



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

## Sommaire

Le mot du bureau (F. Gardi) . . . . .	1
Entretien avec Marie-Claude Portmann . . . . .	2
Probabilistically constrained optimization : theory, algorithms and industrial relevance (W. van Ackooij) . . . . .	5
Recherche Opérationnelle et Combinatoire à Grenoble... (N. Brauner) . . . . .	9
Le congrès ROADEF 2016 (A. Moukrim) . . . . .	12
ROADEF/EURO Challenge 2016 (E. Bourreau, V. Jost, S. Kedad-Sidhoum, D. Savourey) . . . . .	12
Compte rendu de la 34ème JFRO (F. Delbot, M. Lacroix, A. Lambert, T. Lust, F. Sikora) . . . . .	12
Enigme : intersections (D. Porumbel) . . . . .	13
Vie du GdR RO (P. Fouilhoux) . . . . .	14

## Le mot du bureau

par **Frédéric Gardi**

Chers collègues,

Ce premier bulletin de l'année est l'occasion de vous adresser nos meilleurs vœux pour cette nouvelle année. Que 2016 soit une belle année pour vous, autant sur le plan professionnel que sur le plan personnel. Olivier Spanjaard vous propose un menu très équilibré pour débiter cette année en douceur. Il débute par une interview de Marie-Claude Portmann, première présidente de la ROADEF (1998-1999). Elle est une des mémoires de notre association, et plus largement de la recherche opérationnelle française. Elle nous livre ici quelques réflexions sur ce domaine scientifique en pleine expansion. Wim van Ackooij, ingénieur de recherche à EDF R&D, accessit du prix Robert Faure 2015, nous présente un aperçu des travaux menés en optimisation sous contraintes probabilistes (approche particulièrement utile dans le domaine de l'énergie). Nadia Brauner, professeur à l'Université Joseph Fourier de Grenoble, nous présente les équipes "Recherche Opérationnelle pour les Systèmes de Production" et "Optimisation Combinatoire" du laboratoire G-SCOP. Enfin, nous vous proposons un tour d'horizon des événements passés et à venir qui rythment la vie de notre communauté : le congrès ROADEF 2016 orga-

nisé par Aziz Moukrim et ses collègues de l'Université Technologique de Compiègne, le challenge ROADEF 2016 en partenariat avec Air Liquide, les JFRO, etc. Alain Quillot, directeur du GDR RO, dresse le bilan de l'année écoulée, très positif, et nous présente des perspectives stimulantes pour les années à venir.

C'est aussi l'occasion pour certains de mes collègues du bureau – Laurent Alfandari (promotion), Luce Brotcorne (relations extérieures), Christophe Rapine (web), Olivier Spanjaard (bulletin) – et moi-même, de tirer notre révérence. Nous sommes très heureux d'avoir pu oeuvrer au développement et à la promotion de la RO/AD en France et au-delà. Toute l'équipe se joint à moi pour souhaiter une pleine réussite au nouveau bureau présidé par Sourour Elloumi et composé de Sophie Demassey (relations extérieures), Antoine Jeanjean (web), Nicolas Jozefowicz (trésorerie), Aziz Moukrim (secrétariat), Meltem Öztürk (promotion), Anna Robert (bulletin). Nous avons engagé ces deux dernières années d'importants chantiers visant à la modernisation de l'association, de son fonctionnement, de ses outils, de ses actions. Ainsi, vous en découvrirez bientôt les premiers effets : nouvelle offre d'adhésion, bulletin étoffé et rajeuni, nouveau site web avec un espace membre, soirée concours de promotion "Les Pros de la RO", etc. Venez donc nombreux à l'Assemblée Générale de la ROADEF le 10 février 2015 à Compiègne pour en avoir la primeur !

En vous souhaitant encore une fois à tous une belle année 2016.

## Contactez le nouveau bureau

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

- Président : Sourour Elloumi
- Secrétaire : Aziz Moukrim
- Trésorier : Nicolas Jozefowicz
- VP1 (bulletin) : Anna Robert
- VP2 (site web) : Antoine Jeanjean
- VP3 (4'OR et relations inter.) : Sophie Demassey
- Promotion RO/AD : Meltem Öztürk-Escoffier

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

Éditeur . . . . . Frédéric Gardi, Innovation 24, filiale Optimisation & Aide à la Décision du Groupe Bouygues  
 Siège social . . . . . Institut Henri Poincaré, 11, rue Pierre et Marie Curie, 75231 Paris Cedex 05  
 Publication . . . . . Olivier Spanjaard, Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06, UMR 7606, LIP6, F-75005, Paris  
 Site web . . . . . <http://www.roadef.org>  
 Langues officielles . . . . . Français et anglais

## Entretien avec Marie-Claude Portmann

par **correspondance électronique (O. Spanjaard)**



Marie-Claude Portmann a créé le département "Génie Industriel" (1993) et l'option "Ingénierie des Systèmes de Décision et de Production" (1998) de l'Ecole des Mines de Nancy. Marie-Claude a été Présidente de la ROADEF en 1998 et 1999. Elle en est membre d'honneur depuis 2009. Elle est aujourd'hui retraitée.

### Votre parcours

#### **Pouvez-vous vous présenter et nous dire comment vous êtes arrivé à la RO ?**

Étant née dans un petit village près de Pont-à-Mousson, j'ai fait toutes mes études supérieures à Nancy. Grâce au professeur Jean Legras, professeur d'analyse numérique, qui a créé la thématique informatique à l'Université de Nancy, j'ai eu la chance d'écrire mes premiers programmes en ALGOL 60 en 1966 à mon arrivée à l'Université et de faire partie de la première promotion de la maîtrise d'informatique à Nancy en 1970. Dans son cours d'analyse numérique de maîtrise, Jean Legras a introduit des éléments de recherche opérationnelle : la programmation linéaire et les algorithmes de Ford et Fulkerson sur les graphes comme application de la dualité. Toujours grâce à Jean Legras, j'ai gagné ma vie comme technicienne CNRS dès mon DEA où je faisais de la reconnaissance des formes en cherchant à détecter la présence de tumeurs sur des scintigraphies numériques en utilisant des lissages par bandes au moyen de techniques d'approximation de courbes.

J'ai ensuite soutenu une thèse de troisième cycle où, en théorie, j'avais créé des programmes COBOL susceptibles de résoudre le supposé bug de l'an 2000 : en effet, j'analysais des textes sources de programmes COBOL et j'utilisais des hypergraphes orientés pour déterminer de manière automatique l'augmentation de la taille des données pour les banques des pays en voie d'inflation galopante. En 1999, il y avait bien longtemps que les cartes perforées de mes programmes COBOL avaient disparu en raison de nombreux déménagements professionnels et je n'ai pensé à leur utilisation potentielle que bien après l'an 2000 !

Pendant la fin de la préparation de ma thèse, j'avais quitté mon poste de technicienne CNRS pour prendre un poste d'assistante déléguée et en plus de cours d'informatique, Jean Legras m'a demandé de monter et d'assurer un module de recherche opérationnelle avancée dans le cadre d'un DESS intitulé "Informatique et Aide à la Décision".

Aussi, après ma thèse de troisième cycle, j'ai choisi la recherche opérationnelle comme discipline pour ma thèse d'état. Comme à l'époque, sur tout le grand Est (Alsace, Lorraine, Champagne Ardennes, Franche Comté et Bourgogne), il n'y avait aucun spécialiste de recherche opérationnelle, Jean Legras m'a envoyé à Paris pour me chercher un "patron" pour ma thèse d'état. En 1975, j'ai rencontré successivement le professeur Robert Fortet et le professeur Bernard Roy, entre le stochastique et le discret, j'ai choisi

le discret et c'est comme cela que j'ai commencé de travailler avec Bernard Roy, grand spécialiste d'ordonnancement, qui m'a confié le groupe Ordonnancement du LAMSADE, alors en création, pour se consacrer presque exclusivement à l'Aide à la Décision, d'où dix années de ma vie où j'étais Parisienne tous les jeudis et Nancéienne le reste de la semaine, avant de rapatrier ma recherche en Lorraine lors de la création de l'INRIA Lorraine en 1985.

### La ROADEF

#### **Vous avez été la première présidente de la ROADEF. Pouvez-vous nous décrire pourquoi et comment est apparue la ROADEF, et quelles difficultés vous avez éventuellement rencontrées à ses débuts ?**

Avant la ROADEF, les chercheurs opérationnels se retrouvaient dans le cadre de l'AF CET dans deux groupes de travail, l'un en recherche combinatoire et l'autre pour l'enseignement de la Recherche Opérationnelle. C'est dans le cadre de l'AF CET que j'avais organisé la deuxième édition du prix Robert Faure en 1996 (après Bernard Lemaire en 1993) et j'ai été l'un des derniers créanciers de l'AF CET qui m'a heureusement versé in extremis l'argent que les sponsors lui avaient versé pour le prix Robert Faure. Après la banqueroute de l'AF CET, nous nous sommes retrouvés sans société savante pour nous héberger et au lieu de nous regrouper avec les nombreuses autres thématiques qui étaient regroupées au sein de l'AF CET, nous avons décidé de recréer (il y avait déjà eu une société de Recherche Opérationnelle dans le passé) une société rien que pour nous.

Tous les préparatifs de la création de la ROADEF ont eu lieu à Paris et, personnellement, je n'y ai pas vraiment participé, même si je savais que c'était en cours. C'est fin décembre 1997, alors que je prenais un train de nuit pour passer Noël en famille près de Toulon une heure après, que j'ai reçu un appel téléphonique de Bernard Roy. Il me mettait au courant de l'état d'avancement des travaux du groupe constitué pour créer une nouvelle société savante qui devait être lancée lors de la conférence de Recherche Opérationnelle début 1998 et m'apprenait que le groupe de travail (je n'ai jamais su qui était membre de ce groupe de travail restreint ou étendu ?) avait pensé que je pourrais me présenter comme première présidente de cette société savante. Le groupe avait également des suggestions pour m'aider à créer le premier bureau, suggestions que j'ai légèrement amendées. Cette proposition est arrivée à un moment où j'avais à nouveau envie d'avoir des activités intéressantes hors de la Lorraine et j'ai accepté immédiatement.

A mon retour du midi, j'ai contacté les membres susceptibles de faire partie de mon bureau et nous nous sommes réunis pour préparer la candidature de notre liste en respectant ainsi l'esprit des statuts qui ont dû être approuvés lors de l'Assemblée Constituante qui a ensuite élu le premier bureau, le nôtre, pour deux ans.

Il y a eu quelques contestations auprès des jeunes de mon bureau que j'ai dû reconforter, car certains chercheurs opérationnels n'avaient pas compris à la lecture des statuts qu'il s'agissait d'un scrutin de listes et pensaient que pour le premier bureau il y aurait appel de candidats sur place et vote de personnes individuellement pour constituer le premier bureau. Le groupe de travail, lui, avait souhaité un bu-

reau opérationnel et soudé dès le premier jour.

La première année a été intense car il fallait tout créer et j'ai passé deux excellentes années entourées d'un bureau très dynamique, sympathique et travailleur.

**LA ROADEF est une société de recherche opérationnelle et d'aide à la décision. Pourquoi avoir choisi cet intitulé de recherche opérationnelle et aide à la décision, et pas seulement recherche opérationnelle ou aide à la décision ?**

C'est une question délicate, que vous posez à une ex-disciple de Bernard Roy ! Pour moi, un chercheur opérationnel quelle que soit sa spécialité, doit avoir pour objectif principal de concevoir des outils d'aide à la décision pertinent et efficace pour les entreprises (même si certains d'entre nous font progresser la recherche en ayant exclusivement des activités théoriques). Donc l'aide à la décision doit être intégrée à la recherche opérationnelle comme une activité primordiale et incontournable. La dénomination Recherche Opérationnelle et Aide à la Décision a une origine historique dont les jeunes chercheurs opérationnels n'ont peut-être pas connaissance. Avant la fin des années 70, les créateurs et les utilisateurs d'outils de recherche opérationnelle concevaient des outils qui donnaient des résultats que l'on considérait alors comme directement utilisables dans les entreprises sans suffisamment y intégrer l'intervention d'humains qui auraient collaboré à la prise de décision : on mettait en application les résultats des algorithmes ou même on liait les résultats des algorithmes à des automatismes industriels. Ces pratiques ont apporté quelques échecs et ont conduit à une crise de confiance dans la recherche opérationnelle dont on a beaucoup débattu dans le colloque de Cérisy la Salle en 1979 sur l'Avenir de la Recherche Opérationnelle. Ceux, qui avaient le plus de recul par rapport aux manques de participation des humains dans la décision, proposaient de nouveaux outils, utilisant des techniques de recherche opérationnelle, mais des approches de modélisation différentes, où justement l'humain était au centre des modèles, ils se revendiquaient d'une nouvelle discipline ou sous-discipline qu'ils ont baptisée "Aide à la Décision". Certains autres, pour moi éloignés de la recherche opérationnelle, ne rêvaient que de "systémique". D'autres pensaient que la recherche opérationnelle avait encore un avenir à condition d'améliorer son utilisation et son intégration dans les entreprises. Je pense que l'avenir a montré que l'Aide à la Décision était nécessaire, mais que la recherche opérationnelle plus traditionnelle a été capable de se transformer de manière à être également utile à la prise de décision en entreprise.

Personnellement, j'aurais préféré que la société s'appelle simplement Société Française de Recherche Opérationnelle comme dans tous les autres pays du monde, mais cela ne m'a jamais posé de problèmes que ce soit la Société Française de Recherche Opérationnelle et Aide à la Décision si cela permettait aux chercheurs de la discipline Aide à la Décision de mieux se sentir à leur place dans notre association.

**Quel rôle pensez-vous que la ROADEF doit/peut jouer dans la pratique de la RO/AD en France, que ce soit en entreprise ou dans le milieu académique ?**

Quand on voit l'ampleur qu'a pris la conférence annuelle de

la ROADEF, il est évident que la ROADEF joue un rôle très important d'animation de la discipline dans le monde professionnel et dans le monde académique et surtout un catalyseur pour l'amplification des contacts entre le monde professionnel et le monde académique. Quant à vous proposer de nouvelles idées, il ne m'en vient pas spontanément, mais je constate que les bureaux successifs de la ROADEF ne manquent jamais d'idées ni de dynamisme.

## L'enseignement de la RO

**Quel doit être le but d'un enseignement de la RO ? Est-ce qu'enseigner la RO comporte des spécificités ? La RO/AD n'est-elle pas une discipline à enseigner à tous les ingénieurs ? Tous les managers ? Pourquoi selon vous n'est-ce pas le cas aujourd'hui ?**

Pour moi, l'enseignement de la RO n'a pas un but, mais plusieurs buts qui doivent être, en outre, adaptés à l'auditoire auquel il s'adresse.

Dans une formation informatique, il est clair que le corps enseignant y voit une importante ressource pour la conception d'algorithmes compliqués et intéressants. Les développements théoriques de la RO peuvent permettre, en particulier, de démontrer proprement que les algorithmes convergent vers une solution optimale avec preuve de l'optimalité. Les notions de NP complétude sont également très importantes pour ce type de formation qui, selon les spécialités, utilise également d'autres chapitres spécifiques de recherche opérationnelle (par exemple la théorie des graphes ou les processus stochastiques).

Dans une formation dans les cursus de type économie et gestion, ou de nombreuses autres formations non scientifiques, ce qui est important, c'est de connaître ou de reconnaître les problèmes concrets pour lesquels la recherche opérationnelle ou l'aide à la décision peut apporter des solutions. Dans ses formations, il vaut mieux apprendre à utiliser des outils et prendre un peu de recul par rapport aux outils que de vouloir faire comprendre les fondements des méthodes de résolution.

Dans une formation d'ingénieur, je pense très sincèrement que l'enseignement de la Recherche Opérationnelle devrait être obligatoire. Tout ingénieur a besoin de connaître des techniques d'optimisation et d'aide à la décision et j'ai trop souffert tout au long de ma carrière de rencontrer des ingénieurs qui avaient été mal formés ou qui n'avaient jamais pratiqué la RO de manière utile et intéressante et qui affirmaient que seule, la règle de trois, était vraiment utile pour un ingénieur.

En plus des outils qu'elle fournit, la recherche opérationnelle apporte des aptitudes très complémentaires par rapport aux mathématiques dites pures. Je pense que la RO est très formatrice pour l'ingénieur car elle oblige à concevoir des modélisations que la physique ou les mathématiques pures n'apportent pas. Quand j'étais responsable du département génie industriel et aide à la décision de l'école des Mines (appellation de l'époque), les entreprises proposaient des stages à mes ingénieurs qui auraient dû être proposés à des écoles de management, mais elles préféraient prendre nos ingénieurs car leur "formatage" et leur rigueur leur convenaient mieux.

Dans une formation d'ingénieurs, il peut y avoir deux niveaux d'enseignement de la RO. Le cours de base devrait

être obligatoire pour tous, même si le volume horaire est relativement limité ; on présente les différents modèles et les principales méthodes de résolution, mais, comme pour les managers, on insiste sur les outils qu'ils pourront utiliser dans leur carrière d'ingénieurs. Des cursus spécialisés peuvent être destinés à former des ingénieurs qui feront leur carrière en recherche opérationnelle et aide à la décision ou qui l'utiliseront de manière importante.

Si la RO n'est pas enseignée à tous les managers et à tous les ingénieurs, c'est tout simplement parce que de tout temps, tout enseignant, quelle que soit sa matière, a toujours été persuadé que l'enseignement de sa matière était obligatoire et qu'en dessous d'un certain nombre d'heures il lui était impossible de faire un cours correct. On va donc vous dire, par exemple, que le niveau de mathématique a beaucoup baissé dans le cursus en amont de l'école d'ingénieurs et qu'il faut donc maintenir un volume important de mathématiques dans le cursus, mais nos collègues physiciens ont besoin de mathématiques dites pures, ce qui permet à nos collègues de mathématiques pures de maintenir leur volume d'enseignement, y compris des redites de cours précédemment mal assimilés, au détriment de la RO dont les autres disciplines ne voient pas suffisamment l'intérêt.

### **Question volontairement provocatrice, la RO/AD c'est des mathématiques ou de l'informatique ?**

Ce n'est pas du tout provocateur, la RO/AD, c'est de la modélisation et des mathématiques appliquées qui s'appuient sur la puissance de l'informatique et sur beaucoup, beaucoup de bon sens (je parlais souvent à mes élèves de mon bon sens de paysanne) pour apporter des outils d'aide à la décision pour les entreprises au sens large.

### **Vous avez animé le projet EnsROtice qui vise à fournir des outils informatiques pour l'enseignement de la RO. Pouvez-vous nous présenter ce projet ? Quel rôle peuvent jouer selon vous les nouvelles technologies de l'information et de la communication dans l'enseignement de la RO ?**

Le projet EnsROtice (dont la nouvelle URL est <http://ensrotice.lcoms.univ-lorraine.fr/>) présente quatre chapitres : programmation linéaire, méthodes de résolution exacte, processus stochastiques et théorie des graphes. L'objectif principal était de fournir des outils à deux niveaux : l'un élémentaire et l'autre avancé comportant les éléments essentiels de cours complétés par des animations qui permettent de mieux assimiler les notions grâce à des illustrations interactives. Ce projet devait apporter des supports complémentaires aux enseignants et on pouvait espérer qu'il aiderait, par exemple, les étudiants ayant eu des absences de scolarité, à rattraper de manière quasi autonome des morceaux de cours. J'ai rencontré de fortes réticences auprès de quelques enseignants qui craignaient que ces outils n'augmentent l'absentéisme à leurs cours et je crains que finalement peu d'enseignants n'utilisent les outils mis en ligne. La conception des animations interactives a été très chronophage et c'est parce que j'étais à la retraite que j'ai eu le temps de concevoir de très nombreuses animations pour les deux modules sur la théorie des graphes. Les autres chapitres ne comportent que quelques animations. Cela fait deux ans que j'ai rendu ma copie et, même

si je voulais m'y remettre, j'aurais de grandes difficultés à assurer la maintenance des deux modules que j'ai conçus et réalisés.

En conclusion, je suis persuadée que les nouvelles technologies de l'information et de la communication sont très utiles à l'enseignement, et pas seulement à celui de la RO, mais que les enseignants-chercheurs, qui, déjà, croulent sous toutes les activités qu'ils ont plus ou moins volontairement acceptés d'assumer liées à l'enseignement, à la recherche, à l'administration, à la participation à des projets industriels et bien d'autres tâches encore, doivent avoir des ressources humaines complémentaires importantes pour assumer le développement de ces outils et que leur rôle devrait se limiter à la conception et au contrôle de la bonne réalisation du développement. Il faut en outre des ressources humaines pour pérenniser les outils conçus en assurant leur maintenance.

## **Votre vision de la RO**

### **Quelles sont selon vous les principales évolutions de la recherche en RO depuis le début de votre carrière ?**

La puissance continuellement croissante des ordinateurs, en vitesse et en capacité de stockage, ainsi que le perfectionnement constant des progiciels généraux, comme par exemple ceux de programmation linéaire en nombres entiers, a considérablement modifié la manière de concevoir des solutions adaptées aux problèmes rencontrés. Par exemple, en 1990, la SOLLAC, grand Est de la France, se demandait si elle pouvait utiliser un progiciel de programmation par contraintes pour résoudre les problèmes de manipulation de bobines hétérogènes sur des empilements mixtes dans ses parcs d'expédition. Avec les progiciels existant alors et la rapidité des ordinateurs disponibles, même si on se limitait à une petite partie d'un seul entrepôt du parc d'expédition pour diminuer la taille du problème à résoudre, il aurait fallu plusieurs siècles de calcul ! Pour ce même problème avec les outils actuels, il serait sûrement très intéressant de se poser à nouveau la même question : il s'agit d'un problème très fortement combinatoire pour lequel je conseillerais volontiers des contraintes artificielles raisonnables industriellement sur la manière d'utiliser les empilements de manière à réduire, encore aujourd'hui, l'espace des solutions avant de passer à la résolution mathématique.

En ce qui concerne la capacité croissante des progiciels généraux, je l'ai constaté tout au long de ma carrière : dans les années 90, on arrivait quasiment toujours à battre les progiciels généraux en concevant spécifiquement des programmes pour résoudre des problèmes particuliers. Au moment de ma retraite, 20 ans après, ma dernière thésarde, pourtant excellente, qui avait trouvé de bons modèles linéaires en nombres entiers pour les problèmes considérés, ne battaient les progiciels généraux, avec des programmes spécifiquement conçus, que pour une proportion relativement faible d'exemples de nos échantillons.

Bien sûr, tous les problèmes ne sont pas linéaires, mais en utilisant des décompositions astucieuses et les progiciels généraux sur des sous-problèmes, on peut obtenir des méthodes de résolution très efficaces et intéressantes pour les gros problèmes industriels.

Lorsque l'on se contente de solutions approchées, ce qui est généralement raisonnable, surtout dans les milieux in-

dustriels où les données ne sont parfois connues que de manière approximatives (pourquoi chercher absolument la solution optimale si certaines données ne sont connues qu'à epsilon près), j'ai aussi été le témoin du passage des méthodes heuristiques traditionnelles plus ou moins évoluées aux méta-heuristiques. Les méta-heuristiques permettent de concevoir vite des algorithmes qui explorent de manière plus ou moins intelligente d'immenses espaces de solutions que des analyses fondamentales ne permettent pas de réduire. On peut les conseiller si les progiciels généraux de programmation linéaire en nombres entiers ne sont pas utilisables ou ne sont pas suffisamment efficaces et si on est pressé d'avoir un premier outil.

En référant les articles sur les méta-heuristiques où plusieurs approches étaient proposées pour être comparées, je m'amusais à parier sur l'approche qui avait le plus de chance d'être bonne, j'avais souvent du flair, néanmoins, si on explore vraiment beaucoup de solutions, le hasard peut faire qu'une mauvaise approche tombe accidentellement sur de très bonnes solutions ! Sauf si maladroitement on n'explore jamais certaines parties de l'espace des solutions, ce qui était parfois le cas dans certains papiers.

Mes expériences m'ont montré tout au long de ma carrière que des approches par décompositions sur la structure des problèmes particuliers considérés combinées à l'utilisation de méthodes exactes ou approchées sur les sous-problèmes de taille plus raisonnable pouvaient fournir des résultats très intéressants.

### Quels conseils donneriez-vous à un jeune qui voudrait faire de la RO son métier (dans le secteur public ou privé) ?

Je lui dirais, c'est SUPER, tu verras c'est passionnant et je l'enverrais rencontrer un maximum de collègues (ou anciens collègues) des différentes sous-disciplines de la RO qui pourraient lui présenter ce qu'ils font de manière à ce qu'il puisse se déterminer. Je lui conseillerais un bon équilibre entre la théorie et les applications, ce qui est pour moi fondamental car sans théorie on ne peut que bricoler, mais si on reste loin des applications, la théorie peut fournir des tas et des tas de théorèmes dont très peu auront un jour une utilité (en dehors d'avoir permis de publier des articles). De manière imagée et pour conclure, vous les petites abeilles qui butinez les fleurs, faites-vous plaisir en créant de la gelée royale avec des résultats théoriques, mais n'oubliez pas aussi d'apporter du miel aux apiculteurs qui travaillent sur le terrain et qui ont besoin de vous.

## Probabilistically constrained optimization : theory, algorithms and industrial relevance

par Wim van Ackooij

### 1 Introduction

Industrial companies rely more and more heavily on optimization as tools to guide decision making. This has a particularly long history in energy management and power system planning wherein the use of optimization goes back some 40 years at least (e.g., [23]). One particularly relevant example is the unit-commitment problem wherein one is looking to determine the optimal power production schedule today for use tomorrow. Realistic modeling can make the model a large-scale mixed integer non-linear optimization problem, the continuous relaxation of which is not even convex. Needless to say that there is an ongoing trade-off between modeling simplifications and advances in theory. With the increasing share of renewables and their lack of predictability (at least day-ahead) (e.g., [2]), the need to dispose of optimization tools taking uncertainty into account arises. Here, immediately an important modeling choice needs to be made. It is related to the interaction between uncertainty and the optimization decision variables and how they depend on each other. One option is to explicitly model the intra-daily unit-commitment process which can lead to 2-stage stochastic (e.g., [33]) or robust optimization problems (e.g., [20, 26]). Implicit to such an option is the choice to model recourse realistically or in a simple fashion, i.e., the choices between relatively complete recourse or incomplete recourse and that between simple and "complex" recourse.

Quite an alternative path stems from the observation that the production schedule has to be decided upon prior to observing uncertainty. Then, assuming that load and renewable generation are the key driving factors, this schedule leads to a load balance equation, the deviations of which should be controlled somehow (e.g., [25]). In an abstract view, the decision vector  $x \in \mathbb{R}^n$  and random vector  $\xi \in \mathbb{R}^m$  produce a random inequality system through a (non-linear) map  $g : \mathbb{R}^n \times \mathbb{R}^m \rightarrow \mathbb{R}^k : g(x, \xi) \leq 0$ . Obviously this last equation is not meaningful since  $x$  is decided upon prior to observing  $\xi$ . An appealing way to give a meaning is :

$$\mathbb{P}[g(x, \xi) \leq 0] \geq p, \quad (1)$$

for a user chosen safety level  $p \in [0, 1]$ . The intuition is clear, we want the whole system to remain safe with high enough probability. From an abstract view, the mapping  $\varphi : \mathbb{R}^n \rightarrow [0, 1], \varphi(x) = \mathbb{P}[g(x, \xi) \leq 0]$  is a (plain) non-linear mapping, making (1) a non-linear constraint. Constraint (1) is represented as a joint probabilistic constraint : the system as whole needs to be controlled with sufficient probability. This offsets against the notion of individual probabilistic constraints wherein rather the influence of each component of  $\xi$  on the system is controlled. When (1) is equivalent to  $\mathbb{P}[\xi \leq h(x)] \geq p$  for a mapping  $h : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^m$ , the individual probabilistic constraints are  $\mathbb{P}[\xi_i \leq h_i(x)] \geq p$  for  $i = 1, \dots, m$ . The latter can then be reformulated as  $h_i(x) \geq F_i^{-1}(p)$ , where  $F_i^{-1}$  is the (generalized) inverse of

the  $i$ th marginal distribution function. It becomes clear from this discussion that the joint case is of higher difficulty, yet essential for applications ([32]) as we do wish to control the behaviour of the system as a whole. Controlling each component individually may lead to arbitrary unsafety of the system as a whole. In section 2 we discuss several important aspects of the analysis of properties of  $\varphi$ . Dedicated algorithms are discussed in section 3.

## 2 Theoretical study of probabilistic constraints

From a practical view if one is keen on solving problems with constraint (1), one needs knowledge of

- properties of  $\varphi$ , for instance continuity, differentiability
- properties of the feasible set

$$M(p) := \{x \in \mathbb{R}^n : \mathbb{P}[g(x, \xi) \leq 0] \geq p\}, \quad (2)$$

such as path-connectedness ([6]) or convexity

- properties of the optimization problem wherein constraint (1) appears such as stability (e.g., [11]).

Stability results provide an answer to the question : what if the true distribution of  $\xi$  is not known, but we have a close estimate of it. These results allow us to establish that the optimal values (and sometimes solution sets) remain close when perturbations with respect to the “true”  $\xi$  are small.

The first two points are of obvious importance in the choice of an appropriate algorithm (for instance coming from convex optimization). It is quite appealing to believe that properties of  $g$  (continuity, differentiability) carry over through  $\varphi$ , yet completely false. For instance the mapping

$$x \mapsto \mathbb{P} \left( \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ -1 & 1 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} -1 \\ 0 \end{bmatrix} \xi \geq \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{1}{2} \end{bmatrix} \right), \quad (3)$$

with  $\xi \sim \mathcal{N}(0, 1)$  (a 1 dimensional standard Gaussian distribution) is not continuous. Yet  $g$  is affine in both arguments simultaneously. On top of the expected assumption that  $g$  is continuous, one needs to request that the sets  $N_x := \{z \in \mathbb{R}^m : g(x, z) = 0\}$  are Lebesgue null-sets (if moreover  $\xi$  admits a density with respect to the Lebesgue measure) (for a proof see [8]).

Things can be worse when looking at differentiability. Consider the mapping  $g : \mathbb{R}^4 \rightarrow \mathbb{R}$  defined as  $g(x_1, x_2, z_1, z_2) = x_1^2 e^{h(z_1)} + x_2 z_2 - 1$ , where  $h(t) = -1 - 2 \log(1 - \Phi(t))$ , and  $\Phi$  is the distribution function of a standard one dimensional Gaussian random variable. Then the mapping  $x \mapsto \mathbb{P}[g(x, \xi) \leq 0]$ , with  $\xi \sim \mathcal{N}(0, I)$  is not (continuously) differentiable at  $\bar{x} = (1, 0)$ , even though  $g(\bar{x}, 0) < 0$  (Slater regularity),  $g$  is convex in the second argument and  $C^\infty$ . A classic assumption appended to continuous differentiability of  $g$  is compactness of  $\{z \in \mathbb{R}^m : g(x, z) \leq 0\}$  in a neighbourhood of a point of interest (e.g., [24]). Alternatively (weak) growth conditions on  $\nabla_x g$  can be employed ([31]) to establish continuous differentiability of  $\varphi$ , as well as a formula to efficiently compute  $\nabla \varphi$ .

Even when  $g$  is (jointly) affine and (1) boils down to the study of the distribution function of  $\xi$ , pitfalls may occur. As an example, if  $\xi \sim \mathcal{N}(0, \Sigma)$  and  $\varphi(x) = \mathbb{P}[\xi \leq h(x)]$  for a continuously differentiable map  $h : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^m$ , continuous differentiability of  $\varphi$  is that of the multi-variate distribution function

$F_\xi$  of  $\xi$ . When  $\Sigma$  is positive definite,  $F_\xi$  is  $C^\infty$ , but otherwise it may only be locally Lipschitz continuous (see [10, 34]). Still a (Clarke) sub-gradient can be efficiently computed.

Convexity of set  $M(p)$  can be established thanks to Prékopa’s celebrated log-concavity theorem ([21, Theorem 4.2.1] and its extensions) as soon as  $-g$  is jointly quasi-concave and  $\xi$  admits a density with generalized concavity properties. In this case, convexity of  $M(p)$  holds regardless of  $p$ . However in several situations, the set  $M(p)$  may fail to be convex for  $p$  too small, yet be convex for  $p$  sufficiently large. To be convinced of this, consider  $g(x, z) = \langle x, z \rangle - b$  and  $\xi$  multivariate Gaussian. Then it is an easy exercise to show that  $M(p)$  is convex for all  $p \geq \frac{1}{2}$ . The existence of a threshold  $p^*$  such that  $M(p)$  is convex for all  $p \geq p^*$ , is known as “eventual convexity” and is obviously sufficient in applications. It is of key importance to be able to compute  $p^*$  from the problem data (or some reasonable estimate) in order to use these eventual convexity results as a convexity certificate. As of currently, only results involving multi-variate distribution functions are available in this class of results (e.g., [12, 27]).

A non-trivial example of eventual convexity is the following. Let  $g : \mathbb{R}^n \times \mathbb{R}^m \rightarrow \mathbb{R}$  be defined as follows :

$$g(x, z) := z^T W(x) z + 2 \sum_{i=1}^n x_i w_i^T z + b, \quad (4)$$

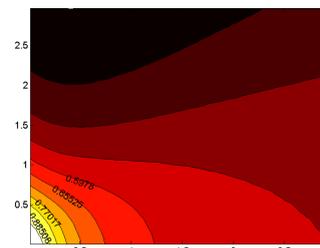
where  $W : \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}^m \times \mathbb{R}^m$  is a positive semi-definite matrix valued mapping. Then with concrete data,  $W(x) = x_1 W_1 + x_2 W_2$ , where

$$W_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0.9 \\ 0.9 & 1 \end{bmatrix} \text{ and } W_2 = \begin{bmatrix} 1 & -0.7 \\ -0.7 & 1 \end{bmatrix}$$

as well as  $\xi \sim \mathcal{N}(0, R)$ , with

$$R = \begin{bmatrix} 1 & 0.5 \\ 0.5 & 1 \end{bmatrix}$$

and  $w_1 = (-1, 1)$ ,  $w_2 = (2, 3)$  and  $b = -3$ , the contour plot of the probability function  $x \mapsto \mathbb{P}[g(x, z) \leq 0]$  has the following allure.



For sufficiently high probability levels, the set of feasible solutions  $M(p)$  is indeed convex. The situation here is by no means an exception. Frequently, the theoretical tools are insufficient to formally establish convexity of  $M(p)$  (for  $p$  sufficiently large), even though computations clearly make its presence highly plausible.

## 3 Dedicated Algorithms

When facing an optimization problem involving constraints of type (1), section 2 shows that one just cannot unleash an

arbitrary algorithm and hope this to work. Knowledge of the properties of  $\varphi$  are essential. Moreover the situation is such that it is desirable for the algorithm to take into account that  $\varphi$  (and  $\nabla\varphi$ ) are not necessarily known with arbitrary precision. It is even better if the algorithm manages the required precision of these evaluations. This has led to the development of specific constrained bundle methods in [35, 29], stabilized versions of classic cutting plane methods (e.g., [19]). The main difficulty here is that even when

$$c(x) := \log(p) - \log(\mathbb{P}[g(x, \xi) \leq 0]), \quad (5)$$

is convex (e.g.,  $\xi$  is multi-variate Gaussian,  $-g$  is (jointly) quasi-concave), the obtained linearizations of  $c$  by evaluating  $\nabla\varphi$ , may be above  $c(x)$ . In the parlance of bundle methods, we dispose of an “upper”-oracle only ([3]). This adds a substantial difficulty to the classic convergence analysis, (e.g., [16, 13, 1]).

When the mapping  $g$  has the special structure  $g(x, z) = z - h(x)$ , it can become convenient to separate the non-linearity of  $h$  from the distribution function of  $\xi$  through variable splitting. Intuitively we require knowledge of  $m$ -dimensional versions of quantiles. Essentially these points are the elements of the boundary of the feasible set  $\{y \in \mathbb{R}^m : \mathbb{P}[\xi \leq y] \geq p\}$  non-dominated in the order of  $\mathbb{R}^m$ , also called  $p$ -efficient points. Then (1) can be replaced with  $v \leq h(x)$  and  $v$  is  $p$ -efficient. Popular approaches then consider the Lagrangian relaxation of the complicating constraint  $v \leq h(x)$  together with an appropriate optimization scheme of the Lagrangian dual (e.g., [5]). The key to building an efficient resolution scheme relies on

- the choice of an appropriate dual model (cutting plane method, disaggregate cutting plane method, partially exact model)
- the choice of a fast heuristic to obtain an estimate of a  $p$ -efficient point and check if descent can be reached
- the choice of managing accuracy in the algorithm.

Once again bundle methods [28] are a key choice.

Other methods rely on sampling from the distribution of  $\xi$ . In this view we generate a sample  $\xi^1, \dots, \xi^N$  and replace  $\mathbb{P}[g(x, \xi) \leq 0] \geq p$ , with its discretized version :

$$\begin{aligned} g(x, \xi^i) - Mz_i &\leq 0, i = 1, \dots, N \\ \sum_{i=1}^N \pi_i z_i &\leq 1 - p, \\ z_i &\in \{0, 1\}, i = 1, \dots, N. \end{aligned} \quad (6)$$

Here  $M$  is a convenient “big-M” constant, the use of which can be avoided in appropriate settings (e.g., [17]). The expected next question is related to the size of  $N$  in order to assure that  $x$  feasible for (6) is feasible for (1) with a sufficient confidence level. However optimality of  $x$  related to the size of  $N$  should also be commented. A common assumption is that  $g$  is affine in  $x$  (e.g., [18]), but recently a generalized Bender’s framework has been developed to deal with the more general non-linear convex case ([30]). Still, in view of [9], one should be aware of the potentially strong approximation resulting from a discretization.

A further recent approach consists of casting (1) into a fully binary representation (see [14, 15]). The approach is currently developed for the situation wherein (1) is a constraint on a multi-variate distribution function. To give an example,

let us consider computing a  $p$ -efficient point  $v$ , when moreover a sample  $\xi^1, \dots, \xi^N$  of  $\xi$  is given. Then, we start by pre-specifying a set of cut-points  $c_{1,j} < \dots < c_{n_j,j}$  for each component  $j = 1, \dots, m$  of the random vector  $\xi$ . The first cut-point is  $c_{1,j} := F_j^{-1}(p)$  for  $F_j$  the  $j^{\text{th}}$  marginal distribution function of  $\xi_j$ . The other cut-points  $c_{\ell,j}$  belong to the set  $Z_j := \{\xi_j^k : F_j(\xi_j^k) \geq p\}$ , whose cardinality is  $n_j$ . The random realizations  $\xi^i$  are binarized and the  $j^{\text{th}}$  component represented as  $(\beta_{1,j}^i, \dots, \beta_{n_j,j}^i)$ , where for a given  $j = 1, \dots, m$  and  $\ell = 1, \dots, n_j$ ,  $\beta_{\ell,j}^i = 1$  if  $\xi_j^i \geq c_{\ell,j}$  and zero otherwise. With  $B = \sum_{j=1}^m n_j$ ,  $v$  is  $p$ -efficient if the following equations hold :

$$\begin{aligned} v_j &\geq \sum_{\ell=1}^{n_j} c_{\ell,j} r_{\ell,j} & j = 1, \dots, m \\ \sum_{j=1}^m \sum_{\ell=1}^{n_j} \beta_{\ell,j}^i r_{\ell,j} &\leq m - 1 & \forall i \in \bar{\Omega}_B \\ \sum_{\ell=1}^{n_j} r_{\ell,j} &= 1, & j = 1, \dots, m, \\ r &\in \{0, 1\}^B. \end{aligned} \quad (7)$$

Here  $\bar{\Omega}_B$  contains all  $p$ -insufficient realizations with  $\beta_{1j} = 1$  for  $j = 1, \dots, m$ , that is :

$$\bar{\Omega}_B = \left\{ z \in \mathbb{R}^m : F_\xi(z) < p, \right. \\ \left. \begin{aligned} z_j &= c_{1j} + \sum_{\ell=2}^{n_j} (c_{\ell,j} - c_{\ell-1,j}) \beta_{\ell,j}, \\ \beta_{\ell,j} &\in \{0, 1\} \end{aligned} \right\}.$$

## 4 Conclusions

This text is intended to give an overview of specific theoretical and algorithmic difficulties that appear when dealing with uncertainty in practical decision making problems. The chosen angle is that of probabilistically constrained optimization, a literature to which I have contributed. The included references by no means intend to provide a faithful representation of the literature nor be exhaustive. A second objective is to stimulate curiosity. If I have been successful, then the interested reader may wish to consult [21, 22, 4, 7] for entry points in the literature on probabilistically constrained optimization.

## Références

- [1] J.F. Bonnans, J.C. Gilbert, C. Lemaréchal, and C. Sagastizábal. *Numerical Optimization : Theoretical and Practical Aspects*. Springer-Verlag, 2nd edition, 2006.
- [2] C. Cardozo, L. Capely, and P. Dessante. Frequency constrained unit commitment. *Energy Systems*, pages 1–26, 2015.
- [3] W. de Oliveira, C. Sagastizábal, and C. Lemaréchal. Convex proximal bundle methods in depth : a unified analysis for inexact oracles. *Math. Prog. Series B*, 148 :241–277, 2014.
- [4] D. Dentcheva. Optimisation models with probabilistic constraints. In A. Shapiro, D. Dentcheva, and A. Ruszczyński, editors, *Lectures on Stochastic Programming. Modeling and Theory*, volume 9 of *MPS-SIAM series on optimization*, pages 87–154. SIAM and MPS, Philadelphia, 2009.
- [5] D. Dentcheva and G. Martinez. Regularization methods for optimization problems with probabilistic constraints. *Math. Programming (series A)*, 138(1-2) :223–251, 2013.

- [6] R. Henrion. On the connectedness of probabilistic constraint sets. *Journal of Optimization Theory and Applications*, 112(3) :657–663, 2002.
- [7] R. Henrion. Introduction to chance constraint programming. *Tutorial paper for the Stochastic Programming Community HomePage*, <http://www.wias-berlin.de/people/henrion/publikat.html>, 2004.
- [8] R. Henrion. Optimierungsprobleme mit wahrscheinlichkeitsrestriktionen : Modelle, struktur, numerik. *Lecture Notes*, page 43, 2010.
- [9] R. Henrion. A critical note on empirical (sample average, monte carlo) approximation of solutions to chance constrained programs. In D. Hömberg and F. Tröltzsch, editors, *System modeling and Optimization*, volume 391 of *IFIP Advances in Information and Communication*, pages 25–37. Springer-Verlag, 2013.
- [10] R. Henrion and A. Möller. A gradient formula for linear chance constraints under Gaussian distribution. *Mathematics of Operations Research*, 37 :475–488, 2012.
- [11] R. Henrion and W. Römisch. Hölder and lipschitz stability of solution sets in programs with probabilistic constraints. *Mathematical Programming*, 100 :589–611, 2004.
- [12] R. Henrion and C. Strugarek. Convexity of chance constraints with dependent random variables : the use of copulae. In M. Bertocchi, G. Consigli, and M.A.H. Dempster, editors, *Stochastic Optimization Methods in Finance and Energy : New Financial Products and Energy Market Strategies*, International Series in Operations Research and Management Science, pages 427–439. Springer, 2011.
- [13] J.B. Hiriart-Urruty and C. Lemaréchal. *Convex Analysis and Minimization Algorithms II*. Number 306 in *Grundlehren der mathematischen Wissenschaften*. Springer-Verlag, 2nd edition, 1996.
- [14] M. A. Lejeune. Pattern-based modeling and solution of probabilistically constrained optimization problems. *Operations Research*, 60(6) :1356–1372, 2012.
- [15] M. A. Lejeune. Pattern definition of the  $p$ -efficiency concept. *Annals of Operations Research*, 200 :23–36, 2012.
- [16] C. Lemaréchal. An algorithm for minimizing convex functions. *Information Processing*, 1974 :552–556, 1974.
- [17] J. Luedtke. A branch-and-cut decomposition algorithm for solving chance-constrained mathematical programs with finite support. *Mathematical Programming*, 146(1-2) :219–244, 2014.
- [18] J. Luedtke and S. Ahmed. A sample approximation approach for optimization with probabilistic constraints. *SIAM Journal on Optimization*, 19 :674–699, 2008.
- [19] J. Mayer. On the numerical solution of jointly chance constrained problems. In S. Uryas'ev, editor, *Probabilistic Constrained Optimization : Methodology and Applications*, pages 220–235. Kluwer Academic Publishers, 2000.
- [20] M. Minoux. Two-stage robust optimization, state-space representable uncertainty and applications. *RAIRO-Operations Research*, 48 :455–475, 2014.
- [21] A. Prékopa. *Stochastic Programming*. Kluwer, Dordrecht, 1995.
- [22] A. Prékopa. Probabilistic programming. In A. Ruszczyński and A. Shapiro, editors, *Stochastic Programming*, volume 10 of *Handbooks in Operations Research and Management Science*, pages 267–351. Elsevier, Amsterdam, 2003.
- [23] M. Tahanan, W. van Ackooij, A. Frangioni, and F. Lacalandra. Large-scale unit commitment under uncertainty : a literature survey. *4OR*, 13(2) :115–171, 2015.
- [24] S. Uryas'ev. Derivatives of probability and integral functions : General theory and examples. In C. A. Floudas and P. M. Pardalos, editors, *Encyclopedia of Optimization*, pages 658–663. Springer - Verlag, 2nd edition, 2009.
- [25] W. van Ackooij. Decomposition approaches for block-structured chance-constrained programs with application to hydro-thermal unit commitment. *Mathematical Methods of Operations Research*, 80(3) :227–253, 2014.
- [26] W. van Ackooij. A comparison of four approaches from stochastic programming for large-scale unit-commitment. *To Appear in EURO Journal on Computational Optimization*, pages 1–19, 2015.
- [27] W. van Ackooij. Eventual convexity of chance constrained feasible sets. *Optimization (A Journal of Math. Programming and Operations Research)*, 64(5) :1263–1284, 2015.
- [28] W. van Ackooij, V. Berge, W. de Oliveira, and C. Sagastizábal. Probabilistic optimization via approximate  $p$ -efficient points and bundle methods. *Preprint available : [http://www.optimization-online.org/DB\\_HTML/2015/05/4927.html](http://www.optimization-online.org/DB_HTML/2015/05/4927.html)*, pages 1–25, 2015.
- [29] W. van Ackooij and W. de Oliveira. Level bundle methods for constrained convex optimization with various oracles. *Computation Optimization and Applications*, 57(3) :555–597, 2014.
- [30] W. van Ackooij, A. Frangioni, and W. de Oliveira. Inexact stabilized benders' decomposition approaches to chance-constrained problems with finite support. *Submitted draft, preprint available : <http://eprints.adm.unipi.it/2326/1/TR-15-01.pdf>*, pages 1–25, 2015.
- [31] W. van Ackooij and R. Henrion. Gradient formulae for non-linear probabilistic constraints with Gaussian and Gaussian-like distributions. *SIAM Journal on Optimization*, 24(4) :1864–1889, 2014.
- [32] W. van Ackooij, R. Henrion, A. Möller, and R. Zorgati. Joint chance constrained programming for hydro reservoir management. *Optimization and Engineering*, 15 :509–531, 2014.
- [33] W. van Ackooij and J. Malick. Decomposition algorithm for large-scale two-stage unit-commitment. *To Appear in Annals of Operations Research*, pages 1–26, 2015.
- [34] W. van Ackooij and M. Minoux. A characterization of the sub-differential of singular Gaussian distribution functions. *Set Valued and Variational Analysis*, 23(3) :465–483, 2015.
- [35] W. van Ackooij and C. Sagastizábal. Constrained bundle methods for upper inexact oracles with application to joint chance constrained energy problems. *SIAM Journal on Optimization*, 24(2) :733–765, 2014.

# Recherche Opérationnelle et Combinatoire à Grenoble...

par **Nadia Brauner**

À Grenoble, trois universités viennent de fusionner en une seule. Oubliez l'UJF (Grenoble I), l'UPMF (Grenoble II) et Stendhal (Grenoble III). Le premier janvier 2016, l'UGA, (prononcez comme vous voulez) pour Université Grenoble Alpes, émerge de la fusion de ces trois universités. Par la même occasion, nous avons fêté la naissance de la Comue UGA qui associe à l'UGA les autres organismes de recherche présents à Grenoble, soit Grenoble-INP, le CNRS, l'INRIA et le CEA. C'est l'occasion de vous rappeler l'organisation académique grenobloise de la Recherche Opérationnelle (RO) et de l'Optimisation Combinatoire. Les chercheurs académiques grenoblois proches de la Roadef sont principalement regroupés au sein du laboratoire G-SCOP (Grenoble - Sciences pour la Conception, l'Optimisation et la Production) dans les équipes Recherche Opérationnelle pour les Systèmes de Production (ROSP, prononcez toutes les lettres si vous pouvez, Section 2) et Optimisation Combinatoire (en bref OC, Section 3). Les autres équipes grenobloises proches de la RO sont décrites dans la Section 4.

Ces équipes ont été, à différents niveaux, très investies dans la Roadef avec deux organisations de la conférence annuelle, la participation régulière à des bureaux, la présidence 2012-2013, plusieurs prix Robert Faure et la fierté d'avoir organisé certains challenges Roadef et d'être régulièrement primés à d'autres.

## 1 Le laboratoire G-SCOP



Le laboratoire G-SCOP a été créé en janvier 2007. C'est l'aboutissement sur Grenoble d'une très longue histoire d'avancées scientifiques et de collaborations dans le domaine des systèmes de production, de la conception des produits, de la recherche opérationnelle et de l'optimisation. Chaque communauté s'était développée dans son secteur disciplinaire en y menant des recherches au cœur de sa discipline. Elles se sont réunies au sein de ce laboratoire pluridisciplinaire. Les recherches menées couvrent l'ensemble du cycle de vie d'un produit ou service, de sa création à sa fin de vie en passant par les phases de conception, de production, de distribution, d'usage puis de recyclage, réemploi ou destruction. Le système de production peut concerner aussi bien les industries manufacturières que les systèmes de santé, les systèmes de gestion et d'usage de l'énergie. . . Dans ce domaine, les enjeux scientifiques majeurs des années à venir se déclinent en deux grands défis :

- accomplir la transition numérique des systèmes de production et de conception de produits et services ;
- développer le système de production et de conception de produits et services centré humain et société.

Le laboratoire G-SCOP aborde ces défis par des recherches

menées en gestion des flux et en conception intégrée de produit, appuyées sur une compétence transverse en systèmes d'information industriels et en méthodes d'optimisation, tant dans leur déclinaison finalisée que fondamentale.

Le laboratoire est sous la tutelle du CNRS, de Grenoble-INP et de l'Université Grenoble Alpes (UGA). Il est organisé en 6 équipes dont les équipes Recherche Opérationnelle pour les Systèmes de Production (ROSP) et Optimisation Combinatoire (OC). Les membres du laboratoire ont un rattachement principal dans une équipe et peuvent avoir un rattachement secondaire dans une autre.

### Le laboratoire en 10 chiffres

- ~ 60 permanents (enseignants-)chercheurs
- ~ 15 permanents techniques ou administratifs
- ~ 15 à 20 collaborateurs temporaires
- ~ 65 doctorants
- ~ 50 stagiaires par an
- ~ 60 articles internationaux par an
- ~ 70 actes de conférences par an
- ~ 15 à 20 thèses et HDR soutenues par an
- ~ 7,2 millions d'euros de budget consolidé annuel
- ~ 1,8 millions d'euros de contrats par an

## 2 ROSP : des cantines aux étoiles

Les travaux de l'équipe ROSP portent sur l'aide à la prise de décisions pour optimiser les performances des systèmes de production de biens et de services que ce soit en phase de conception ou d'exploitation. Le projet de l'équipe s'articule en quatre axes. Les trois premiers concernent la logistique à différents niveaux : industrielle (supply chain), de proximité (logistique urbaine et mobilité) ou dans l'atelier (ordonnancement). Il s'agit d'étudier les spécificités de ces problématiques, et c'est pourquoi nous avons choisi de les structurer en fonction de leur extension géographique. Pour la **logistique industrielle**, l'enjeu scientifique se situe à l'interface entre l'organisation interne de l'entreprise et les relations avec les fournisseurs et les clients. La **logistique urbaine et mobilité** s'est développée ces dernières années dans l'équipe lorsque l'évolution des modes de consommation et de transport et des enjeux sociétaux comme le vieillissement de la population ou la pollution ont fait émerger de nouvelles problématiques de recherche en optimisation. L'**ordonnancement** est un thème de recherche historique de l'équipe pour lequel elle a une reconnaissance internationale et une compétence qu'elle souhaite continuer à développer.

Le quatrième axe est transversal aux trois premiers et concerne le développement et l'intégration d'**outils de la Recherche Opérationnelle** ceci afin d'analyser l'apport d'une optimisation de qualité dans des éléments précis des systèmes étudiés tout en développant de nouveaux outils génériques ou ad-hoc pour ces problèmes considérées.



Le titre de cette section illustre deux projets de recherche de l'équipe. Les cantines sont celles des établissements scolaires du département. En effet, un projet de recherche a été réalisé avec le conseil départemental de l'Isère, pour mener une série de travaux sur l'optimisation de réseaux logistiques de distribution en circuits courts des produits agricoles pour l'approvisionnement des établissements scolaires et de la restauration hors domicile. Les étoiles ont également dans notre équipe un fort enjeu stratégique et économique et de belles problématiques de recherche : Il s'agit d'ordonnancer des cibles sur un télescope (ici le VLT au Chili). La concurrence internationale entre les équipes d'astrophysiciens est très forte, les coûts d'utilisation de la ressource sont très importants, et pour ne rien gâcher, les problèmes ont de belles structures combinatoires.

Pour conclure cette section, nous présentons les membres et les collaborations de l'équipe. Parce qu'une image vaut bien les 36 mots qu'il me faudrait pour vous donner leurs noms, voici les membres permanents principaux de l'équipe. Saurez-vous retrouver leurs noms et prénoms (des indices sur [rosp.g-scop.fr](http://rosp.g-scop.fr)) ?



Et même s'ils sont secondaires (parce que principaux ailleurs), ils n'en sont pas moins importants :



sans oublier les 14 doctorants au 1er janvier 2016 : Nico-

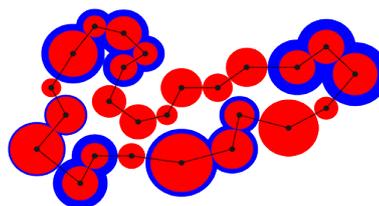
las Brulard, Gautier Daras, Kean Dequeant, Neghabadi Parisa Dolati, Natalia Duarte Ferrin, Sylvain Ducomman, Ahmed Gara-Ali, Grigori German, Muhammad-khoirul-khakim Habibi, Hugo Joudrier, Wouter Lefever, Emna Mihri, Widad Naji, Florence Thiard.

L'équipe entretient de nombreuses relations industrielles dans le cadre de contrats bilatéraux (A-Systems, Le Bon Côté des Choses, Les fermes de Gally, Geoconcept, Renault, etc.) et les collectivités locales (Région Rhône-Alpes, département de l'Isère, Grenoble-Alpes Métropole). Elle a également de nombreuses collaborations internationales concrétisées par des publications communes (Angleterre, Belgique, Canada, Hong Kong, Maroc, Pologne, etc.).

### 3 OC : la tête dans les graphes

L'Optimisation Combinatoire (OC) consiste à trouver un "meilleur" choix parmi un ensemble fini (souvent très grand) de possibilités. L'exploitation des propriétés structurelles du problème ("bonnes" caractérisations, décompositions, etc.) permettent de concevoir des algorithmes efficaces (exacts ou approchés) ou alors montrent que de tels algorithmes n'existent pas. Les thèmes structurants de l'équipe sont

- **Théorie structurelle des graphes** : Résolution de problèmes de coloration, de stabilité, de couplage, de connexité, dans les classes de graphes, par l'étude de leurs propriétés structurelles ;
- **Complexité, optimisation et approximation** : Recherche de théorèmes de bonne caractérisation et d'algorithmes efficaces (exacts ou d'approximation), en combinant des idées nouvelles avec des méthodes classiques : couplage, matroïdes, programmation linéaire ;
- **Méthodes géométriques** : Exploration des liens forts entre l'optimisation combinatoire et géométrie via notamment la programmation linéaire ou le plongement de graphes sur des surfaces.



Pendant les quatre dernières années cette équipe a confirmé sa place reconnue au niveau international en optimisation combinatoire et en théorie des graphes structurelle. Elle a élargi son spectre avec des résultats en combinatoire extrême, des résultats significatifs sur l'énumération d'objets combinatoires importants, et plus récemment des algorithmes d'approximation, et des résultats de géométrie et topologie algorithmique, nouveaux thèmes centraux dont elle entend poursuivre l'étude.

La liste des membres de l'équipe OC est donnée ci-dessous. Si vous voulez leur photos, elles sont sur [oc.g-scop.fr](http://oc.g-scop.fr).

- Wojciech Bienia
- Olivier Briant
- Michel Burlet
- Louis Esperet

- Benjamin Lévêque
- Frédéric Maffray
- Denis Naddef
- Alantha Newman
- Myriam Preissmann
- András Sebő
- Gautier Stauffer
- Matěj Stehlík
- Zoltán Szigeti

plus 8 doctorants au premier janvier 2016 (Andrea Munaro, Vincent Despré, Rémi de Joannis de Verclos, Laetitia Lemoine, Quentin Fortier, Lucas Pastor) et en secondaire : Nadia Brauner, Vincent Jost et Nicolas Catusse.

L'équipe entretient des collaborations industrielles avec A-Systems (agro-alimentaire), Amadeus (domaine aérien) et Mentor Graphics (automatisation de la conception électronique) et a de nombreuses collaborations internationales : Allemagne, Algérie, Argentine, Belgique, Canada, Brésil, Chili, Danemark, États-Unis, Hongrie, Israël, Italie, Japon, Maroc, République Tchèque, Royaume-Uni, Suisse, Taïwan.

Plusieurs membres de l'équipe participent au projet GALOIS sur les méthodes géométriques en combinatoire et les algorithmes combinatoires en géométrie du Labex Persyval. Ce Labex fédère 800 chercheurs et enseignants-chercheurs de 10 laboratoires grenoblois relevant de quatre domaines : l'informatique, le traitement du signal, l'automatique et les mathématiques.

## 4 Et les autres équipes...

Au laboratoire G-SCOP, mentionnons également l'équipe Gestion et Conduite des Systèmes de Production (GCSP) dont certains membres font de l'optimisation stochastique (Yannick Frein, Maria Di Mascolo, Jean-Philippe Gayon, Gülgün Alpan...).

À Grenoble, des chercheurs proches de la RO et OC qui ne sont pas dans ces équipes participent aux séminaires et aux formations décrits dans la suite de ce document. Mentionnons par exemple les équipes de Jérôme Malick au LJK (laboratoire de Mathématiques Appliquées), Denis Trystram au LIG (Laboratoire d'Informatique), Francis Lazarus au GIPSA (Image, Parole, Signal, Automatique) ou Sylvain Gravier à l'IF (Institut Fourier, laboratoire de mathématiques fondamentales).

## 5 Midi-ROSP et autres séminaires

Le jeudi est généralement dédié aux trois séminaires : le midi-ROSP, le séminaire de recherche opérationnelle et celui de mathématique discrètes.

Comme son nom l'indique, le midi-ROSP est un séminaire convivial et gastronomique où un membre de l'équipe présente un travail de recherche devant un auditoire attentif et équipé en pizzas.

Les deux autres séminaires sont plus classiques. Si souvent ce sont des invités extérieurs qui viennent présenter leur recherche, plusieurs créneaux sont réservés à des séminaires de recherche industrielle auxquels les étudiants de Master sont également conviés. Depuis octobre 2014, les invités industriels étaient par exemple Innovation 24, SunHydrO, Renault, Thales et Artelys.

## 6 ROCO and Co.

Grenoble a une longue histoire de formation d'étudiants en Recherche Opérationnelle avec un Master deuxième année qui date de 1972. Ce Master, ROCO pour Recherche Opérationnelle, Combinatoire et Optimisation ouvre cette année en anglais. Il est proposé comme un parcours au sein du Master Informatique et du Master Mathématiques et Applications et en double cursus pour les élèves de troisième année des écoles d'ingénieur Ensimag (Informatique et Mathématiques Appliquées), Grenoble INP-Génie Industriel et Polytech' Grenoble.

Signalons également le Master Génie Industriel (GI) avec un parcours logistique en première année et un parcours *Operation Management* en seconde année.



En dehors des parcours de Masters ROCO et GI, la RO et l'OC sont enseignées à Grenoble dans plusieurs Licences et Masters (Informatique, Mathématiques et Applications, Miage option Énergie) et écoles d'ingénieurs (Ensimag, Grenoble INP-Génie Industriel, Polytech' Grenoble).

## 7 En conclusion...

Si vous voulez en savoir plus :

- [rosp.g-scop.fr](http://rosp.g-scop.fr)
- [oc.g-scop.fr](http://oc.g-scop.fr)
- <http://www.univ-grenoble-alpes.fr>

Je remercie tous ceux qui ont contribué à la rédaction de ce document.

## Le congrès ROADEF 2016

par **Aziz Moukrim**

Le congrès annuel de la société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision (ROADEF) regroupe des universitaires et industriels issus de plusieurs pays. Le 17ème congrès (ROADEF2016) est organisé par l'équipe Réseaux & Optimisation du laboratoire Heudiasyc (UMR CNRS 7253, Heuristiques et diagnostic des systèmes complexes) et du laboratoire d'excellence MS2T (Maîtrise des systèmes de systèmes technologiques) de l'UTC (Université de Technologie de Compiègne).

Le congrès se déroulera du 10 au 12 février 2016 à Compiègne. Tous les thèmes de la Recherche Opérationnelle et de l'Aide à la Décision seront couverts par les conférences (optimisation combinatoire, logistique, simulation à événements discrets, etc.). Le congrès ambitionne de participer à la formation des jeunes chercheurs et de favoriser les échanges et les collaborations entre chercheurs académique et industriel de la discipline. Ce 17ème congrès de la ROADEF proposera un programme scientifique très riche avec cinq conférences plénières (Christian Artigues, Philippe Baptiste, Jacques Desrosiers, Martine Labbé, Laurent Perron), une présentation des dispositifs mis en place pour les appels à projets européens H2020, le prix jeune chercheur, l'assemblée générale de la ROADEF et la participation active du GDR-RO avec la programmation de six tutoriels (Jacques Carlier, Michel De Lara, Michel Habib, Jérôme Lang, Louis-Martin Rousseau, Denis Trystram).

Nous tenons également à saluer le comité scientifique qui a fait un travail remarquable avec 273 articles acceptés. Nous attendons plus de 400 personnes dont pas moins de 150 doctorants. Nous avons planifié 19 sessions invitées, trois tracks et une session spécifique "Pros de la RO" regroupant les 4 finalistes du prix du meilleur projet de Recherche Opérationnelle d'entreprise. De plus, comme à l'accoutumée, plusieurs sponsors institutionnels et industriels accompagneront le congrès (Heudiasyc, CNRS, UTC, Labex MS2T, Région Picardie, EURODECISION, PROLOGIA, OPRED, AIR LIQUIDE, COSYTEC, ENGIE, HEURISIS, IBM, QUINTIQ, INNOVATION24, AMADEUS, DECISION-BRAIN, A-SIS).

---

## ROADEF/EURO Challenge 2016

### *Inventory Routing Problem for Gas Distribution !*

par **Eric Bourreau, Vincent Jost, Safia Kedad-Sidhoum et David Savourey**

Le sujet a été présenté au cours du congrès EURO 2015 à Glasgow. Plus de 120 candidats de 16 pays sont actuellement inscrits, regroupés en 26 équipes seniors et 15 juniors. Une première phase de sprint (optionnelle) en novembre 2015 a été l'occasion pour les candidats de soumettre des fichiers solutions sur 11 instances proposées. Les résultats ont été publiés afin de permettre à l'ensemble des candidats de disposer de ces valeurs. Le gagnant est qualifié pour la

phase finale. Un grand bravo à Nicolas Catusse de l'ING Grenoble, gagnant du sprint, qui recevra le prix de 1000 euros lors de la conférence ROADEF 2016 à Compiègne. L'étape de qualification de la compétition s'est terminée le 12 Janvier 2016. La liste des équipes qualifiées ainsi qu'une mise-à-jour du sujet sera présentée le 10 Février lors de la conférence ROADEF 2016 à Compiègne. Toutes les informations sont accessibles et actualisées sur le site du challenge : <http://challenge.roadef.org>.

L'équipe challenge ROADEF : Eric Bourreau, Vincent Jost, Safia Kedad-Sidhoum, David Savourey.

L'équipe Challenge pour Air Liquide : Jean André, Rodrigue Fokouop, Michele Quattrone.

---

## Compte rendu de la 34ème JFRO

par **François Delbot, Mathieu Lacroix, Amélie Lambert, Thibaut Lust et Florian Sikora**

La 34ème édition des journées Franciliennes de Recherche Opérationnelle s'est déroulée le mercredi 23 septembre 2015 dans les locaux du Conservatoire National des Arts et Métiers (CNAM). Cette journée a été co-organisée avec l'Association Française pour l'Intelligence Artificielle (AFIA) représentée par Nicolas Maudet (Université Pierre et Marie Curie). Elle avait pour thème "Programmation par contraintes pour l'intelligence artificielle et la recherche opérationnelle". Elle a accueilli une trentaine de participants. Cinq orateurs, venant soit du domaine de la recherche opérationnelle, soit du domaine de l'intelligence artificielle, avaient accepté de présenter leurs travaux afin de montrer comment les techniques de la programmation par contraintes peuvent aider à résoudre des problèmes des deux domaines.

La journée a commencé par un tutoriel, donné par Thomas Schiex (INRA - Toulouse), présentant des méthodes de résolution de problèmes d'optimisation sur des modèles graphiques. Ces méthodes, telles que le "message passing" (MRF), les cohérences locales (CFN) ou la résolution et la propagation unitaire (SAT), ont été présentées d'une façon unifiée, et en particulier, l'orateur a montré qu'elles s'interprètent comme des résolutions approchées d'un programme linéaire spécifique.

Le premier exposé de l'après-midi a été donné par Hadrien Cambazard (Gscope - Grenoble), présentant la prise en charge dans les solveurs de programmation par contrainte d'une contrainte globale appelée "Nvalue global constraint", qui sert à restreindre le nombre de valeurs distinctes prises par un sous-ensemble de variables. Après avoir illustré des applications de cette contrainte, il a présenté un algorithme filtrant pouvant les traiter basé sur une relaxation lagrangienne. Le deuxième exposé donné par Jean-Guillaume FAGES (COSLING) présentait une introduction aux principales techniques de résolution de la programmation par contrainte, notamment concernant l'exploration de l'espace de recherche des solutions réalisables, dans le but de susciter de nouvelles contributions mêlant RO et IA. Il a également présenté des heuristiques génériques et hybrides avec des recherches locales, illustrées via des exemples basés

sur le solveur Choco. Le troisième exposé a été donné par Philippe Laborie (IBM) et présentait dans une première partie des extensions du solveur IBM Ilog CP qui permettent de capturer la dimension temporelle de problèmes d'ordonnement issus du domaine de l'industrie. Dans la deuxième partie de l'exposé, l'orateur a présenté les récentes simplifications pour la modélisation et la résolution sous IBM Ilog CP lors de son utilisation dans le cadre d'applications industrielles. Enfin, le dernier exposé a été donné par Ronan Bocquillon (Heudiasyc) et présentait une méthode pour le routage dans les architectures DTN (Delay-Tolerant Network) de réseaux hétérogènes où les chemins parcourant tout le réseau peuvent ne pas exister. Classiquement, dans un tel réseau, les données sont envoyées d'un nœud à l'autre, en fonction de leurs possibilités de communication, et stockées sur le réseau sans assurance de l'arrivée du message au nœud souhaité. Après avoir présenté une modélisation de ce problème, l'orateur a proposé une méthode de résolution basée sur la programmation par contrainte.

Les transparents des exposés de cette journée sont en ligne sur le site des JFRO : <http://jfro.roadef.org/>.

---

## Enigme : intersections

par **Daniel Porumbel**

On considère un réseau routier tel que trois routes se rencontrent à chaque intersection. Supposons qu'une voiture démarre d'une intersection A1 et roule le long de l'une des trois routes jusqu'à l'intersection suivante A2. Par la suite, elle tourne à droite et roule jusqu'à la prochaine intersection A3. Ensuite, elle tourne à gauche pour aller à la prochaine intersection, et ainsi de suite, en tournant à droite et à gauche en alternance. Après un certain temps, le conducteur réalise qu'il s'est perdu dans le réseau. Est-ce qu'il est sûr de revenir à A1 s'il continue de faire les mêmes mouvements ?

Source : A. Engel, Problem-solving strategies for math olympiads, 1998.

*Solution des énigmes du bulletin n° 34 :*

**Damnés pions !** : supposons que l'on puisse obtenir le grand carré 2x2 à partir de la position initiale petit carré 1x1. Alors, en exécutant les opérations inverses, on pourrait obtenir, à partir de la position initiale petit carré 1x1, un encore plus petit carré  $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ . C'est clairement impossible car chaque opération laisse les pions sur les points du quadrillage induit par la position initiale.

**Une seule fois** : compte-tenu des règles de déplacement, tout trajet passant par une case d'angle doit passer immédiatement avant ou immédiatement après par la case centrale du plateau de jeu. En supposant le cas favorable où le trajet débute sur une case d'angle et se termine sur une autre case d'angle, il reste encore deux cases d'angle à visiter. La seule manière de ne pas passer deux fois par la case centrale pour visiter ces deux cases d'angle, c'est que celle-ci soit visitée immédiatement après la première et immédiatement avant la seconde. Mais cela implique deux déplacements consécutifs en diagonale. Il n'existe donc pas de trajet de la Foutourfou passant une et une seule fois par chaque case et respectant les règles de déplacement.

## Vie du GdR RO

par **Alain Quilliot**

### 1 GDR RO Bilan 2015, Perspectives 2016

**Bilan 2015** : Le GDR R.O a connu une année 2015 assez dense. On peut citer la mise en route, au sein du Pôle Fondements/Méthodes Optimisation Combinatoire/Continue, d'un groupe de travail R.O et Contraintes (Marie-José HUGUET, Xavier LORCA, Christian ARTIGUES, Arnaud MALAPERT), vecteur potentiel pour une articulation entre le GDR R.O et les communautés de l'Intelligence Artificielle. Le GDR a aussi contribué à la labellisation du Projet Européen H2020 RISE Marie CURIE GEOSAFE : le GDR R.O y est l'interlocuteur français, fédérant sur ce projet de type "Réseau d'Excellence", les participations de plusieurs laboratoires, sur la planification réactive en situation de catastrophe naturelle.

Au plan de la communication, 2015 aura vu la refonte du site du GDR RO ([gdrro.lip6.fr](http://gdrro.lip6.fr)), articulation du site GDR avec les sites des GT, basculement des listes de diffusion sur les listes-services du CNRS ([gdrro@services.cnrs.fr](mailto:gdrro@services.cnrs.fr)).

Cette année 2015, le GDR a directement organisé :

- une *demi-journée GDR R.O* lors du Congrès ROADEF à MARSEILLE le 26 Février 2015 comportant une AG du GDR (45 mn) et 6 tutoriels d'une heure : Mourad BAIYOU "Game Concept in Combinatorial Optimization"; Vangelis PASCHOS "Approximation ... Approximations"; Dominique FEILLET et Roberto WOLFER-CALVO "Modèles Stratégiques et Opérationnels en Logistique Urbaine"; Yan KERGO SIEN et Thierry GARAIX "RO et AD en Santé"; Christophe GONZALES "Modèles Graphiques pour la Décision"; Laurent GOURVES "Quelques défis en théorie algorithmique des jeux". La demi-journée était organisée sur 2 sessions en parallèle avec plus de 60 participants à chaque session.
- la première *école d'été du GDR-RO* à METZ du 2 au 5 septembre, pilotée par les GT AGAPE, GOTHA et POC, sur les problématiques de "Algorithmique à Garantie de Performance", "Polyèdres et Optimisation Combinatoire", "Ordonnancement et Applications"; avec une présence d'environ 35 participants.
- une *journée Industrielle* le 12 novembre, à l'IHP à Paris, en partenariat avec le GDR MOA (Institut de Mathématiques), avec notamment 7 intervenants Industriels : René AID (EDF), Sofia ZAROUAR (XEROX), Benoit ROTEMBOURG (EURODECISION), Francis SOURD (SUN MR), Dmitri PAPADIMITRIOU (BELL LABS), Adam OUOROU (ORANGE), E.PANCIATACI (RTF) et la présence de plus de 100 participants

Le GDR a également contribué à l'organisation, d'un nombre important d'autres manifestations, parmi lesquelles : ROADEF 2015 en février à MARSEILLE; l'école jeunes chercheurs POC et les journées JPOC en juin au HAVRE; le colloque ALGOTEL en juin à Beaunes; la COST Summer School Fair Division (associé au groupe TADJ) en juillet à Grenoble; les journées PGMO (EDF/Institut HADAMARD) en octobre à l'ENSTA ParisTech; et l'atelier Evaluation de Performances, en mars 2016 au LAAS à TOULOUSE. Le GDR a également soutenu la Conférence internationale 11th Metaheuristics International Conference MIC'2015 en juin 2015 à Agadir (Maroc), présidée par E.-G. Talbi avec la présence de 135 participants (co-organisée par le Groupe META (commun GDR RO et MACS)).

Outre l'organisation de l'Ecole d'Eté de METZ, la tenue des tutoriels ROADEF et le soutien aux écoles Jeunes Chercheurs organisées par le groupe POC, le GDR a mis en place des bourses de Mobilité Doctorant/Jeune Chercheur (Responsable Lucie GALAND). En 2015, il a ainsi alloué 2800 Euros au titre de ces opérations de soutien à la mobilité des jeunes, plus spécifiquement pour

- une doctorante du LAAS-CNRS, dirigée par C. Artigues et P. Lopez, pour 5 semaines à l'Institut de Recherche en Informatique de Budapest sur l'ordonnancement à contraintes énergétiques;
- un doctorant du LAMSADE, dirigée par V. Gabrel et F. Furini, pour 1 mois à l'Université de Bologne sur la coloration de sommets avec dates d'échéance;
- une doctorante du LIG2A de l'Université d'Artois, dirigée par F. Pichon, E. Lefevre, et D. Porumbel, pour une mobilité nationale sur les tournées de véhicules sous incertitude;
- une doctorante de LIA de l'université d'Avignon, dirigée par P. Michelon, C. Genre-Grandpierre et S. Gueye, pour 3 mois à IBM Research sur l'optimisation de la densité urbaine durable;
- un doctorant de l'université de Valenciennes et du Hainaut Cambrésis, dirigée par A. Artiba et I. Bilegan, pour 5 mois à l'UQAM sur les systèmes réactifs de transport intermodal de marchandises;
- un doctorant du LIRMM, encadré par Rodolphe Giroudeau, pour un travail à l'étranger sur des problèmes d'ordonnancement avec contraintes énergétiques.

**Reconduction pour 4 ans** : Au bout du compte, 2015 aura aussi été, fait majeur, l'année de la reconduction du GDR par le CNRS, pour une durée de 4 ans.

**Perspectives 2016** : Au plan des perspectives 2016, le GDR se propose de poursuivre sa réflexion sur la couverture des d'autres enjeux de la RO par d'éventuels nouveaux groupes de travail : entre autres sur les sujets suivants : SAT, Energy Management, Tarification/Revenue Management, Robustesse/Gestion Incertitudes, couplage Optimisation et Simulation,... et de soutenir de façon volontariste le développement du pôle Décision. La prochaine école Thématique du GDR devrait être ainsi se tenir à Grenoble et être ciblée sur les Problématiques Stochastique/Décision.

Le travail aux interfaces avec d'autres GDR se poursuivra, avec, si possible, un partenariat avec le GDR MADICS pour la prochaine Journée Industrielle, sur Décision et Big Data et avec le "pré-GDR" Algorithmique de l'IA autour de SAT et des Contraintes. La demi-journée GDR RO dans le Congrès ROADEF sera maintenue en Février 2016 à COMPIEGNE (tutoriels prévus de L.M.ROUSSEAU, J.CARLIER, M.HABIB, M.DE LARA, J.LANG, D.TRYSTRAM), ainsi que le dispositif d'aide à la mobilité des Jeunes Chercheurs et doctorants. Sera entamée une réflexion sur l'international, avec en toile de fond une possible démarche GD RI. Enfin, 2016 sera l'année de l'organisation par le groupe POC de ISCO 2016 et de la Spring School d'ISCO 2016, entre le 16 et 20 mai 2016 à Vietri sur Mer (Salerno), Italie.

## 2 Présentation du Groupe de Travail : Optimisation dans les réseaux

Le groupe de travail Optimisation dans les Réseaux est rattaché au Groupe de Recherche RO du CNRS et au groupe de travail européen ENOG de la Société européenne de recherche Opérationnelle EURO, ainsi qu'à la Société Française de Recherche Opérationnelle et Aide à la Décision (ROADEF).

La vocation du groupe est d'offrir des opportunités d'échanges entre chercheurs débutants et confirmés, académiques et industriels, autour de thèmes liés à l'optimisation dans les réseaux sous toutes ses formes et dans tous les domaines d'application : énergie, logistique, transport, télécommunications...

Les réseaux structurent des problèmes souvent difficiles qui apparaissent dans de nombreux domaines, et nécessitent généralement l'appel à la théorie des graphes autant qu'aux divers domaines de l'optimisation : continue, discrète, linéaire et non linéaire, déterministe comme stochastique, exacte ou approchée, online et offline. L'ambition du groupe Optimisation dans les Réseaux est de permettre aux chercheurs de comparer leurs approches et d'avancer dans la compréhension de ces problèmes.

Nous visons notamment à :

- développer les échanges sur les problématiques d'optimisation de réseau entre chercheurs industriels et académiques ;
- attirer la communauté scientifiques sur les sujets industriels importants ;
- valoriser les problématiques, le savoir-faire, les équipes, les individus, les entreprises ;
- identifier les problématiques communes entre secteurs d'activité ;
- faciliter les transferts technologiques entre secteurs, du monde scientifique vers les applications industrielles ;
- favoriser l'émergence de partenariats et d'actions collaboratives : établir des jeux de données de référence, proposer des benchmarks, valider rigoureusement les méthodologies, mettre en place des typologies de problèmes, ...

Depuis 2006, sous l'égide du groupe, neuf journées d'automne et quatre journées de printemps ont été organisées de façon alternative dans des entreprises (Orange, SNCF, Engie, Euro Decisions,...) et dans des grandes écoles et universités (UPMC, Paris 1, Dauphine, Ponts et Chaussées, ...). Ces journées ont réuni à chaque fois une soixantaine de participants venus de horizons aussi bien académique que industriel. Les thématiques abordées dans ces journées couvrent à la fois les applications industrielles et de la méthodologie de l'optimisation comme optimisation dans les réseaux de télécommunications ; réseaux de gaz ; réseaux ferrés ; réseaux de transport ; réseaux sociaux ; programmation linéaire et non-linéaire en nombre entiers mixtes ; optimisation bi-niveau, robuste, stochastique, ...

Ces journées témoignent notre préoccupation de représenter le plus largement possible les aspects de l'optimisation dans les réseaux.

Avec le soutien du GDR RO, nous souhaitons dans les prochaines années maintenir cette plate-forme d'échanges sur les thématiques de l'optimisation dans les réseaux avec une ouverture sur l'organisation de journées en provinces. Une journée sera organisée en ce sens à INSA de Rouen au printemps 2016.

### Animateurs :

Walid Ben Ameer, Telecom Sud Paris  
David de Almeida, SNCF  
Eric Gourdin, Orange Labs R&D  
Arnaud Knippel, INSA Rouen  
Viet Hung Nguyen, LIP6 Université Pierre et Marie Curie  
Slawomir Pietrasz, Engie  
Sonia Vanier, SAMM - Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne

## 3 Présentation du Groupe de Travail : Optimisation des Systèmes Intégrés

La vocation du Groupe de Travail Optimisation des Systèmes Intégrés (GT OSI) est d'encourager le partage et l'échange de travaux entre chercheurs travaillant à la frontière des Systèmes Intégrés et de la Recherche Opérationnelle. En effet, la conception et la production de systèmes intégrés posent de nombreux problèmes d'optimisation combinatoire difficiles avec souvent des instances de très grandes tailles à traiter sous la contrainte d'un temps limité.

Plusieurs réunions et séances de travail ont eu lieu dans le passé entre 2010 et 2012. Elles ont permis d'identifier les chercheurs français concernés par les problématiques de conception de circuits et de fabrication des semi-conducteurs, qu'il s'agisse d'électroniciens dont les problèmes pourraient être traités à l'aide de la Recherche Opérationnelle, ou bien de chercheurs en RO abordant des problèmes relatifs à la conception de circuits et à leur fabrication. En 2012, le GT OSI a officiellement été créé et soutenu par le GDR RO.

Les membres du GT appartiennent à plusieurs laboratoires et institutions de recherche (CEA, CMP, G-SCOP, Lab-STICC, LCIS, LERIA, LIP6, LIRMM, TIMA). Le GT a également des interactions avec les membres du GDR SoC-SiP qui sont régulièrement invités et participent aux journées organisées par le GT OSI avec un soutien financier pour l'organisation des événements.

Le GT vise aussi à favoriser des interactions avec les partenaires industriels du domaine. Les membres du GT ont collaboré avec plusieurs industriels parmi lesquels : OASIC Design Automation, DeFacTo Technologies, Kalray, ST Microelectronics et Mentor Graphics. Une des ambitions du GT est de fédérer la communauté des chercheurs et industriels dans le domaine de l'optimisation pour les systèmes intégrés au sens large.

Pour coordonner les forces de ces chercheurs répartis partout en France, nous organisons deux journées de travail par an dans différents lieux géographiques. En 2015, nous avons organisé une première journée en juin au CEA LIST LCE à Paris Saclay. Cette journée a porté sur les problématiques d'optimisation rencontrées lors de la conception des

systèmes intégrés avec 6 présentations et 19 participants. La deuxième journée a eu lieu en octobre 2015 au CMP à Gardanne (École des Mines de Saint-Étienne). Cette journée était orientée sur les problématiques d'optimisation pour la fabrication des systèmes intégrés avec 4 présentations et 17 participants. Nous avons également organisé une session spéciale (*Applications of OR in electronic design*) à la conférence EURO 2015 à Glasgow avec 4 présentations, dont 2 industrielles et 2 académiques. La prochaine réunion devrait se tenir à l'UPMC en juin 2016 à Paris.

Enfin, outre la liste de diffusion (ro-conception-micro-electronique@lirmm.fr), une page web a été mise en place ([www.lirmm.fr/gt-osi](http://www.lirmm.fr/gt-osi)), n'hésitez pas à visiter notre page pour plus d'informations sur le GT OSI, vous pourrez ainsi vous inscrire sur la liste afin d'être informé de nos activités.

**Animateurs :**

Lilia Zaourar, CEA LIST LCE, Paris Saclay (responsable)  
André Rossi, LERIA Université d'Angers  
Yann Kieffer, LCIS Grenoble-INP



**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 :** A partir du prochain numéro, le texte soumis pour parution dans le bulletin doit être fourni à Anna Robert (vpresident1@roadef.org), préférablement sous forme de document latex.

**Comité de rédaction :** L. Alfandari, L. Brotcorne, S. Elloumi, F. Gardi, N. Jozefowicz, C. Rapine, O. Spanjaard.

**Composition du Bulletin :** O. Spanjaard.

Ce numéro a été tiré à **342** exemplaires. Les bulletins sont disponibles sur le site de la ROADEF.