

# Le bulletin

Semestriel



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

Édition Printemps - Été 2013  
Numéro 30 - juillet 2013

Le mot du bureau

Article invité : F. Clautiaux

Découpe et placement : du laboratoire aux applications industrielles

Article invité : C. Doerr

How Mastermind Helps us Understand Randomized Search Heuristics

Vie de l'association :

Bilan de la conférence ROADEF 2013

Challenge ROADEF

Vie des groupes de travail ROADEF

Comptes-rendus de manifestations

Manifestations à venir et annonces

Les énigmes de la RO

Rejoindre la ROADEF

Éditeur.....Nadia Brauner, Laboratoire G-SCOP, 46 av. Félix Viallet, 38031 Grenoble Cedex

Siège social.....Institut Henri Poincaré, 11, rue Pierre et Marie Curie, 75231 Paris Cedex 05

Publication.....Olivier Spanjaard, LIP6 - UPMC, 4 Place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05

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

Langues officielles.....Français et anglais



## Le mot du bureau

Chers amis de la ROADEF, Chers collègues,

La vie de notre association lors du premier semestre 2013 aura été en particulier rythmée par deux événements rassemblant de nombreux acteurs de la RO-AD, l'un traditionnel et l'autre qui était une première. Il s'agit d'une part de notre congrès annuel (le quatorzième !), qui s'est déroulé à Troyes du 13 au 15 février, d'autre part de la soirée débat-table ronde "La Recherche Opérationnelle, clé de la performance des entreprises ?", organisée par la ROADEF le 18 avril dernier à l'Université Paris Dauphine.

Le congrès annuel a rassemblé environ 500 participants, qui ont pu choisir parmi 79 sessions, pour 346 communications acceptées en tout. Un grand merci à toute l'équipe d'organisation ! Le congrès annuel reste et restera un événement majeur dans la vie de la ROADEF. Il aura lieu en 2014 à Bordeaux.

La soirée débat-table ronde a rassemblé 180 présents, pour un auditoire composé d'industriels, de directeurs fonctionnels, de dirigeants d'entreprise à 85% (grands groupes et PME) et de 15% d'académiques. Parmi les thèmes abordés : les raisons de la mise en place d'un projet RO, sa mesure de performance, son impact pour l'organisation, la prise en compte de l'incertitude, RO et Systèmes d'Information, enseignement RO et recherche, facteurs de développement de la RO. La soirée s'est avérée un franc succès, et ce type d'événement sera renouvelé !

Dans ce numéro du bulletin, vous trouverez un article invité de F. Clautiaux (qui a remporté un accessit lors de l'édition 2012 du prix Robert Faure), qui réalise un bref historique des problèmes de cutting/packing avec quelques problématiques théoriques et industrielles. Le second article de C. Doerr souligne les liens qui existent entre l'étude des heuristiques randomisées et le nombre de requêtes nécessaires pour trouver le code au Mastermind (ou des variantes).

Je remercie chaleureusement tous les contributeurs de ce bulletin, qui ont rendu possible sa publication.

Bon été à tous,

Olivier Spanjaard (responsable du bulletin)

---

### Contactez le bureau

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

- [president@roadef.org](mailto:president@roadef.org) : Nadia Brauner
- [secretaire@roadef.org](mailto:secretaire@roadef.org) : Dominique Feillet
- [tresorier@roadef.org](mailto:tresorier@roadef.org) : Frédéric Gardi
- [vpresident1@roadef.org](mailto:vpresident1@roadef.org) : Olivier Spanjaard (le bulletin)
- [vpresident2@roadef.org](mailto:vpresident2@roadef.org) : Nathalie Sauer (le site web)
- [vpresident3@roadef.org](mailto:vpresident3@roadef.org) : Luce Brotcorne (4'OR et relations internationales)
- Chargé de mission pour la promotion de la RO/AD : Laurent Alfandari

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

### Rappel : la composition du bureau change à partir de janvier prochain

- Président : Frédéric Gardi
- Secrétaire : Sourour Elloumi
- Trésorier : Nicolas Jozefowicz
- Vice-président 1 (bulletin) : Olivier Spanjaard
- Vice-président 2 (site web) : Christophe Rapine
- Vice-président 3 (4'OR et relations internationales) : Luce Brotcorne
- Chargé de mission pour la promotion de la RO/AD : Laurent Alfandari



## Article invité

---

# Découpe et placement : du laboratoire aux applications industrielles

François Clautiaux<sup>1</sup>

francois.clautiaux@math.univ-bordeaux1.fr

## 1 Découpe et placement

La problématique de découpe et de placement (*cutting&packing*) est apparue dès les débuts de la recherche opérationnelle et l'intérêt pour ces problèmes ne s'est jamais démenti. On constate actuellement un fort intérêt pour certaines classes de problèmes de placement multi-dimensionnels qui apparaissent en *cloud-computing* (Cf. Challenge ROADEF/EURO 2011-2012 [4]). Les problèmes de découpe et de conditionnement font notamment l'objet du groupe de travail EURO ESICUP depuis 1988.

Les problèmes de découpe et de placement sont très diversifiés, mais on en commun cette structure : on cherche à extraire (découper ou placer) un ensemble d'articles à partir de grands objets tout en respectant une contrainte géométrique.

Les problèmes de découpe/placement les plus connus sont ceux de *bin-packing* et de *sac à dos*. Dans le premier type de problème, on cherche à minimiser le nombre de containers utilisés pour ranger tous les articles. Dans le second, étant donné un ensemble de containers fixé, on cherche à maximiser le profit total des articles sélectionnés. La grande majorité des problèmes de découpe et placement consistent à optimiser l'un de ces deux critères, mais on peut trouver d'autres fonctions objectif qui introduisent par exemple des coûts de sélection ou de configuration des containers.

Pour décrire de manière générique les problèmes de découpe et de conditionnement, nous reprenons ici la typologie développée par [22].

Les problèmes de découpe et de conditionnement ont en commun la structure suivante. La donnée est composée d'un ensemble de containers et d'un ensemble d'articles. On cherche à regrouper des articles en sous-ensembles, et à affecter chaque sous-ensemble à un container, puis à positionner les articles au sein des containers de telle manière qu'ils soient entièrement à l'intérieur de celui-ci, et qu'il n'y ait pas de chevauchement entre articles. Parmi les affectations/placements possibles, on en

cherche un qui optimise une certaine fonction objectif qui peut dépendre des containers et des articles sélectionnés, ou de la position des articles dans les containers.

On distingue donc cinq sous-problèmes :

1. sélection des containers
2. sélection des articles
3. regroupement des articles
4. affectation des groupes aux containers
5. placement des articles dans les containers en respectant les contraintes géométriques

Chacun des sous-problèmes est soumis à des contraintes propres à l'application. La très grande majorité des problèmes de placement sont NP-difficiles. Dans la plupart des problèmes classiques cependant, au moins un des cinq sous-problème est trivial à résoudre (en une dimension, par exemple, la contrainte géométrique est triviale une fois l'affectation réalisée).

Dans cet article de présentation, nous passerons sur le problème classique de sac à dos, qui mériterait à lui seul plusieurs articles de synthèse pour nous concentrer sur les problèmes type bin-packing. De même, nous nous limiterons exclusivement aux problèmes en une dimension et aux problèmes lesquels les containers et les articles sont "rectangulaires" (rectangles pour le 2D, parallélépipèdes rectangle pour le 3D).

Nous commençons par présenter les problèmes académiques, qui se concentrent principalement sur la contrainte géométrique, avant de nous intéresser aux problèmes industriels, qui incluent en général un grand nombre de contraintes additionnelles.

## 2 Problèmes académiques

### 2.1 Problèmes en une dimension

La structure "*simple*" du bin-packing en fait un problème très populaire pour mettre au point de nouvelles méthodes de résolution, et pour en étudier la structure. Dans la version standard, la seule

1. Université Bordeaux 1, IMB, Equipe projet INRIA REALOPT

contrainte est que la somme des tailles des articles dans chaque container soit plus petite que la taille du container.

Ce problème basique, mais difficile, a souvent été vu comme un objet de laboratoire sur lequel de nouvelles méthodologies sont testées. De nombreux résultats obtenus ou testés sur des problèmes de packing ont d'ailleurs souvent été généralisés par la suite à d'autres problèmes.

Un très grand nombre d'études théoriques ont eu pour objet l'analyse d'algorithmes gloutons pour le bin-packing, en particulier l'algorithme *first-fit* et ses extensions. Pour une étude complète des résultats d'approximation et d'algorithmes à garantie de performance, on pourra se référer à [10]. Ces travaux ont aussi porté sur l'analyse stochastique de ces algorithmes [9].

La variante du bin-packing appelée *cutting-stock* (où chaque article est répliqué un très grand nombre de fois) est un problème particulièrement étudié en programmation mathématique. Il a été une des premières applications industrielles à être résolues par un programme linéaire [13], et a été particulièrement utilisé pour valider des développements méthodologiques en lien avec les formulations mathématiques étendues. La méthode de résolution du cutting-stock basée sur la génération de colonnes a été proposée en 1961 par Gilmore et Gomory [11]. Le cuttings-stock a aussi été modélisé à l'aide de modèles pseudo-polynomiaux [19] et fait l'objet d'heuristiques duales (fonctions *dual-réalisables*, voir [5]). Ces modèles mathématiques parviennent aujourd'hui à résoudre de manière très efficace des instances industrielles comportant des centaines de types d'articles.

Chose surprenante, la première preuve formelle de l'appartenance de ce problème de cutting-stock à la classe NP n'a été fournie qu'en 2007 [18]. Ce résultat repose sur les propriétés de la formulation de [11].

## 2.2 Problèmes en plusieurs dimensions

Dans les problèmes multi-dimensionnels, on distingue ceux dont les dimensions sont décorrélées (typiquement le poids et le volume) et ceux dont les dimensions sont corrélées (placement en 2D, 3D).

Les problèmes à dimension non corrélées (on parle de vector packing) ont été remis à la mode grâce aux applications informatiques et notamment au problème de placement de processus sur des machines virtuelles. Les méthodes de programmation mathématique et les extensions de l'algorithme

first-fit permettent d'obtenir des résultats tout à fait satisfaisants.

Les problèmes en plusieurs dimensions corrélées sont plus complexes. Que l'on veuille minimiser la taille du container (strip-packing), le poids des articles entrés (container-loading), ou le nombre de containers (bin-packing multi-dimensionnel), le goulot d'étranglement est le problème de placement de rectangles dans un unique rectangle (et sa généralisation en trois dimensions). C'est dans la résolution de cette partie du problème que les algorithmes actuels passent le plus clair de leur temps. Lorsqu'on autorise la rotation des articles, la difficulté croît encore de manière très importante, en raison de la baisse de qualité des bornes duales [7].

Pour résoudre des problèmes de packing en plusieurs dimensions de manière efficace, les meilleures méthodes de la littérature utilisent les méta-heuristiques, la programmation mathématique et la programmation par contraintes (PPC). La première famille de méthodes est efficace pour résoudre des problèmes de grande taille (voir par exemple [14, 2]). La programmation par contraintes peut se révéler très efficace pour les problèmes de placement dans un container [6].

Ces problèmes multi-dimensionnels, avec les très nombreuses contraintes possibles, sont de très bons cas d'école pour la programmation par contraintes, que ce soit dans les algorithmes de résolution [1] ou dans la capacité à exprimer de nouvelles contraintes dans un langage dédié et à les intégrer dans les algorithmes génériques de résolution [15].

## 2.3 Deux problèmes ouverts

Nous présentons maintenant deux problèmes ouverts "classiques" dans le champ des problèmes de découpe et de placement.

### Pallet loading

Un des problèmes ouverts les plus simples dans ses données est le problème de chargement de palette en deux dimension (*pallet loading*). Ce problème s'énonce très simplement : étant donné cinq entiers  $(W, H, w, h, n)$ , est-il possible de placer  $n$  rectangles de taille  $w \times h$  dans un rectangle de taille  $W \times H$  si on autorise une rotation de 90 degrés des petits rectangles? On ignore à ce jour si ce problème appartient à la classe P, mais aussi s'il appartient à la classe NP. La taille du problème étant  $O(1)$ , prouver son appartenance à NP revient à prouver qu'une solution peut s'exprimer comme un nombre constant de configurations qui vont se répéter.

### Conjecture MIRUP

Une autre question théorique ayant fait l'objet de nombreuses recherches est la conjecture selon laquelle le modèle de [11] pour le cutting-stock aurait la propriété MIRUP (Modified Integer Round-Up), c'est à dire si  $LP$  représente la valeur de la relaxation continue du modèle et  $OPT$  la valeur optimale du modèle en nombres entiers,  $\lceil LP \rceil \geq OPT - 1$ . En pratique, trouver même des instances pour lesquelles  $\lceil LP \rceil = OPT - 1$  n'est pas chose aisée. De telles instances avec une taille raisonnable n'ont été trouvées que très récemment [3].

## 3 Des applications industrielles complexes

À l'inverse des problèmes académiques classiques dont la structure est très régulière, les problèmes pratiques de découpe et de placement sont souvent soumis à de très nombreuses contraintes difficiles à modéliser et à intégrer dans des modèles génériques. Il y a un écart très important de nos jours entre l'état de l'art théorique et les algorithmes implémentés en pratique dans les logiciels du commerce.

Lorsque l'on s'intéresse aux applications, il devient intéressant de différencier découpe et placement, qui diffèrent par le types de contraintes additionnelles rencontrées.

### 3.1 Problèmes pratiques de placement

Les problèmes de placement en trois dimensions peuvent se révéler très riches en terme de contraintes : équilibre, poids, empilage, fragilité, stabilité, conflits, pour ne citer que les plus communs. Beaucoup de ces contraintes s'expriment naturellement de manière non linéaire. Dès que l'on s'intéresse à l'aspect dynamique du problème, avec chargement et déchargement, les contraintes pratiques d'accessibilité sont rapidement très difficiles à exprimer mathématiquement, et donc à modéliser efficacement dans des algorithmes d'optimisation.

Dans le cadre du placement de containers en trois dimensions, une difficulté est de construire des solutions qui soient "acceptables" (compréhensibles et pratiquement réalisables) pour les opérateurs. Les méthodes classiques se ramènent souvent à la construction de structures simples, de l'empilement de plans réguliers à la concaténation itérative de "blocs".

Les approches réellement génériques sont peu nombreuses. On peut citer [15] pour une approche basée sur un langage de règles et la programmation par contraintes. Une autre approche remarquable est celle de [12]. Elle repose sur l'emploi d'heuristiques constructives très simples (*wall-building*), mais nécessite une mécanique algorithmique complexe pour être efficace.

### 3.2 Problèmes pratiques de découpe

Dans la découpe, on s'intéresse particulièrement aux problèmes avec coupes "*guillotine*" [21]. Ces coupes sont droites et s'appliquent d'un bord à l'autre des grands rectangles pour obtenir deux rectangles plus petits qui sont à nouveau découpés de manière récursive. Malgré sa structure combinatoire plus simple (un plan de découpe peut être représenté par un arbre), cette version du problème pose à l'heure actuelle des difficultés plus importantes que la version non contrainte, que ce soit pour les heuristiques [16] ou les méthodes exactes [8]. En revanche, quand on limite le nombre de coupes récursives possibles à deux ou trois niveaux (two, three-stage guillotine cutting), les modèles de programmation linéaire en nombres entiers permettent de résoudre le problème de manière très efficace [20].

Les problématiques évoluent légèrement en fonction du matériau découpé. Lorsque ce dernier est de faible coût (typiquement le papier), on cherche avant tout à minimiser les coûts de production. Ces coûts sont généralement dus à la configuration des machines lorsque l'on change de plan de découpe, ou au coût de stockage. En revanche, lorsque le matériau est coûteux (cuir, bois précieux, etc.), la priorité est donnée à la minimisation de la quantité de matière perdue, quelle que soit la difficulté de mise en œuvre du plan de production.

## 4 Recherches futures

Les problèmes mono-dimensionnels sont maintenant très bien traités dans la littérature et les algorithmes existants sont la plupart du temps suffisant pour résoudre les problèmes industriels sur des instances pratiques.

En revanche, dans le champ des problèmes de placement multi-dimensionnels, les méthodes exactes peuvent échouer à résoudre des problèmes de taille moyenne (à partir de 50 articles), même sans contraintes additionnelles. Les méta-heuristiques peuvent de leur côté avoir de grandes difficultés à trouver des solutions lorsque l'instance est très contrainte. Malgré les percées récentes, le

problème central de placement de rectangles dans un container unique reste difficile et mérite une attention particulière.

La gestion de l'incertitude dans les problèmes de placement a été très peu étudiée depuis les premiers travaux sur le sac à dos et le bin-packing stochastiques. En particulier, les aspects dynamiques liés aux activités itératives de chargement/déchargement (ou de stockage/picking dans les entrepôts) sont encore largement à étudier. On pense en particulier à la construction de solutions robustes et à la réoptimisation en ligne.

## Références

- [1] N. Beldiceanu, M. Carlsson, E. Poder, R. Sadek, C. Truchet. A Generic Geometrical Constraint Kernel in Space and Time for Handling Polymorphic k-Dimensional Objects. CP 2007, 180-194, 2007
- [2] A. Bortfeldt. A genetic algorithm for the two-dimensional strip packing problem with rectangular pieces. European Journal of Operational Research 172(3), 814-837, 2006
- [3] A. Caprara, J.C. Diaz Diaz, M. Dell'Amico, M. Iori, R. Rizzi. Friendly Bin Packing Instances without Integer Round-up Property. Technical report, DISMI, Università di Modena e Reggio Emilia 2012
- [4] Google ROADEF/EURO challenge 2011-2012 : Machine reassignment. <http://challenge.roadef.org/2012/en/subject2.php>
- [5] F. Clautiaux, C. Alves, J.M. Valério de Carvalho. A survey of dual-feasible functions for bin-packing problems. Annals of Operations Research , 179 (1), 317-342, 2009
- [6] F. Clautiaux, A. Jouglet, J. Carlier, A. Moukrim. A New Constraint Programming Approach for the Orthogonal Packing Problem. Computers and Operations Research, 35 (3), 944-959, 2008
- [7] F. Clautiaux, A. Jouglet, J. El Hayek. A new lower bound for the non-oriented two-dimensional bin-packing problem. Operations Research Letters, 35 (3), 365-373, 2007
- [8] F. Clautiaux, A. Jouglet, A. Moukrim. A new graph-theoretical model for the two-dimensional guillotine-cutting problems. to appear in INFORMS Journal on Computing, 2011
- [9] E.G. Coffman Jr., K. So, M. Hofro, A.C. Yao. A stochastic model of bin-packing. Information and Control 44 (2), 105-115, 1980
- [10] E.G. Coffman Jr., J. Csirik, G. Galambos, S. Martello, D. Vigo. Bin Packing Approximation Algorithms : Survey and Classification. in Handbook of Combinatorial Optimization, 2nd Edition (to appear 2011).
- [11] P. Gilmore, R. Gomory. A linear programming approach to the cutting stock problem (Part I). Operations Research 9, 849-859, 1961
- [12] J. Gromicho, G. Post, J. van Wolffelaar. A Flexible Framework for Pallet and Container Loading. 9th ESICUP Meeting, La Laguna, Spain, March 21-23, 2012
- [13] L.V. Kantorovich. Mathematical methods of organizing and planning production. Management Science, 6 : 363-422, 1960
- [14] A. Lodi, S. Martello, D. Vigo. Heuristic and Metaheuristic Approaches for a Class of Two-dimensional Bin packing problems. INFORMS Journal on Computing 11, 345-357, 1999
- [15] J. Martin. Un langage de modélisation à base de règles pour la programmation par contraintes. Thèse de doctorat, Université Pierre et Marie Curie, 2010
- [16] C.L. Mumford-Valenzuela, J. Vick, P.Y. Wang. Heuristics for large strip packing problems with guillotine patterns : an empirical study. in Metaheuristics, M.G.C. Resende, J.P. de Sousa, A. Viana editors, 501-522, 2004
- [17] J. Nelißen. New approaches to the pallet loading problem. Technical report, RWTH Aachen, 1993.
- [18] G. Shmonin. Parameterised Integer Programming, Integer Cones, and Related Problems. PhD. Thesis, Univ. of Paderborn, 2007
- [19] J. M. Valério de Carvalho. LP models for bin packing and cutting stock problems. European Journal of Operational Research 141(2) : 253-273 (2002)
- [20] F. Vanderbeck. A Nested Decomposition Approach to a Three-Stage, Two-Dimensional Cutting-Stock Problem. Management Science 47 (6) 864-879, 2001
- [21] P. Y. Wang. Two algorithms for constrained two dimensional cutting stock problems. Operation Research 31, 573-586, 1983
- [22] G. Wäscher, H. Haufner, H. Schumann. An improved typology of cutting and packing problems. European Journal of Operational Research 183(3), 1109-1130, 2007



# How Mastermind Helps us Understand Randomized Search Heuristics

Carola Doerr<sup>1</sup>

Carola.Doerr@mpi-inf.mpg.de

## 1 Introduction

Many real-world optimization challenges are not solvable by exact optimization techniques : they are often very large in size, need to be solved in very short time intervals, or available resources are sparse. In many industrial applications we therefore observe that optimization problems are solved, at least in parts, by heuristic approaches ; i.e., by algorithms that build on the principle of trial and error. One class of algorithms that seems particularly suited for a wide range of optimization problems are so-called *randomized search heuristics*. These are general-purpose algorithms that perform a stochastic search in order to find (or to approximate) an optimal solution. Two popular examples for randomized search heuristics are the Simulated Annealing algorithm and the class of evolutionary and genetic algorithms. Despite the fact that such heuristics are typically of a very simple structure, our understanding of when and why they show a good performance in classic optimization challenges is rather limited to date.

Theoretical investigations have in the last 20 years become one of the core research disciplines in the randomized search heuristics community. This work mostly leads to results for particular problems and particular heuristics. For a broader understanding of what are easy and difficult problems, a complexity theory similar to what exists in classical algorithmics would be highly desirable also for randomized search heuristics. Surprisingly, existing attempts to create such a complexity theory have an interesting game-theoretic aspect as well. We briefly highlight in this article that analyzing the so-called black-box complexity of the ONEMAX function class—a class often regarded to analyze how heuristics progress in easy parts of the search space—is the same as analyzing optimal winning strategies for a generalized version of the classic board game *Mastermind*.

## 2 Black-Box Complexity

The paradigm that randomized search heuristics should ideally be problem-independent implies that the only way such a heuristic can obtain problem-specific information is by evaluating solution candidates. The evaluation is done by an oracle that returns the objective value, but reveals no further information about the objective function. An algorithm that has no access to the objective function (and thus has no access to the optimization problem to be solved) other than by querying objective values from such an oracle, is called a *black-box algorithm*.

The *black-box complexity*, also known as *randomized query complexity*, of a class of functions  $\mathcal{F}$  is the minimum number of oracle calls (function evaluations) that such a black-box algorithm needs to find the optimum of an unknown function  $f \in \mathcal{F}$ . Naturally, this is a lower bound for the efficiency of any search heuristic.

Since the algorithms are “charged” only for function evaluations and not for intermediate computations, the black-box complexity of a class of functions can be very low. There exist, for example, NP-hard problems that have a small polynomial black-box complexity. To get more meaningful results, the class of black-box algorithms regarded is therefore often restricted to a smaller subset, e.g., the set of all black-box algorithms with restricted memory or the set of all such algorithms that sample their queries only from particular distributions.

## 3 Mastermind

Mastermind is a board game for two players. It has pegs of six different colors. The goal of the *codebreaker*, for brevity called *Paul* here, is to find a color combination made up by the *codemaker* (called *Carole* in the following). He does so by guessing color combinations and receiving information on how close this guess is to Carole’s secret code.

---

1. LIAFA, Université Paris Diderot - Paris 7, Case 7014, 75205 Paris Cedex 13 and Max Planck Institute for Informatics, Campus E1 4, 66123 Saarbrücken, Germany

Paul’s aim is to use as few guesses as possible. Mastermind was invented in the seventies by the Israeli telecommunication expert Mordechai Meirowitz. A typical run of the game is depicted below:



For a more precise description, let us call the colors 1 to 6. Carole’s secret code is a length-4 string of colors, that is, a  $z \in \{1, \dots, 6\}^4$ . In each iteration, Paul guesses a string  $x \in \{1, \dots, 6\}^4$  and Carole replies with a pair  $(\text{eq}(z, x), \pi(z, x))$  of numbers. The first number,  $\text{eq}(z, x)$ , usually indicated via black answer-pegs, is the number of positions in which Paul’s and Carole’s string coincide. The other number,  $\pi(z, x)$ , which is usually indicated by white answer-pegs, is the number of additional pegs having the right color, but being in the wrong position. Formally  $\text{eq}(z, x) := |\{i \mid z_i = x_i\}|$  and  $\pi(z, x) := \max_{\rho \in S_4} |\{i \in \{1, \dots, 4\} \mid z_i = x_{\rho(i)}\}| - \text{eq}(z, x)$ .<sup>2</sup> Paul “wins” the game if he guesses Carole’s string, that is, if Carole’s answer is  $(4, 0)$ .

We are interested in strategies for Paul that *guarantee* him to find the secret code with few questions. We thus adopt a worst-case view with respect to Carole’s secret code. This is equivalent to assuming that Carole may change her hidden string at any time as long as it remains consistent with all previous answers (*devil’s strategy*). Knuth [12] showed that Paul needs at most four queries until being able to identify Carole’s string—which he may query in the fifth iteration to win the game.

Besides the original 4-position 6-color Mastermind game, various versions with other numbers of positions or colors are commercially available—the European version, for example, has 8 different colors to choose from. The scientific community, naturally, often regards a generalized version with  $n$

positions and  $k$  colors. Quite often, also versions with only black answers-pegs are studied. That is, in the black-peg Mastermind game, Carole reveals only the numbers  $\text{eq}(z, x)$ , but not the white-peg answers  $\pi(z, x)$ . According to Chvátal [3], the generalized black-peg version was first suggested by Pierre Duchet. Chvátal presented, for a broad range of different  $k$ -values, asymptotically optimal winning strategies.

One interesting question left open in Chvátal’s article is the complexity of the best winning strategy for the game with  $k = n$  colors. He presented in his work a strategy that finds the secret code in  $O(n \log n)$  guesses. His bound was subsequently improved by Chen, Cunha, and Homer [2], Goodrich [10], and Jäger and Peczarski [11]. Their bounds are all of the same asymptotic order  $O(n \log n)$ . We could recently improve this bound by showing that an  $O(n \log \log n)$  winning strategy exists [5], and we also improve the best known bounds for the game with black and white answer-pegs. It remains a challenging open question to determine whether or not our bound is tight—the best known lower bound implies only that at least  $n$  guesses are needed to identify the secret code.

## 4 The Relation Between Mastermind and Black-Box Complexity

One of the test functions often regarded in the theory of randomized search heuristics is the so-called ONEMAX function. It simply counts the number of ones in a bit string, i.e.,  $\text{ONEMAX}(x) := \sum_{i=1}^n x_i$ . This function, obviously, is maximized for  $x = (1, \dots, 1)$ . Due to a coupon collector effect most randomized search heuristics need  $\Theta(n \log n)$  function evaluations to find this optimum. As mentioned above, the ONEMAX function is studied to understand how the search heuristics proceed in easy parts of the optimization problem at hand.

It does not make much sense to regard the black-box complexity of the ONEMAX function : as for every single function, it is one, as is certified by the algorithm that just queries the all-ones string in the first iteration. The above mentioned  $\Theta(n \log n)$  bound, however, applies also to the set of generalized ONEMAX functions  $\mathcal{F} := \{\text{OM}_z \mid z \in \{0, 1\}^n\}$ , where  $\text{OM}_z$  maps a binary string  $x$  to the number  $|\{i \in \{1, \dots, n\} \mid x_i = z_i\}|$  of positions in which  $x$  and  $z$  agree. Indeed, most popular search heuristics

2. We abbreviate here by  $S_4$  the set of all permutations on  $\{1, \dots, 4\}$ .

need  $O(n \log n)$  function evaluations to optimize an unknown function  $\text{OM}_z$ .

A moment of thought reveals that an optimal black-box algorithm for  $\mathcal{F}$  induces an optimal winning strategy for the Mastermind game with  $n$  positions and 2 colors, and vice versa. This 2-color Mastermind game has been studied intensively in the computer science literature, as it is closely related to the following coin weighing game : given a digital scale and  $n$  coins of two different weights, classify the  $n$  coins into the heavy and the light ones using as few weighings as possible. Erdős and Rényi [9] showed that this can be done in  $\Theta(n/\log n)$  weighings.<sup>3</sup> The strategy yielding this bound is quite simple : just weighing  $O(n/\log n)$  times a random subset of the coins reveal, after some expensive offline computation, the correct classification into light and heavy coins. While the offline computation in this strategy is most likely not polynomial in  $n$ , Bshouty [1] has recently given a polynomial-time strategy that solves the problem in the optimal  $O(n/\log n)$  guesses.

The result by Erdős and Rényi also shows that the black-box complexity of the 2-color Mastermind game is  $\Theta(n/\log n)$ . We therefore observe quite a gap between the black-box complexity of this game and the runtime of the typical randomized search heuristics. It is an interesting question to understand whether this gap is an artifact of a too generous definition of black-box algorithms, or whether simple general-purpose search heuristics exist that outperform the currently studied one. While it is not to be expected that a general-purpose heuristic competes with a problem-tailored algorithm, it still makes sense to look for the reasons for this discrepancy.

It was conjectured by Droste, Jansen, and Wegener [8] that the black-box complexity of 2-color Mastermind increases to  $\Omega(n \log n)$  when the class of algorithms regarded is restricted to those which have only a small constant size memory. This conjecture has been disproved in [7]. Even with the smallest possible memory size the black-box complexity of Mastermind with a constant number of colors is  $\Theta(n/\log n)$ . This shows that the bounded memory of search heuristics alone does not explain the gap between their performance and that of the best known black-box algorithms. Also other ideas, like testing whether the gap is caused by the fact that many search heuristics base their decisions only on relative, and not on absolute function values, have been proven to be incorrect, see [6].

3. Many other authors have proven the same result.

## 5 Learning from Black-Box Complexity

The best known black-box algorithms for both the Mastermind game with  $k = n$  colors as well as the one for  $k = 2$  colors greatly profit from guesses/queries that are inferior to the previous-best ones. For most randomized search heuristics this is not true: their approaches are often guided by the “survival of the fittest” paradigm and they therefore typically ignore inferior solutions.

Most recently, new genetic algorithms have been developed that are based on this idea [4] : in a first *mutation step*, the current-best solution is modified randomly. This often yields inferior solutions, in particular when the current-best solution is already quite close to the optimal solution. In a second step, the *crossover phase*, the best of these newly created solutions is recombined with the original “parent”. By choosing from the new and the old solution with adequate probability, the probability of creating a new solution that is better than all previous ones is fairly large, so that the overall running time of this algorithm is asymptotically better than  $n \log n$ . (It can be as small as linear in the number of positions  $n$ .)

Since every purely mutation-based black-box algorithm needs  $\Omega(n \log n)$  steps to solve the 2-color Mastermind game [13], the algorithm sketched above is the first example that the concept of crossover can be advantageous for guessing games like Mastermind. It is in fact one of the first examples that shows this superiority of crossover for a non-artificial problem.

## References

- [1] Nader H. Bshouty. Optimal algorithms for the coin weighing problem with a spring scale. In *Proc. of the 22nd Conference on Learning Theory (COLT'09)*. Omnipress, 2009.
- [2] Zhixiang Chen, Carlos Cunha, and Steven Homer. Finding a hidden code by asking questions. In *Proc. of the 2nd Annual International Conference on Computing and Combinatorics (COCOON'96)*, pages 50–55. Springer, 1996.
- [3] Vasek Chvátal. Mastermind. *Combinatorica*, 3 :325–329, 1983.
- [4] Benjamin Doerr, Carola Doerr, and Franziska Ebel. Lessons from the black-box : Fast crossover-based genetic algorithms. In *Proc. of the 15th Annual Genetic and Evolutionary*

- Computation Conference (GECCO'13)*. ACM, 2013. To appear.
- [5] Benjamin Doerr, Reto Spöhel, Henning Thomas, and Carola Winzen. Playing mastermind with many colors. In *Proceedings of the Twenty-Fourth Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA'13)*, pages 695–704. SIAM, 2013.
- [6] Benjamin Doerr and Carola Winzen. Towards a complexity theory of randomized search heuristics : Ranking-based black-box complexity. In *Proc. of the 6th International Computer Science Symposium in Russia (CSR'11)*, pages 15–28. Springer, 2011.
- [7] Benjamin Doerr and Carola Winzen. Playing Mastermind with constant-size memory. In *Proc. of the Symposium on Theoretical Aspects of Computer Science (STACS'12)*, pages 441–452. Schloss Dagstuhl - Leibniz-Zentrum fuer Informatik, 2012.
- [8] Stefan Droste, Thomas Jansen, and Ingo Wegener. Upper and lower bounds for randomized search heuristics in black-box optimization. *Theory of Computing Systems*, 39 :525–544, 2006.
- [9] Paul Erdős and Alfréd Rényi. On two problems of information theory. *Magyar Tudományos Akadémia Matematikai Kutató Intézet Közleményei*, 8 :229–243, 1963.
- [10] Michael T. Goodrich. On the algorithmic complexity of the Mastermind game with black-peg results. *Information Processing Letters*, 109 :675–678, 2009.
- [11] Gerold Jäger and Marcin Pecarski. The number of pessimistic guesses in generalized black-peg Mastermind. *Information Processing Letters*, 111 :933–940, 2011.
- [12] Donald E. Knuth. The computer as a master mind. *Journal of Recreational Mathematics*, 9 :1–5, 1977.
- [13] Per Kristian Lehre and Carsten Witt. Black-box search by unbiased variation. *Algorithmica*, 64 :623–642, 2012.

## Vie de l'association

---

### Conférence ROADEF 2013

communiqué par Alice Yalaoui

L'édition 2013 du congrès annuel de la ROADEF s'est déroulée les 13, 14 et 15 février à l'Université de Technologie de Troyes (<http://roadef2013.utt.fr/>). Cette édition 2013 a proposé aux 500 participants plusieurs dizaines de sessions autour de thématiques variées permettant de couvrir largement le domaine de la recherche opérationnelle et de l'aide à la décision. Dans le cadre des sessions plénières, Michel Gendreau a présenté un exposé intitulé "Les problèmes stochastiques de tournées de véhicules : un survol et quelques développements récents", Jacques Teghem a quant à lui développé "Quelques problèmes bi-critères d'ordonnancement de production" et Yves Crama a proposé un exposé sur les "Méthodes Booléennes en Recherche Opérationnelle". Suite à cette édition 2013 du congrès, un appel à soumission pour un numéro spécial de RAIRO OR a été lancé. De nombreuses soumissions ont déjà été enregistrées.

---

### ROADEF/EURO Challenge 2014 Trains don't vanish !

communiqué par Safia Kedad-Sidhoum

Le challenge ROADEF/EURO 2014 est lancé officiellement depuis le 1er Juillet. Le nom de l'entreprise a été dévoilé lors du congrès ROADEF 2013 à Troyes, il s'agit de la SNCF. Le sujet porte sur la gestion des rames sur les sites ferroviaires. Le sujet ainsi qu'une instance "jouet" ont été mis en ligne pour le lancement officiel à EURO/INFORMS 2013 à Rome (1-4 Juillet) marquant le début de la phase de qualification. Un jeu d'instances sera mis à disposition sur le site du challenge début Septembre 2013 ainsi qu'un programme de vérification des solutions. Les équipes participantes devront soumettre une première version du code, leurs résultats expérimentaux ainsi qu'une brève description (2 pages) de la méthode utilisée à la mi-Janvier 2014. A mi-parcours de la phase de qualification, un bonus sera octroyé aux équipes soumettant les meilleures solutions (sprint de préqualification). Les valeurs des solutions seront alors mises en ligne sur le site du challenge. Les résultats de la phase de qualification seront annoncés lors du congrès ROADEF 2014 à Bordeaux. Un second ensemble d'instances sera mis à disposition pour la phase finale fin Février 2014. La remise des documents et programmes finaux ainsi qu'une description étendue (5 pages) de la méthode mise en oeuvre est prévue pour début Juin 2014. L'annonce des résultats sur les instances qui seront restées inconnues des candidats et la cérémonie de remise des prix auront lieu en Juillet 2014 lors de la conférence IFORS 2014 à Barcelone. Concernant les prix, les lots sont de 15000 euros à répartir entre un nouveau prix de 1000 euros pour le vainqueur de la phase de qualification (dont une partie sera attribuée lors du sprint de préqualification) et 14000 euros pour les catégories junior et senior. Pour la catégorie junior, le prix s'élève à 7000 euros : 4000, 2000 et 1000 euros respectivement pour les 3 premiers finalistes. Le prix de la catégorie senior est de 7000 euros. La ROADEF et EURO proposent pour cette édition un prix d'excellence scientifique avec procédure d'arbitrage sur papier d'un montant de 2500 euros. Toutes les informations sont accessibles et actualisées sur le site du challenge : <http://challenge.roadef.org>.

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

## Vie des groupes de travail ROADEF

---

Compte rendu des activités du groupe

### JFRO : Journées Franciliennes de Recherche Opérationnelle

communiqué par Nicolas Thibault et Cédric Bentz

#### Compte-Rendu de la 28<sup>ème</sup> journée JFRO

La 28<sup>ème</sup> édition des Journées Franciliennes de Recherche Opérationnelle s'est déroulée le jeudi 21 mars 2013 à l'Université Paris 6 (Pierre et Marie Curie). Cette journée avait pour thème "Problèmes de lot-sizing", et a accueilli entre trente et quarante participants. Sont intervenus au cours de cette journée :

- Stéphane Dauzère Pérès (CMP, Ecole des Mines de Saint-Etienne),
- Christophe Rapine (LGIPM, Université de Lorraine),
- Safia Kedad-Sidhoum (LIP6, Université Pierre et Marie Curie),
- Céline Gicquel (LRI, Université Paris-Sud) et
- Jean-Philippe Casal (groupe FuturMaster).

**Stéphane Dauzère Pérès** a donné le matin un tutoriel sur les problèmes de lot-sizing dynamiques. Lors de cet exposé, l'orateur a présenté différentes méthodes pour résoudre les problèmes liés à la détermination de taille de lots lorsque que la demande est connue à l'avance, mais évolue dans le temps, et où le problème principal est de trouver un équilibre entre le coût de stockage et le coût de production. Plusieurs méthodes de résolution ont été présentées. Lors de la conclusion, l'orateur a insisté sur la nécessité d'avoir une vue globale de chaque problème, c'est à dire sur la nécessité de se préoccuper conjointement de l'aspect lot-sizing (en amont) et de l'aspect ordonnancement (en aval) d'un problème, afin de préparer au mieux les quantités à ordonnancer. L'après-midi était constitué de quatre exposés de recherche. Lors du premier exposé, donné par **Christophe Rapine**, un algorithme 2-approché pour le One-Warehouse Multi-Retailers Problem a été présenté. Il s'agit d'un problème où les coûts de stockage doivent être minimisés sachant que  $N$  détaillants doivent s'approvisionner chez un fournisseur commun. L'algorithme présenté consiste à recombinaison plusieurs sous-problèmes qui se ramènent à des problèmes de lot-sizing que l'on sait, sous certaines hypothèses, résoudre de manière optimale.

Le deuxième exposé, donné par **Safia Kedad-Sidhoum**, a porté sur un nouveau modèle de lot-sizing prenant en compte des contraintes environnementales. Elle a détaillé le modèle dit périodique. Dans ce modèle une contrainte d'émission carbone est imposée à chaque fenêtre de temps (une période est formée d'un nombre fini de fenêtres). Dans les modèles classiques, la contrainte d'émission carbone est globale sur tout l'horizon de planification.

**Céline Gicquel** a donné le troisième exposé, portant sur une méthode de résolution pour le problème de Lot-sizing dit DSLP. La particularité de ce problème est que les coûts de production des items dépendent de leur séquence de production. C'est le cas, par exemple, lorsque des opérations de configurations de la chaîne de production sont nécessaires lors d'un changement d'item. Le problème a été formulé sous la forme d'un programme quadratique en variables binaires. L'oratrice propose une relaxation de ce problème basée sur la programmation semi-définie positive (SDP). Ses résultats de calcul montrent que les bornes ainsi obtenues sont de meilleure qualité que celles obtenues par des relaxations basée sur la programmation linéaire. En revanche, l'inconvénient des relaxations SDP est le temps de calcul.

**Jean-Philippe Casal** a donné le dernier exposé. Il a présenté l'entreprise FuturMaster, créée en 1994, mettant en œuvre des méthodes d'optimisation pour la gestion des stocks et l'approvisionnement. Deux exemples ont été détaillés. Le premier exemple, développé chez un fabricant de produits laitiers, a eu pour but de monter les problèmes liés au faible temps de conservation des produits. Le deuxième exemple, mis en œuvre chez un fabricant de peinture, a montré les problèmes liés à la multiplicité des produits différents (environ 20 000 références de peintures différentes pour ce fabricant).

Les personnes intéressées par les transparents des exposés de cette journée peuvent se les procurer en ligne, en se rendant sur le site des JFRO (<http://jfro.roadef.org>).

## Compte-rendu de la 29<sup>ème</sup> journée JFRO

La 29<sup>ème</sup> édition des Journées Franciliennes de Recherche Opérationnelle s'est déroulée le mardi 4 juin 2013 dans les locaux du laboratoire LIAFA de l'Université Paris Diderot. Cette journée, co-organisée avec l'aide de Bernard Ries (LAMSADE, Université Paris-Dauphine) et Michel Habib (LIAFA, Université Paris Diderot), avait pour thème "Structures et Algorithmique dans les Graphes", et a accueilli un grand nombre de participants (près de 80), venus de France et d'Europe. Elle a également servi de transition entre les ancien et nouveau comités d'organisation des JFRO, les membres de ce dernier étant appelés à officier dès la prochaine édition.

Six orateurs prestigieux du domaine avaient accepté de venir faire des présentations pour l'occasion. Deux se sont déroulées le matin, et quatre l'après-midi. La journée a débuté par un exposé de **Maria Chudnovsky** (Université de Columbia, USA), qui a présenté un algorithme polynomial pour la 3-coloration des graphes sans chaînes induites d'ordre 7. Ce cas était jusqu'à présent ouvert, et l'algorithme proposé est basé sur la démonstration de plusieurs propriétés structurelles des 3-colorations admissibles dans cette classe de graphes, selon que le graphe considéré admet ou non des cycles d'ordre 3. **Reza Naserasr** (LRI, CNRS et Université Paris-Sud) a ensuite présenté les notions d'*homomorphisme* de graphe, de *graphe signé*, puis de *mineur signé* (*signed minor* en anglais). Il a également montré que l'étude de la recherche d'homomorphismes dans certains graphes signés pouvait permettre de renforcer des résultats ou des conjectures bien connus, et notamment en coloration de graphes (on peut citer en particulier la fameuse conjecture d'Hadwiger).

L'après-midi a débuté par un exposé de **Maya Stein** (Université du Chili), qui a présenté la notion de *brick* (graphe 3-connexe et bicritique). Norine et Thomas avaient conjecturé que de tels graphes, s'ils sont minimaux (au sens de l'inclusion des ensembles d'arêtes), contiennent au moins un pourcentage fixé de sommets de degré 3. Cet exposé présentait une preuve d'un résultat un peu moins fort : plus précisément, sous cette hypothèse de minimalité, ces

graphes contiennent au moins un pourcentage fixé de sommets de degré 3 ou 4. Le deuxième exposé de l'après-midi a été donné par **Alain Hertz** (Ecole Polytechnique de Montréal et laboratoire GERAD, Canada), et abordait la problématique de compter le nombre de colorations non équivalentes d'un graphe. Les liens et différences entre ce paramètre et le fameux polynôme chromatique (qui compte le nombre de colorations "différentes" -mais pas "non équivalentes"- d'un graphe) ont ainsi été détaillés, ainsi que les liens entre ce paramètre et les nombres de Stirling de seconde espèce, puis les nombres de Bell. **Flavia Bonomo** (Université de Buenos Aires, Argentine) a ensuite présenté un algorithme permettant de résoudre en temps cubique le problème de la couverture minimale par des cliques d'un graphe parfait sans griffe induite. Cet algorithme utilise à la fois des arguments purement combinatoires (en ramenant le test de certaines propriétés à la résolution d'instances du problème 2-SAT ou à la recherche d'un plus court chemin), et des arguments polyédraux (en étudiant des systèmes ayant des propriétés proches de la propriété dite d'*Edmonds-Johnson*). Enfin, le quatrième et dernier exposé de l'après-midi a été assuré par **Martin Golumbic** (Université d'Haïfa, Israël), qui a présenté la classe  $B_k$ -VPG des graphes associés aux intersections (par les sommets) de chemins ayant au plus  $k$  *tournants* (changements de direction à angle droit) sur une grille : chaque sommet correspond à un chemin, et deux sommets sont reliés par une arête si les chemins correspondants s'intersectent. Beaucoup de problèmes classiques d'optimisation combinatoire sont déjà NP-difficiles dans ces graphes (même quand  $k = 0$ ), et cette présentation s'intéressait donc à l'étude de la complexité de certains de ces problèmes dans plusieurs sous-classes de  $B_k$ -VPG, pour différentes valeurs de  $k$ .

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

**Le comité d'organisation :** Lucie Galand (Univ. Paris Dauphine), Hacène Ouzia (Univ. Paris 6), Cédric Bentz (Univ. Paris 11) et Nicolas Thibault (Univ. Paris 2)

Compte rendu des activités du groupe

## META : théorie et applications des métaheuristiques

communiqué par Patrick Siarry et El-Ghazali Talbi

- Organisation du workshop NIDISC'2013, IPDPS'2013, Boston, mai 2013.
- Edition de cinq livres : 1) "Métaheuristiques pour l'ordonnancement monocritère des ateliers de production", B. Jarboui, P. Siarry & J. Teghem (Eds), Hermès Sciences, traité RTA, série Productique. Juin 2013. 2) "Métaheuristiques pour l'ordonnancement multicritère et les problèmes de transport", B. Jarboui, P. Siarry & J. Teghem (Eds), Hermès Sciences, traité RTA, série Productique. Juin 2013. 3) "Metaheuristics for production scheduling", B. Jarboui, P. Siarry & J. Teghem (Eds), Wiley-ISTE. Juin 2013. 4) "Advances in heuristic signal processing and applications", A. Chatterjee, H. Nobahari & P. Siarry (Eds), Springer. 2013. 5) "Metaheuristics for bi-level optimization", E.-G. Talbi (Ed.), Springer. 2013.
- Edition de deux numéros spéciaux : 1) journal "Computers and Operations Research", sur le thème "Metaheuristics on GPUs", E.-G. Talbi (Ed). A paraître en 2013. 2) journal "Engineering Applications of Artificial Intelligence", sur le thème "Advances in evolutionary optimization based image processing", A. Chatterjee & P. Siarry (Eds). A paraître en 2013.
- Organisation de sessions à CEC'2013, EURO'2013 et ROADEF'2013.

Compte rendu des activités du groupe

## PM2O : Programmation Mathématique MultiObjectif

communiqué par Laetitia Jourdan

Coordinateurs :

- Matthieu Basseur, LERIA, Université d'Angers
- Laetitia Jourdan, INRIA Lille Nord Europe, Université de Lille 1
- Nicolas Jozefowicz, LAAS Toulouse, INSA Toulouse jusqu'au Juillet 2013
- Thibaut Lust, LIP6, Université Paris 6

Journées et Congrès Lors du congrès ROADEF 2013 à Troyes, le groupe PM2O a organisé plusieurs sessions spéciales PM2O. Ainsi nous avons pu suivre les présentations suivantes :

- Multi-objective optimization for Earth observation scheduling (Panwadee Tangpattanakul, Nicolas Jozefowicz, Pierre Lopez)
- Stratégies pour résoudre le problème bi-objectif de l'arbre couvrant de coût et diamètre minimaux (Diego Rocha Lima, Andréa Cynthia Santos, Dario José Aloise)
- Les jeux bi-niveaux multicritères (Karima Bouibed, Mohammed Said Radjef)
- Le phénomène d'inversion de rang dans l'aide à la décision (Amin Affes, Abdelwaheb Rebaï)
- A Fuzzy Goal Programming Approach for Solving Multi-objective Fuzzy Stochastic portfolio selection problem (Leila Messaoudi, Abdelwaheb Rebaï)
- Une approche axiomatique des modèles à points de référence en analyse multicritère (Denis Bouysou, Thierry Marchant)
- Proposition d'Aide au Choix avec des Algorithmes Évolutionnaires Multi-Objectif (Máximo Méndez, Antonio Luis Álamo, Mariano Frutos, David Greiner, Blas Galván)
- Optimiser sur l'ensemble Efficient d'un problème linéaire stochastique discret multi-objectif (Younsi Née Abbaci Leila, Moulai Mustpha)
- Lexicographic ordering operator : approaches for parameter elicitation (Noureddine Aribi, Yahia Lebbah)
- Métaheuristiques pour l'ordonnancement biobjectif de type flowshop (Matthieu Basseur, Arnaud Liefoghe)
- Aide à la décision dans un contexte multi-objectifs (Laurent Moalic, Sid Lamrous, Alexandre Caminada)
- Une méthode hybride pour le problème du sac à dos multiobjectif (Larbi ASLI, Méziane Aider)



- Product family optimization : a multiplatform algorithm based on iterative increase of the commonality (Derrick Fongang Fongang, Rodolphe Le Riche, Xavier Bay)
- Optimisation combinatoire pour une coordination optimale des systèmes intelligents et distribués (Malika Bendeche, Mícheál Ó Héigeartaigh, Tahar Kechadi, Abdelkamel Tari)

A partir de Juillet 2013, Nicolas Jozefowicz cède sa place à Thibaut Lust en tant que co-responsable du groupe. Ce petit mouvement nous donne également l'occasion de changer l'intitulé du groupe qui devient ATOM : Applications et Théorie de l'Optimisation Multiobjectif. Un site web relatif au nouvel intitulé et acronyme sera sous peu mis en place sur <http://www.lifl.fr/ATOM/>. Les informations sur le groupe sont encore disponibles sur <http://www.lifl.fr/PM20/> puis nous migrerons vers <http://www.lifl.fr/ATOM/> si vous souhaitez recevoir des informations sur la vie du groupe n'hésitez pas à contacter [laetitia.jourdan@inria.fr](mailto:laetitia.jourdan@inria.fr).

Compte rendu des activités du groupe

## POC : Polyèdres et Optimisation Combinatoire

communiqué par Sylvie Borne

### Séminaire POC du 26 avril 2013

Le 26 avril 2013 a eu lieu le neuvième séminaire du groupe POC sur le thème "Programmation semi-définie". Cette journée s'est déroulée dans les locaux du LIP6 de l'Université Pierre et Marie Curie (Paris 6). Comme les séminaires précédents portant sur des thèmes aussi différents que "Séparation de contraintes", "Facettes et Polyèdres Combinatoires", "Matroïdes", "Algorithmes d'Approximation et Polyèdres", "Partitionnement de graphes et problèmes connexes" ou "Formulations étendues", la journée a commencé avec un tutoriel et s'est poursuivie avec des exposés permettant d'approfondir des notions liées aux formulations étendues. Ainsi, le matin nous avons écouté Frédéric Roupin (Université Paris 13) qui nous a parlé de la "Programmation semi-définie". L'après-midi, Sourour Elloumi (ENSIIE, laboratoire CEDRIC) a présenté des travaux sur l'"Utilisation de la programmation SDP pour la reformulation quadratique convexe des programmes quadratiques en variables binaires". Nous avons ensuite écouté Philippe Meurdesoif (IMB, Université de Bordeaux 1) nous parler de "Techniques d'arrondi pour la SDP". La journée a été comme d'habitude entrecoupée de questions ouvertes, sources de discussions scientifiques et de collaborations.

### JPOC8 du 26 au 28 juin 2013

Cette année étant une année impaire, la conférence ISCO (International Symposium on Combinatorial Optimization) dont la deuxième édition a eu lieu à Athènes en avril 2012, a laissé sa place aux 8èmes Journées Polyèdres et Optimisation Combinatoire (JPOC8) qui ont eu lieu à l'Université Blaise Pascal de Clermont-Ferrand, les 26, 27 et 28 juin 2013. Ce fut l'occasion de fêter comme il se doit le 10ème

anniversaire des JPOC dans la ville qui avait hébergé les toutes premières journées. Comme les éditions précédentes, elles se sont déroulées sous forme de sessions plénières, afin de donner la possibilité aux participants d'assister à l'ensemble des exposés. Leur objectif principal était de proposer des présentations liées aux différents aspects des polyèdres et à leurs applications en optimisation combinatoire. Ces journées sont toujours 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. De nombreux invités habitués des JPOC nous ont fait le plaisir de présenter leurs travaux :

- Francisco Barahona (IBM, New York),
- Gérard Cornuejols (LIF, Marseille),
- Alain Quilliot (LIMOS, Clermont-Fd),
- Tom McCormick (The University of British Columbia),
- Jean-François Maurras (LIF, Marseille),
- Maurice Queyranne (The University of British Columbia),
- Andras Sebo (GSCOP Grenoble).

### Minicours : Fonctions sous-modulaires et Optimisation combinatoire

Comme à leur habitude, les Journées JPOC ont été précédées par un cours doctoral qui cette année encore a porté sur un nouveau sujet et avec de nouveaux intervenants. Ce cours, qui a eu lieu en amont des journées JPOC8 (du 24 au 26 juin), a porté sur les fonctions sous-modulaires et l'optimisation combinatoire. Tom McCormick et Maurice Queyranne (Université of British Columbia) ont animé 4 demi-journées passionnantes sur le sujet. Comme

à l'accoutumée, ce cours gratuit était ouvert à tous doctorales.  
et pourra être validé comme module dans les écoles

Les animateurs du groupe POC  
<http://www.lamsade.dauphine.fr/poc/>

---

compte rendu des activités du groupe

## SCDD : Systèmes Complexes et Décision Distribuée

communiqué par Marc Bui et Michel Lamure

Les activités scientifiques fin 2012-2013 du groupe portent toujours sur des aspects de modélisation et de conception de solutions algorithmiques d'aide à la décision pour des systèmes socio-techniques complexes. La conception de ces outils informatiques d'aide à la décision trouvent leurs applications pour (i) la conception de système de supervision et d'analyse des données provenant de multiples unités de traitement géographiquement distribuées, (ii) le suivi de situations en traitant l'information provenant de réseaux de capteurs.

Cette dernière période est marquée par des relations étroites et très suivies avec l'industrie notamment avec un parti pris sur le thème de la gestion des systèmes énergétiques sous l'angle « smart-grids ». Trois conventions de recherche, un post-doc et deux doctorats marquent cette direction de recherche.

Les activités de recherche du groupe et leurs applications (mots-clés : décisions distribuées, analyse des données, réseaux de capteurs centré sur l'humain et informatique ubiquitaire) s'articulent actuellement, d'une part, autour d'une dimension théorique avec, la modélisation mathématique et les développements algorithmiques afférents aux réseaux complexes stochastiques, et d'autre part, avec la simulation à base d'agents, qui est exploité à la fois comme outil d'étude pour la reconstruction des faits mais également pour l'analyse prospective avec la construction de scénarii (smart-grid, épidémies grippe)

L'orientation vers la veille scientifique stratégique et technologique amorcée en 2012 se concrétise davantage avec l'organisation d'une session de tutoriels sur la prétopologie et ses applications à la conférence VSST'2013, qui se tiendra à Nancy.

Les laboratoires les plus actifs dans ce groupe de travail sont l'équipe CARO de l'UMR 8144 PRISM de l'université Versailles-Saint-Quentin, le laboratoire Santé, Individu, Société, EA 4128 de l'université de Lyon 1, le laboratoire CHArt EA4004 de l'EPHE et de l'université Paris 8, l'équipe SYSCOM du CRESTIC EA3804 de l'université de Reims.

Le groupe s'est réuni régulièrement pendant cette période afin de faire le point sur les avancées des travaux et de développer de nouveaux axes de recherche. En particulier, une réunion organisée au Laboratoire PRISM le 23 mai 2013 avait pour objectif d'amorcer une collaboration interdisciplinaire associant des informaticiens modélisateurs, des spécialistes en calcul haute performance et des médecins épidémiologistes. L'objectif est la mise en commun des compétences complémentaires dans le domaine de la santé et dans le domaine de l'informatique afin de faire émerger une thématique scientifique autour de l'étude de la répartition et des déterminants des événements de santé servant de fondement à la logique des interventions faites dans l'intérêt de la santé publique et de la médecine préventive. En effet, pour obtenir une modélisation réaliste, ayant un potentiel prédictif, il est crucial d'intégrer des propriétés biologiques des agents pathogènes ainsi que des spécificités des individus en plus de leurs relations sociales.

## Comptes-rendus de manifestations parrainées par la ROADEF

### Compte-rendu de VRP2013 : European Spring School on Vehicle Routing

Angers, France, 20-24 mai 2013

<http://www.ima.uco.fr/vrp2013/>

communiqué par Jorge Mendoza et Christelle Guéret

L'institut de Mathématiques Appliquées de l'université Catholique de l'Ouest (Angers) a accueilli la première European Spring School on Vehicle Routing du 20 au 24 mai 2013. Cet événement était organisé par le groupe ligérien de recherche opérationnelle (LigéRO), une initiative financée par la région Pays de Loire. Cette école s'inscrivait également dans les activités du Groupe de Travail en Transport et Logistique (GT2L) du GDR RO, et le EURO working group on Vehicle Routing and Logistics Optimization (VeRoLog). Elle était de plus sponsorisée par l'université catholique de l'Ouest, l'université d'Angers, l'École des Mines de Nantes, La ROADEF, le Laboratoire d'Ingénierie des Systèmes Automatisés (LISA), et le EURO working group on metaheuristics (EU/ME).

58 chercheurs provenant de 19 pays différents ont envoyé leur candidature. Finalement, 39 participants de 13 pays différents ont été sélectionnés pour assister aux 5 modules proposés. Ceux-ci se composaient de 21h de cours, et de 5h de TP. Le lundi, Daniele Vigo (Universität de Bologna, Italy) a pré-

senté les nombreuses applications des problèmes de tournées de véhicules. Le mardi a été consacré aux aspects implémentation avec un TP proposé par Victor Pillac (NICTA, Australia). Mercredi Christian Prins (Université de Technologie de Troyes, France) a passé en revue les principales méthodes approchées utilisées pour résoudre les problèmes de tournées de véhicules. Les approches par génération de colonnes ont occupé la journée du jeudi grâce à un cours et un TP proposés par Dominique Feillet (École des Mines de Saint-Etienne, France). Enfin la semaine s'est terminée par une présentation de Michel Gendreau (CIRRELT – École Polytechnique de Montréal, Canada) concernant les méthodes de résolution de problèmes de tournées de véhicules stochastiques.

En plus des cours, le programme incluait la présentation de 25 posters présentés par les participants.

Plus de détails peuvent être trouvés sur le site internet <http://www.ima.uco.fr/vrp2013/>.

Les organisateurs remercient la ROADEF et tous les autres sponsors pour leur soutien.

## Manifestations passées ou à venir

### Conférences parrainées par la ROADEF

- **30 mai-1 juin 2013** ECCO 2013, Paris, France.
- **10-11 octobre 2013** LFA 2013, Reims France.
- **26-28 février 2014** ROADEF 2014, Bordeaux Segalen, France.

### Conférences EURO

- **1-4 juillet 2013** EURO INFORMS MMXIII, Rome, Italie.
- **17-19 octobre 2013** EURO Mini Conference Graz-2013, Graz, Autriche.

### Écoles

- **20-24 mai 2013** European Spring School on Vehicle Routing (VRP2013), Angers, France.
- **10-14 juin 2013** AESS 2013, Quiberon, France.
- **9-12 juillet 2013** Ecole des JDMACS, Strasbourg, France.
- **8-10 septembre 2013** IFORS/EURO EXCHANGE OF YOUNG RESEARCHERS PROGRAM (ELAVIO 2013), Valence, Espagne.

### Autres conférences

- **17-19 octobre 2012** GOL 2012, Le Havre, France.
- **25-28 octobre 2012** IECON 2012, Montréal, Canada.
- **27-31 octobre 2012** META'2012, Port El Kantaoui, Sousse, Tunisie.
- **29-31 octobre 2012** SFC12, Marseille.
- **29-31 octobre 2012** MajecSTIC 2012, Lille.
- **22-23 novembre 2012** Journées STP du GdR MACS, Clermont-Ferrand.
- **15-16 novembre 2012** DA2PL, Mons, Belgique.
- **10-13 décembre 2012** IEEM 2012, Hong Kong.
- **7-11 janvier 2013** LION 7, Catania, Italie.
- **16-18 février 2013** SICORES, Barcelone, Espagne.
- **19-22 mars 2013** IMCIC 2013, Orlando, Floride, USA,.
- **7-10 avril 2013** TMS/DEVS 2013, San Diego, Californie, USA.
- **15-19 avril 2013** CIPLS 2013, Singapore.
- **6-8 mai 2013** CoDIT 2013, Hammamet, Tunisie.
- **9-11 mai 2013** ISORAP 2013, Marrakesh, Maroc.
- **20-22 mai 2013** IESM 2013, Rabat, Maroc.
- **19-21 juin 2013** MIM'2013, Saint Petersburg, Russie.
- **10-14 Juillet 2017** 20th IFAC World Congress 2017, Toulouse, France.
- **7-10 avril 2013** TMS/DEVS 2013, San Diego, Californie, USA.
- **15-19 avril 2013** CIPLS 2013, Singapore.
- **28-30 avril 2013** ICMSAO'13, Hammamet, Tunisie.
- **6-8 mai 2013** CoDIT 2013, Hammamet, Tunisie.
- **9-11 mai 2013** ISORAP 2013, Marrakesh, Maroc.
- **22-24 mai 2013** IMS 2013, Sao Paulo, Brésil.
- **12-14 juin 2013** CIGI 2013, La Rochelle, France.
- **19-21 juin 2013** MIM'2013, Saint Petersburg, Russie.
- **23-28 juin 2013** MAPSP'2013, Pont a Mousson, France.
- **6-7 juillet 2013** APEX 2013, Riga, Latvia.
- **6-10 juillet 2013** GECCO-2013, Amsterdam, Pays Bas.
- **5-8 aout 2013** GECCO-2013, Amsterdam, Pays Bas.
- **17-21 aout 2013** CASE 2013, Madison Wisconsin, USA.
- **28-30 aout 2013** MIC 2013, Singapore.
- **8-11 septembre 2013** WCO 2013, Krakow, Pologne.
- **11-13 septembre 2013** MCPL 2013, Fortaleza, Brésil.

- **16-19 septembre 2013** SBPO 2013, Natal, Brésil.
- **21-23 octobre 2013** EA 2013, Bordeaux, France.
- **21-23 octobre 2013** CIPI 2013, Tlemcen, Algérie.
- **28-30 octobre 2013** IESM 2013, Rabat, Maroc.
- **28-31 octobre 2013** IPIN 2013, Montbeliard-Belfort, France.
- **13-15 novembre 2013** ADT 2013, Bruxelles, Belgique.
- **10-14 Juillet 2017** IFAC 2017, Toulouse, France.

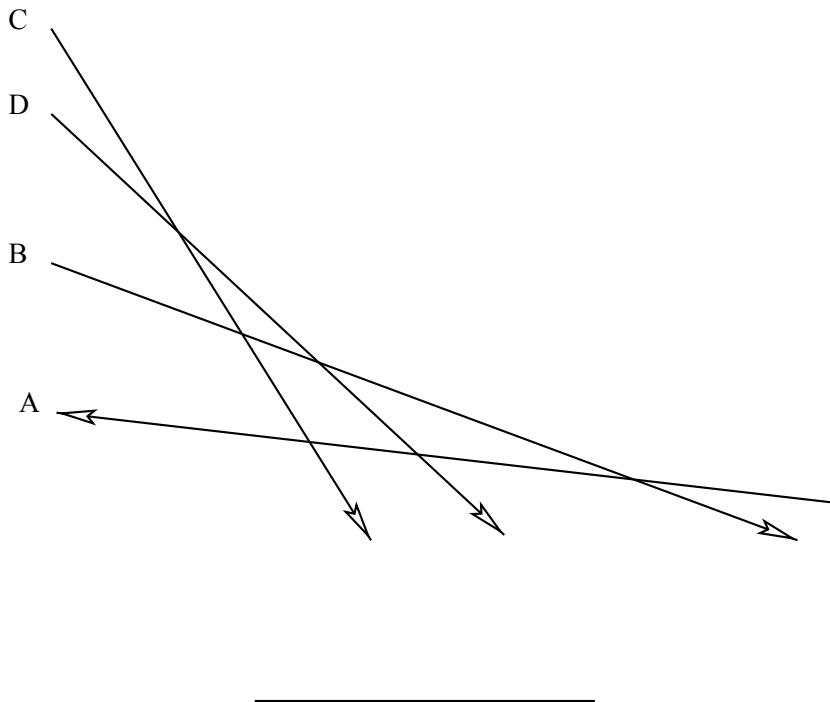
## Enigme

### Pater noster

Enigme communiquée par Denis Cornaz (Lamsade, Université Paris-Dauphine)

Alan, Bjarne, Claude et Donald se promènent sur un plan parfait, comme sur le graphe ci-dessous, selon une trajectoire décrivant des droites en position générale. Durant sa balade, Donald rencontre Claude, l'artiste, Bjarne, le programmeur et Alan, l'athée convaincu. De même, Bjarne croise Claude, plus Donald, plus Alan. Tous se meuvent, comme des machines, à des vitesses constantes.

Alan et Claude vont-ils eux aussi se trouver au même instant au point décrit par l'intersection de leur trajectoire ?



*Solution de l'énigme du bulletin n°29* : La contamination d'une nouvelle case ne peut pas accroître le périmètre associé à la surface définie par l'ensemble des toutes les cases contaminées. Or, initialement avec  $n - 1$  cases malades, le périmètre ne peut dépasser une longueur équivalente à  $4(n - 1)$  côtés tandis que la contamination totale impliquerait un périmètre de  $4n$ .

**N'hésitez pas à nous envoyer vos énigmes ! (olivier.spanjaard@lip6.fr)**

## 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 2013

Les cotisations pour l'année 2013 sont les suivantes :

- 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
- membre partenaire ..... 1000 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.
- Membre Partenaire : nombre illimité d'adhérents, ayant chacun un droit de vote, un accès à prix réduit aux congrès de la ROADEF, 5 abonnements maximum à 4'OR et au bulletin semestriel.

### 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 Frédéric Gardi ([tresorier@roadef.org](mailto:tresorier@roadef.org)) ou Dominique Feillet ([secetaire@roadef.org](mailto:secetaire@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 Olivier Spanjaard ([vpresident1@roadef.org](mailto:vpresident1@roadef.org)), préférablement sous forme de document latex.

#### Comité de rédaction :

Laurent Alfandari, Nadia Brauner, Luce Brotcorne, Dominique Feillet,  
Frédéric Gardi, Nathalie Sauer, Olivier Spanjaard.

#### Composition du Bulletin :

Olivier Spanjaard.

Ce numéro a été tiré à 358 exemplaires.

Les bulletins sont disponibles sur le site de la ROADEF.

# 4OR

A Quarterly Journal  
of Operations Research

**Editors-in-Chief**

Leo Liberti  
Thierry Marchant  
Silvano Martello

**Editorial Board**

Alessandro Agnetis  
Yves Crama  
Gianni Di Pillo  
Matthias Ehrgott  
Matteo Fischetti  
Michel Grabisch  
Fikri Karaesmen  
François Louveaux  
Alix Munier  
Marc Pirlot  
Romeo Rizzi  
Annick Sarternaer  
Marc Sevaux  
Maria Grazia Speranza

**Senior Editors**

Philippe Baptiste  
Denis Bouyssou  
Frank Plastria

INVITED SURVEY

**Bilevel programming and price setting problems**  
M. Labbé · A. Violin 1

RESEARCH PAPERS

**A new model and a hyper-heuristic approach for two-dimensional shelf space allocation**

R. Bai · T. van Woensel · G. Kendall · E.K. Burke 31

**Variable neighborhood search for the travelling deliveryman problem**

N. Mladenović · D. Urošević · S. Hanafi 57

**Robust combinatorial optimization with variable budgeted uncertainty**

M. Poss 75

PHD THESES

**New approaches for solving the resource-constrained project scheduling problem**

O. Koné 93

**On coordinated cutting plane generation and mixed integer programs with nonconvex 2-norm constraints**

S. Coniglio 95

**To kit or not to kit: optimizing part feeding in the automotive assembly industry**

V. Limère 97

**Local search and combinatorial optimization: from structural analysis of a problem to efficient algorithms design**

M.-É. Marmion 99

Further articles can be found at [www.springerlink.com](http://www.springerlink.com)

Abstracted/Indexed in: Science Citation Index Expanded (SciSearch), SCOPUS, Zentralblatt Math, EconLit, Google Scholar, Academic OneFile, Cabell's, Digital Mathematics Registry, ECONIS, Expanded Academic, International Abstracts in Operations Research, Journal Citation Reports/Science Edition, Mathematical Reviews, OCLC, SCImago, Summon by Serial Solutions

Instructions for Authors for 4OR-Q J Oper Res are available at [www.springer.com/10288](http://www.springer.com/10288)