le milieu de l'enseignement et celui des entreprises autour des thèmes de la RO-AD.

5.3 Pourquoi parler (tout à coup, aujourd'hui, maintenant particulièrement, ...) de la RO ?

La RO-AD du XXIème siècle a changé. Les outils sont très performants, très accessibles et offrent une aide dont il ne faut plus se passer. La RO-AD ne s'adresse pas qu'aux grandes entreprises. Comme

nous l'avons constaté précédemment, les seules entreprises qui accèdent à la RO-AD sont soit les grandes entreprises, soit les petites entreprises qui ont des contacts privilégiés - souvent de proximité - avec des laboratoires de recherche spécialisés. La grande majorité des PME (60 fois plus nombreuses que les GE) ignorent généralement tout ce dont elles pourraient bénéficier grâce à la RO-AD. Or, toutes les entreprises peuvent et doivent bénéficier des outils les plus adaptés à leurs besoins. Notamment, tous les cabinets de consultants ou de conseil forment une cible privilégiée, car ils sont souvent confrontés à des problèmes de RO-AD et vont chercher les solutions dans les pays anglo-saxons, qu'ils connaissent bien, ignorant parfaitement le potentiel national en la matière.

Les moyens de calcul sont présents dans les entreprises et à tous les niveaux (ordinateurs portables, outils de bureautique, etc.). L'investissement n'est pas énorme, certains produits de RO-AD sont très accessibles financièrement. D'autre part, l'omniprésence des outils informatiques crée de nouveaux problèmes, de nouveaux challenges (le GPS pour les transporteurs, la RFID, le secteur des télécommunications, ...).

Parce que le monde bouge, évolue, les gros progiciels informatiques de gestion intégrée comme SAP, BAAN, ou Oracle, etc. envahissent le marché de la gestion et de l'administration des entreprises françaises. Ces outils qui véhiculent des techniques de RO sont généralement développés à l'étranger et intègrent mal les particularités françaises. Les conseillers vont chercher ailleurs des compétences qui existent ici.

Les pays émergents (Inde, Chine, ...) mettent en œuvre des outils intégrés sur toute la chaîne de valeurs (en partant de la conception des produits, en passant par la standardisation de process, les démarches de qualité, l'optimisation de la production, le suivi des clients, etc). Les outils de RO-AD sont présents à tous les niveaux (exemple à Singapour, installation des produits ILOG). L'utilisation systématique de la RO-AD s'inscrit dans une politique d'excellence qu'appliquent la plupart des entreprises internationales face au contexte d'hypercompétition et de mondialisation. Ces pays progressent vite. La France quant à elle, n'est pas en avance dans ce domaine.

6 Conclusion

La RO est une discipline scientifique assez jeune à la frontière des mathématiques et de l'informatique, peu connue ou mal connue, peu enseignée et

peu soutenue, dont les potentialités d'applications sont énormes et dont les retombées sont profitables pour tous.

Rendre la recherche opérationnelle plus visible, la soutenir afin qu'elle se développe et que les outils et le savoir-faire qui sont à portée de main soient

plus largement utilisés, permettrait d'améliorer significativement l'efficacité et la compétitivité des entreprises françaises dans un contexte où la bonne utilisation des ressources naturelles, humaines et financières, est, plus que jamais, essentielle.

Des nouvelles d'une société sœur, l'AFPC

Communiqué par Pierre Deransart¹, Secrétaire Général de l'AFPC

Pierre.Deransart@inria.fr

L'Association Française pour la Programmation par Contraintes est née le 21 juin 2004 de la fusion de l'AFPLC (Association Française de Programmation Logique et de Programmation par Contraintes, créée en 1995 et devenue AFPC en 1998) et de la communauté animée par la conférence JNPC (Journées sur la résolution pratique de Problèmes NP-Complets).

Sa vocation est de réunir toutes les personnes s'intéressant, professionnellement ou non, à la programmation par contraintes : son étude, ses fondements théoriques, ses applications, son évolution, son enseignement et sa diffusion. Les domaines couverts incluent : la programmation en logique, la programmation par contraintes et leurs extensions, la logique, les problèmes de satisfaction de contraintes discrets et continus (SAT, CSP), la programmation mathématique et l'optimisation combinatoire.

L'AFPC est une association de loi 1901. Son Bureau élu en juin 2007 est composé de

- N. Jussien (Président, EMN, LINA, Nantes)
- C. Solnon (Vice Présidente, LIRIS, U. de

Lyon1)

- P. Deransart (Sec. Général, INRIA, Rocquencourt)
- B. Mazure (Secrétaire, CRIL, U. Artois, Lens)
- M. Adam (Trésorier, Société AGSOFT, Paris)

Ses Activités consistent essentiellement à piloter les JFPC (Journées Francophones de Programmation par Contraintes). Ces journées réunissent une centaine de chercheurs du domaine, en favorisant notamment la participation de jeunes chercheurs. Elle publie une Lettre d'Information trimestrielle diffusée sur son site Web très interactif <http://www.afpc-asso.org>, et anime des groupes de travail, journées d'étude, une école contraintes (en chantier), et participe à wikipédia. Les conférences internationales directement liées à ses domaines sont en particulier CP et ICLP.

Enfin l'AFPC est membre fondatrice de l'ASTI, le représentant en France de l'ALP (Association for Logic Programming) et participe au bureau de l'ACP (Association for Constraint Programming)

¹INRIA-Rocquencourt, Projet Contraintes <http://contraintes.inria.fr> BP 105, F-78153 Le Chesnay Cedex, France

Vie de l'association

L'assemblée générale ordinaire 2008 de la ROADEF a eu lieu à Clermont le lundi 25 février.

Prochain prix Robert Faure

Le prix Robert Faure est décerné tous les 3 ans. Celui de 2008 sera, comme à l'accoutumée, remis à l'occasion du congrès ROADEF 2009. Le président du jury sera Yves Caseau, de Bouygues Telecom. Le jury est en cours de constitution. Toutes les modalités pour concourir seront prochainement sur le site de la ROADEF.

Mouvements des adhérents de la ROADEF

Cette rubrique se propose de répercuter les changements de situation *de nos adhérents* (promotion, recrutement) durant l'année écoulée (parce qu'il faut bien fixer une limite, nous nous limitons normalement aux adhérents 2006-2007). La liste ci-dessous a été établie à partir des informations connues des membres du bureau; elle a donc des lacunes, sur les départs vers l'industrie notamment. Elle ne tient pas toujours compte non plus d'éventuels désistements suite aux classements définitifs CNRS et INRIA, ni des recrutements au second mouvement. A noter l'excellente mobilité des nouveaux recrutés au niveau maître de conférence, comme les années passées d'ailleurs! Si vous avez des informations complémentaires, merci de contacter le bureau. Enfin nous connaissons tous de jeunes chercheurs en RO qui ne figurent pas sur ces listes, simplement parce qu'ils ne sont pas inscrits à la ROADEF!

Ont été recrutés en tant que maîtres de Conférences (ou assimilés) en 2006 :

- Matthieu Basseur, Angers (Lille)
- Odile Bellenguez-Morineau, Ecole des Mines de Nantes (Tours)
- Cédric Bentz, Paris 11 (CNAM)
- Sylvie Borne, Paris 13 (Clermont)
- Nicolas Josefowicz, Toulouse (Lille)
- Sophie Michel, Le Havre (Bordeaux)
- Karim Nouioua, Marseille (idem)
- Fanny Pascual, Paris 6 (Grenoble)
- Dominique Quadri, Avignon (Paris 9)
- Loïc Yon, Clermont (idem).

Ont été recrutés en tant que professeurs :

- Nadia Brauner, Grenoble (idem)
- Ali Ridha Mahjoub, Paris 9 Dauphine (mutation de Clermont)
- Emmanuel Neron, Tours (idem)

Ont obtenus une promotion (section CNU 27) :

- El Gazali Talbi, PR classe 1 (Lille)
- Daniel Van der Pooten PR classe 1 (Dauphine)
- Arnaud Freville, PR classe Excep1 (Valenciennes).
- Jacques Carlier, PR classe Excep2 (Compiègne).

Ce n'est pas vraiment une promotion, ni une sinécure : Jean Charles Billaut est devenu directeur du LIT en 2007, et Philippe Baptiste sera directeur du LIX en 2008.

Ont été recrutés au CNRS :

- Vincent Jost, CR2 Grenoble (EPFL)
- Mourad Baiou, CR1 Clermont (idem)

Yves Caseau a été nommé Vice président Exécutif (Services et Innovation) de Bouygues telecom. Ont été recrutés dans le privé :

- Anna Robert, Gaz de France (Paris 6)
- Marie-Christine Plateau, Gaz de France (CNAM)
- Mireille Palpant, Amadeus (Avignon)

Notons enfin la présence dans le nouveau CNU 27 d'Arnaud Freville et de Michelle Chabrol.

La communauté ROAD adresse ses chaleureuses félicitations à tous!

Challenges ROADEF 2005, 2007, 2009 et 2010 !

Equipe Challenges de la ROADEF ¹

challenge@roadef.org

Bonnes nouvelles des challenges 2005, 2007, ... et 2010

Les articles du numéro spécial d'EJOR sur le challenge ROADEF 2005 (Ordonnement de véhicules - RENAULT) sont en ligne sur le site d'EJOR depuis mai 2007 <http://www.sciencedirect.com/science/journal/03772217>

L'appel à communication du numéro spécial RAIRO-RO suite à ROADEF 2007 et ouvert aux participants du Challenge ROADEF 2007 (Planification des interventions de techniciens de télécommunications - FRANCE TELECOM) est lancé. La date limite est le 25 janvier 2008. Consultez le site de l'association www.roadef.org.

Notons enfin qu'exceptionnellement, le challenge 2009 sera immédiatement suivi par le challenge 2010, dont le sujet, en cours de finalisation, sera proposé par Gaz de France.

Challenge ROADEF 2009 : Gestion optimisée des perturbations dans un programme de vols aériens.

Amadeus propose le challenge ROADEF 2009 sur un problème de gestion des perturbations dans un programme de vols aériens. *François Laburthe*, responsable de l'équipe Recherche Opérationnelle et Innovation, nous présente le nouveau sujet².

La société Amadeus

Amadeus est une société éditrice d'outils logiciels pour les acteurs du monde du voyage, spécialisée dans les secteurs de la réservation, et des systèmes pour compagnies aériennes. Fondée il y a 20 ans par des compagnies aériennes, Amadeus est aujourd'hui leader mondial des Global Distribution Systems (systèmes mondiaux de réservation d'avion, de train, d'hôtels, tours, ...) La division de recherche-développement, (2000 personnes

à Sophia-Antipolis, Londres, Anvers, Francfort, Bangkok et Miami) s'est dotée depuis 2006 d'une équipe de recherche opérationnelle d'une vingtaine de personnes, basée à Sophia.

Présentation du sujet

Le problème de gestion des perturbations est un problème central des systèmes de gestion de centre opérationnel des compagnies aériennes. En effet, les compagnies construisent un an à l'avance leur programme de vol (fréquence, capacités et horaires des liaisons sur chacune des routes) de manière optimisée pour amener les passagers à bon port, à l'heure qu'ils souhaitent, en assurant les possibilités de connexions les plus fructueuses. Il permet aussi une utilisation aussi efficace que possible des avions tout en s'assurant de la bonne conception des plannings des personnels et du programme de maintenance. Mais cette conception bien réfléchie est mise à mal le jour du vol par divers aléas (météorologiques, défaillance matérielle, retards à l'embarquement, congestion aérienne,...) qui amènent à faire voler les avions à des horaires autres (plus tardifs) que ceux prévus. Gérer les retards, les imprévus et toutes ces perturbations consiste à ajuster le programme de vol, les réservations des passagers, et les plans d'affectation de ressources de manière à satisfaire au mieux les passagers et revenir au plus vite au plan nominal après chaque imprévu.

Le challenge sera dévoilé lors de ROADEF 2008 en février prochain à Clermont-Ferrand. Amadeus fournira une description de ce problème intéressant et difficile qui voit la recherche opérationnelle au cœur des systèmes d'information temps réel des compagnies aériennes. Suivant la tradition, une description formelle du problème et des jeux de données de taille et de complexité variées seront soumis à votre sagacité. Le calendrier et les modalités de la compétition seront présentés à cette occasion.

A vos marques, prêts, optimisez !

¹Christian Artigues, Eric Bourreau, Olivier Briant et Hakim Mabed

²Chez Amadeus, www.amadeus.com, le challenge sera géré par Mireille Palpant, Ingénieur de Recherche, mireille.palpant@amadeus.com. Elle sera assistée de l'équipe « challenge » de la ROADEF

Manifestations parrainées par la ROADEF

Congrès ROADEF 2008

Clermont-Ferrand

du 25 au 27 février 2008

<http://www.isima.fr/roadef08>

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. Plus de 200 résumés et 26 articles longs ont été soumis.

En parallèle, auront lieu les **jours** du **groupe MODE** de la SMAI, Société de Mathématiques Appliquées et Industrielles, également organisées par le LIMOS.

Rappel des tarifs d'inscription

Inscription au congrès ROADEF seul, pour des membres 2008 de la ROADEF

- étudiant : 60 euros
- régulier : 100 euros
- non membre : respectivement 80 et 155 euros

Inscription au congrès ROADEF et aux journées MODE, pour des membres 2008 de la ROADEF OU de la SMAI

- étudiant : 75 euros
- régulier : 120 euros
- non membre : respectivement 100 et 180 euros

Les tarifs seront majorés de 30% après le 16 janvier.

Programme prévisionnel

Lundi 25 février

8h Accueil, Pôle commun CUST-ISIMA, sur le campus des cézeaux (arrêt TRAM : Cézeaux-Pellez)

9h ouverture

9h30 - 16h : alternance de sessions et de pauses

16h30 : Assemblée Générale ROADEF, célébration des 10 ans de l'association.

18h30 Pôt d'accueil à la mairie de Clermont

Mardi 26 février

8h30 - 18h : alternance de sessions et de pauses

après midi : début des journées MODE

19h Repas de gala ROADEF/MODE au Polydôme de Clermont-Ferrand

Mercredi 27 février

Journée commune ROADEF/MODE : plénière, semi plénières industrielles, sessions communes ou ROADEF.

Fin du congrès ROADEF.

Jeudi 28 février

Dernière journée MODE.

Conférences plénières

Il y aura 2 conférences plénières ROADEF (dont une donnée par Michel Habib, du LIAFA), et une plénière commune avec MODE (donnée par Antonio Frangioni, de l'université de Pise), ainsi que 6 semi-plénières industrielles.

Ecole Jeunes Chercheurs sur les Problèmes de Tournées de Véhicules

Avignon, 27-28 mars 2008

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

Les problèmes de tournées de véhicules constituent un champ de recherche très étudié en Recherche Operationnelle, aussi bien en raison de leur intérêt théorique que de leur intérêt pratique.

L'école Jeunes Chercheurs sur les Problèmes de Tournées de Véhicules poursuit deux buts :

- faire un tour d'horizon des principales méthodologies de résolution (exacte ou approchée) de problèmes d'optimisation combinatoire, en illustrant comment ces méthodologies sont appliquées aux problèmes de tournées ;
- présenter un échantillon de thématiques importantes et/ou novatrices en transport.

Les exposés s'adresseront essentiellement à un public de jeunes chercheurs désireux de découvrir les problèmes de tournées de véhicules ou d'approfondir leurs connaissances dans ce domaine.

Les conférenciers seront :

- Dominique Feillet, LIA, Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse
- Michel Gendreau, CIRRELT, Université de Montréal
- Christian Prins, LOSI, Université de Technologie de Troyes
- Frederic Sémet, LAMIH, Université de Valenciennes et du Hainaut Cambrésis

JFRB 2008 : 4èmes Journées Francophones sur les Réseaux Bayésiens

Lyon, 29-30 mai 2008

<http://jfrb2008.univ-lyon1.fr>

Description

Les JFRB'2008 se veulent un lieu convivial de rencontres, discussions et échanges, pour la communauté francophone, autour de tous les thèmes concernant les Réseaux Bayésiens et les autres modèles graphiques probabilistes :

- Algorithmes d'inférence et d'apprentissage de la structure
- Présentation des outils logiciels gratuits et commerciaux
- Reconnaissance de la parole
- Indexation et annotation de documents multimédia
- Diagnostic médical
- Supervision et pilotage de procédés industriels, de robots, d'automates, ...
- Datamining en Marketing, gestion de la relation client
- Gestion du risque, finance, scoring, ...

Public visé

Le but est de permettre à une cinquantaine de chercheurs (jeunes et confirmés) du domaine de

présenter leurs travaux à l'ensemble de la communauté française, et de présenter en France des travaux qui ont été ou doivent être présentés à l'étranger, dans les conférences internationales (e.g., UAI, ICML, ...) Les doctorants seront fortement encouragés à présenter à la communauté leurs travaux en cours. Il s'agira aussi d'approfondir des sujets pointus grâce aux tutoriels prévus en début de journée par des experts reconnus du domaine.

Soumission et publication

La date limite de réception des articles est le 29 février 2008 (Notification aux auteurs : 31 mars 2008, manuscrits définitifs : 15 avril 2008). Certains articles seront sélectionnés pour publication dans une édition spéciale de la revue RIA. Ces articles décriront des travaux originaux, n'ayant pas déjà fait l'objet de publication, et non soumis pour publication. Ils feront l'objet d'un deuxième processus de relecture approfondi.

La langue officielle de ces journées est le français mais l'anglais sera accepté.

Responsables des journées : Alexandre AUSEM et Stéphane BONNEVAY.

2ème journée de l'optimisation de Belfort : Optimisation combinatoire dans les réseaux et les graphes

Belfort, 17 janvier 2008

programme : <http://lifc.univ-fcomte.fr/lifcweb/2emeJourneeOptimisation.pdf>

Cette journée de rencontre scientifique est organisée par les laboratoires SeT¹ et LIFC², en partenariat avec le GDR RO du CNRS et la ROADEF.

Les différentes présentations seront assurées par des chercheurs membres de projets financés en 2007-2008 par le groupe de recherche CNRS « Recherche

Opérationnelle », sur les thèmes suivants :

- Problèmes de tournées de véhicules : classification et opérateurs génétiques;
- Intégration du transport dans la chaîne logistique;
- Performances des algorithmes – Etude de l'apport des théorèmes du NFL et des paysages.

Compte rendu de la Journée Optimisation dans les Réseaux

25 octobre 2007

<http://lmi.insa-rouen.fr/jor/>

Communiqué par Arnaud Knippel

La Journée Optimisation des Réseaux JOR 2007 s'est tenue à la Direction de Recherche de Gaz de France à Saint Denis le 25 Octobre dernier. Cette journée était l'occasion de réunir les membres de la communauté RO pour la création du Groupe de travail Optimisation des Réseaux. Elle a permis de rassembler plus de 70 personnes provenant pour moitié des centres académiques et pour l'autre des laboratoires industriels ainsi que des fournisseurs d'études et de solutions logicielles.

Tout en laissant une large part aux échanges, cette journée était articulée autour d'exposés axés sur les applications et les méthodes de résolution associées aux réseaux :

- dimensionnement et exploitation des réseaux de transport gaziers (contraintes physiques non convexes associées à des contraintes de choix combinatoires);
- affectation de matrice O-D de trafic sur réseau routier (avec demande incertaine);

- migration d'infrastructures de routages sur les réseaux télécoms (suite à une baisse de la demande);
- mise en place de réseaux radios pour les flux internet haut débit en pleine campagne;
- tournées de véhicules multi objectifs;
- conception d'un nouveau système de gestion du trafic aérien à l'aide de la coloration de graphes.

Les questionnaires remplis par les participants ont permis de confirmer l'intérêt pour ce groupe de travail et de préciser ses objectifs. Le principe de se réunir deux fois par an en plus de la conférence ROADEF semble satisfaire la plupart des participants et la prochaine réunion devrait avoir lieu mi-avril, sans doute dans les locaux de France Telecom R&D.

Les organisateurs de la journée : Jean André (Gaz de France), Fabrice Chauvet (Gaz de France), Arnaud Knippel (INSA Rouen)

¹<http://set.utbm.fr/>

²<http://lifc.univ-fcomte.fr/>

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

Nîmes, 22-23 novembre 2007

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

Communiqué par Françoise André

L'édition 2007 des rencontres Francophones sur la Logique Floue et ses Applications s'est déroulée sur le site nîmois de l'École des Mines d'Alès. Une soixantaine de chercheurs de la communauté francophone du flou se sont réunis afin de faire le point sur les développements actuels relatifs aux ensembles flous. 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. L'édition 2007 de la manifestation s'est inscrite dans cette continuité. Sous l'appellation « théories de l'incertain », sont ainsi considérés la théorie des possibilités et les ensembles flous, la théorie des fonctions de croyance, les probabilités imprécises, les ensembles approximatifs, le rai-

sonnement qualitatif, . . . La théorie des fonctions de croyance se sera octroyée la part du lion dans cette édition 2007. Les conférences invitées ont porté sur les probabilités imprécises, méthodes, outils et applications (Marco Zafallon de l'Université de Lugano) et l'intégrale de Choquet unipolaire et bipolaire en théorie de la décision (Christophe Labreuche du Centre de Recherche de THALES).

Cette manifestation a été organisée par le Centre de Recherche LGI2P de l'École des Mines d'Alès, le LIRMM de l'Université de Montpellier II et l'HEU-DIASYC de l'Université de Technologie de Compiègne avec les soutiens de la ville de Nîmes et de la Région Languedoc Roussillon.

Le bureau de la ROADEF

Le mandat du bureau actuel court jusqu'à la fin de l'année 2007. Le nouveau bureau a été 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

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*

pour des problèmes de type knapsack (présents : V. Boyer, N. Cherfi, D. Elbaz, M. Elkihel, M. Hifi, M. Michrafy).

Coordinateurs :

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

Organisation de sessions invitées

Le groupe de travail organise une session « KnapSack et Optimisation » à la *7ème Conférence Internationale de Modélisation et Simulation – MOSIM'08*. Cette conférence se déroulera à Paris (au *Tapis Rouge*, Faubourg St-Martin) du 31 mars au 2 avril 2008. La session comportera principalement quatre exposés liés à des articles sélectionnés, après évaluation du comité scientifique (taux de sélection de la conférence : 50%).

Le groupe organise également une session invitée « Programmation Booléenne » au prochain congrès ROADEF de février 2008 (resp. M. Hifi, soumissions closes).

Rencontres du groupe de travail KSO

En 2007, des membres du groupe de travail KSO ont participé à deux réunions nationales pour discuter des problématiques liants la logistique, l'ordonnancement, la découpe, le bin packing et les problèmes de type knapsack.

Une première réunion, qui était sous forme d'une journée pleine, a été organisée à l'Université de Technologie de Troyes (UTT), par Imed Kacem, Maître de Conférences à l'UTT. Cette journée avait pour but de réunir des collègues travaillant sur les problèmes de *découpe* et de *bin packing* et de discuter d'une problématique liant les knapsacks et les problèmes de tournées de véhicules – *organisation de la journée autour d'un projet GdR RO* – (présents : A. Bekrar, M. Hifi, I. Kacem, M. Michrafy, T. Saadi, T. Sadfi).

Une deuxième réunion, entre des membres du groupe, a eu lieu au LAAS, Université de Toulouse. Sous forme d'une demi-journée, cette réunion avait pour but de discuter, d'échanger et d'exposer certaines idées sur les méthodes coopératives exactes

Deuxième journée du groupe de travail KSO

Le groupe de travail KSO organise sa deuxième journée « *Programmation Mathématique et Recherche Opérationnelle* ». Cette journée est prévue pour mars/avril 2008 à la Maison des Sciences Economiques – Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne. La journée est co-organisée par Mhand Hifi (Amiens), Nicolas Trotignon (Paris 1 Panthéon-Sorbonne) et Arnaud Renaud (Paris 1 Panthéon-Sorbonne).

compte rendu des activités du groupe

POC : Polyèdres et Optimisation Combinatoire

Communiqué par Sylvie Borne

Journée Scientifique du 30 novembre 2007

Le 30 novembre 2007 a eu lieu la troisième journée scientifique du groupe POC sur le thème « Matroïdes, polyèdres et optimisation combinatoire ». Elle a regroupé une trentaine de participants sur le site de Chevaleret de l'Université Pierre et Marie Curie. La journée a débuté avec Michel Las Vergnas de l'équipe combinatoire de Paris 6 qui a proposé un tutorial sur la notion de matroïdes en s'appuyant sur les différentes définitions possibles (géométrie, espace vectoriel,...).

Au cours de la journée, quatre exposés ont permis d'approfondir des notions liées aux matroïdes et aux fonctions sous-modulaires. Myriam Preissmann a présenté un problème de « minimisation de fonctions sous-modulaires, appliquée en physique théorique », suivi d'exposés sur « les matroïdes orientés et les noeuds » par Jorge Ramirez, « la programmation (pseudo)linéaire dans les matroïdes orientés » par Emeric Gioan et « l'intersection d'une droite et du polytope associé à un matroïde ou à un poly-matroïde » par Alexandre Skoda. La journée s'est également articulée autour de séances de questions ouvertes qui ont été la source de discussions scientifiques.

Sessions POC lors de la conférence ROADEF 2008

Comme lors du congrès FRANCORO V / ROADEF 07, le groupe de travail POC organise des sessions autour des thématiques de POC dans le cadre

de Roadef 2008 qui aura lieu à Clermont-Ferrand du 25 au 27 février 2008. Nous espérons que ces sessions POC, très suivies l'année dernière, permettront de présenter de nouveaux résultats intéressants et seront l'occasion de collaborations.

JPOC5 du 4 au 6 juin 2008

La cinquième édition des Journées Polyèdres et Optimisation Combinatoire (JPOC5) se déroulera cette année à l'Institut National des Sciences Appliquées (INSA) de Rouen, les 4, 5 et 6 juin 2008.

Comme les journées précédentes à Clermont-Ferrand, Marseille, Avignon et Evry, elles seront organisées en sessions plénières, afin de donner la possibilité aux participants d'assister à l'ensemble des exposés. Leur objectif principal est de proposer des présentations liées aux différents aspects des polyèdres et à leurs applications en optimisation combinatoire. Ces journées sont l'occasion de réunir des chercheurs dans ce domaine et dans les domaines proches, et venant des milieux académiques et industriels, permettant ainsi de construire des liens d'échange et de collaboration.

Suite au succès du minicours qui avait précédé les Journées JPOC4, cette initiative sera reconduite, sur un nouveau sujet et avec de nouveaux intervenants, en amont des journées JPOC5 (du 2 au 4 juin). Ce cours est gratuit et ouvert à tous. Il offre la possibilité aux doctorants de faire valider ce cours en tant que module dans leurs écoles doctorales.

Les animateurs du groupe POC
<http://epoc.isima.fr/poc/>

compte rendu des activités du groupe

JFRO : Journées Franciliennes de Recherche Opérationnelle

La dix-neuvième journée thématique des JFRO se tiendra le Vendredi 18 janvier 2008 au CNAM (Conservatoire National des Arts et Métiers), sur le thème :

« BioInformatique et RO »

Un tutoriel sera donné le matin par Alessandra Carbone (Dept. d'Informatique de l'Université Pierre et Marie Curie et Génomique Analytique de l'INSERM-UPMC) : Quelques problèmes en analyse des génomes.

L'après-midi, trois intervenants dont Guillaume Fertin et Alain Denise feront un exposé.

– Guillaume FERTIN (LINA, Université de Nantes) : Sur le Calcul du Nombre de Breakpoints entre deux Génomes contenant des Duplications

– Alain Denise (LRI, Paris-Sud XI) : Algorithmique des structures d'ARN

La participation à cette journée est gratuite et ouverte à tous. Toutes les informations concernant les JFRO sont disponibles à l'URL : <http://jfro.roadef.org>

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

compte rendu des activités du groupe

CRO : Contraintes et Recherche Opérationnelle

par Sophie Demassej et Fabien Le Huédé

Le groupe Contraintes et RO organise les sessions *Programmation par contraintes* de la conférence ROADEF'08, les 25, 26 et 27 février prochain à Clermont-Ferrand. Cinq jeunes chercheurs ont notamment été invités à présenter leurs travaux de thèses récemment soutenues. Ces exposés offrent un aperçu des problématiques variées actuellement à l'étude en *contraintes* en France : *contraintes globales de partitionnement de graphes* (X. Lorca); *programmation linéaire pour le filtrage et l'évaluation des CSP sur-contraints* (M.O.I. Khemmoudj);

forme généralisée de SAT et CSP, prétraitement et recherche locale (L. Paris); *résolution des CSP et CSP valués par décomposition structurelle* (S. Ndojh Ndiaye); *hybridation de méthodes complètes et incomplètes pour les CSP* (T. Lambert).

Les présentations passées, comme l'actualité du groupe, sont accessibles sur les pages d'information : <http://ppcro.free.fr/>.

Sophie Demassej, Fabien le Huédé, pour le groupe *Contraintes et RO*.

compte rendu des activités du groupe

SCDD : Systèmes Complexes et Décisions Distribuées

par Stéphane Bonnevey

Le groupe a organisé les *Journées d'étude : Prétopologie et Applications* à Lyon les 18, 19 et 20 octobre 2007 (<http://cosy.univ-reims.fr/pretopo/>).

Programme :

- *Premiers pas du pourquoi de la prétopologie* par M.Brissaud,
- *Un réseau sur la mesure en éducation* par M.Vincent,
- *Prétopologie et réseaux sociaux, Applications : théorie des jeux, classification, ...* par J-P.Auray,
- *Classification prétopologique des trajectoires patients* par V.Le,
- *Systèmes d'alliances dans l'incertain* par M.Egea,
- *Modèle prétopologique des mécanismes cognitifs* par C.Lecerf,
- *Modélisation mathématique des systèmes hiérarchiques : cas du système nerveux* par S.Benamor et O.Bennani,
- *Derniers développements de la librairie PRE-TOPO* par M.Ahat et V.Levorato

Le groupe est également impliqué dans l'organisation du Workshop OPACS 2007 lié à OPODIS

(<http://opacs.complexica.net/program.php>); ainsi que dans l'organisation des 4èmes Journées Francophones des Réseaux Bayésiens, voir l'annonce dans ce bulletin.

Les collaborations entre les équipes de recherche ont permis le développement de travaux communs en particulier autour de la Prétopologie. Des publications communes ont été soumises et plusieurs ouvrages sont en projet d'écriture; Une plateforme de simulation multi-agent a été développée pour mettre en oeuvre les modèles mathématiques.

Le groupe est également fortement impliqué dans un projet CNRS nommé MOUSSON qui a pour but la modélisation et l'étude de la diffusion de la pollution dans des capitales africaines. La complexité des facteurs intervenant dans les situations de pollution atmosphérique nécessite que les plans de lutte contre cette pollution s'appuient sur la connaissance des mécanismes de diffusion des polluants dans l'atmosphère, et la connaissance des comportements socio-économiques intervenant dans le processus. Ce travail s'inscrit pleinement dans la modélisation et l'étude des systèmes complexes.

compte rendu des activités du groupe

META : théorie et applications des métaheuristiques

par Patrick Siarry

Formations

Formation « Métaheuristiques pour l'optimisation difficile » (12 juillet 2007 à Reims, formation en marge des journées JD-MACS).

Livre

« Advances in Metaheuristics for Hard Optimization », Patrick Siarry and Zbigniew Michalewicz (Eds.), Natural Computing Series, Springer, November 2007.

Conférences

Organisation de la conférence « International Conference on Metaheuristics and Nature Inspired Computing » META'2008 (29-31 October 2008, Hammamet, Tunisia), <http://www.lifl.fr/META08>

Sessions dans le cadre des congrès ROADEF'2008 (25-27 février 2008, à Clermont-Ferrand) et MOSIM'2008 (31 mars-2 avril 2008, à Paris).

compte rendu des activités du groupe

PM20 : Programmation Mathématique MultiObjectifs

par Clarisse Dhaenens

La 12^{ième} journée du groupe de travail sur la Programmation Mathématique MultiObjectif (PM2O), GT de la ROADEF et GT du GDR RO du CNRS s'est déroulée le 14 décembre 2007 au LIFL (Université de Lille).

La journée commença, pour la quinzaine de participants, vers 10h.

Le premier exposé, par Mathieu Basseur de l'Université d'Angers présentait un algorithme d'optimisation multi-objectif basé sur l'utilisation d'indicateurs permettant ainsi d'obtenir une méthode simple et adaptable. Différents problèmes d'optimisation ont servi à comparer cette approche à d'autres approches de la littérature.

Puis Arnaud Liefoghe du LIFL, Université de Lille I, nous a présenté une adaptation ainsi qu'une amélioration de l'approche présentée par Mathieu Basseur, pour le *Ring Star problem* qui consiste à localiser un cycle sur un sous-ensemble de noeuds d'un graphe.

En début d'après-midi, Geoffrey Vilcot, LI - Université de Tours nous exposa l'utilisation d'une re-

cherche Tabou pour améliorer les résultats d'un algorithme génétique multicritère pour un job shop flexible.

Enfin, Thibaut Lust de la Faculté Polytechnique de Mons (Belgique) nous présenta une méthode, appelée recherche locale Pareto à deux phases pour trouver une bonne approximation de l'ensemble des solutions efficaces du problème du voyageur de commerce biobjectif.

Les discussions sur chacun des exposés ont été très riches et les participants sont repartis avec de nouvelles idées.

Si vous êtes intéressés par ces exposés, les transparents seront rapidement disponibles sur le site Web du groupe de travail (voir www.lifl.fr/PM2O).

La journée s'est conclue par des discussions sur l'avenir du groupe. Clarisse Dhaenens a annoncé qu'elle arrêterait l'animation de ce groupe pour transmettre le relais à Laetitia Jourdan (INRIA Futurs - Lille). Ainsi les 2 animateurs du groupe sont donc maintenant Laetitia Jourdan et Vincent Barichard.

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 ou Denis Montaut (treasurer@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 Christelle Guéret-Jussien :
 vpresident1@roadef.org, 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 320 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 Sartenaer

Invited survey

FACCHINEI F. · KANZOW C.

Generalized Nash equilibrium problems 173

Research papers

BOUSSIER S. · FEILLET D. · GENDREAU M.

An exact algorithm for team orienteering problems 211

LIBERTI L.

Compact linearization for binary quadratic problems 231

Industry

BORGHETTI A. · LODI A. · MARTELLO S. · MARTIGNANI M. ·

NUCCI C.A. · TREBBI A.

An optimization problem in the electricity market 247

PhD theses

BOUTE R.N.

Impact of replenishment rules with endogenous lead times on supply chain performance 261

RENIERS G.

Operations research methods in preventing domino accidents in the chemical process industry 265

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

Online First
Immediately Online
springerlink.com

Faster publication