

Le bulletin

Semestriel



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

Édition Automne - Hiver 2010
Numéro 25 - Décembre 2010

Le mot du bureau

Éditorial industriel : Hervé Zwirn

EUROBIOS : Éditeur de solutions d'optimisation et d'aide à la décision
en logistique, management de projets et organisation

Article invité : Julien Lepagnot, Amir Nakib, Hamouche Oulhadj et Patrick Siarry

Optimisation dynamique : état de l'art et proposition d'une métaheuristique multi-agents

Article invité : Sylvain Gravier

La chasse à la bête

Vie de l'association :

Challenge ROADEF 2010

Conférence ROADEF 2011

Vie des groupes de travail ROADEF

Comptes-rendus de manifestations

GdR Recherche Opérationnelle

Manifestations à venir et parutions d'ouvrages

Rejoindre la ROADEF

Éditeur Francis Sourd, SNCF, Innovation & Recherche, 45 rue de Londres, 75379 Paris Cedex 08

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

Publication Christelle Guéret, IRCCyN - École des Mines de Nantes, La Chantrerie, 44307 Nantes

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

Langues officielles Français et anglais

Le mot du bureau

Chers amis de la ROADEF,

Comme annoncé à Toulouse en février, le bureau soutient actuellement Jean-Christophe Culioli qui coordonne la rédaction d'un livre blanc sur la recherche opérationnelle en France. Ce livre se concentre notamment sur les applications industrielles dans le but de mieux faire connaître notre discipline auprès des décideurs industriels et politiques. Le travail avance et nous espérons pouvoir vous présenter cet ouvrage très prochainement.

Au mois de septembre, nous avons demandé à Léo Liberti de remplacer Philippe Baptiste comme éditeur en chef de 4OR représentant la ROADEF. Philippe est en effet extrêmement pris par ses nouvelles fonctions au CNRS et il ne pouvait plus consacrer tout le temps voulu à cette tâche. Nous souhaitons donc bon courage à Léo pour continuer le travail entrepris par Denis Bouyssou, Philippe Baptiste et leurs collègues belges et italiens.

Notre prochain congrès annuel se prépare. Il aura lieu du 2 au 4 mars 2011 à Saint-Étienne. L'équipe organisatrice, que nous remercions, a déjà produit un travail énorme pour l'organisation des sessions et des appels à contribution et nous propose de très intéressantes sessions plénières avec David Simchi-Levi, Dominique de Werra, Roman Slowinski et George Nemhauser. Notre prochaine AG aura également lieu pendant cet événement.

Puisque nous parlons de 2011, nous vous invitons à penser à renouveler votre adhésion comme beaucoup d'entre nous l'ont déjà fait depuis quelques semaines. Il est désormais possible, grâce à une évolution de notre base de données, de vous inscrire pour deux ans.

Nous vous souhaitons enfin de très joyeuses fêtes de fin d'année.

Le bureau

ps : Nous vous invitons à écouter et à faire écouter l'interview de notre ancien président Jean-Charles Billaut qui présente la RO sur le site Interstices :

http://interstices.info/jcms/i_56867/a-propos-de-la-recherche-operationnelle

Contactez le bureau actuel

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

- president@roadef.org : Francis Sourd
- secetaire@roadef.org : Nadia Brauner
- tresorier@roadef.org : Denis Montaut
- vpresident1@roadef.org : Christelle Guéret (le bulletin)
- vpresident2@roadef.org : Nathalie Sauer (le site web)
- vpresident3@roadef.org : François Vanderbeck (4'OR et relations internationales)

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

Editorial industriel

EUROBIOS : Éditeur de solutions d'optimisation et d'aide à la décision en logistique, management de projets et organisation

Hervé Zwirn

Président d'Eurobios et Professeur Associé à l'Université Paris 7

herve.zwirn@eurobios.com

<http://www.eurobios.com>



Historique et mission

La société Eurobios est née en 1999 comme filiale européenne de la société américaine BiosGroup, elle-même lancée en 1995 à l'initiative de Ernst & Young et du Santa Fe Institute. Elle est aujourd'hui une société indépendante détenue par ses salariés. Son objet est d'appliquer les outils et les méthodes issus des Sciences de la Complexité¹ à la résolution des problèmes des grandes entreprises. Pour cela, Eurobios développe des logiciels de simulation et d'optimisation adaptés aux besoins spécifiques de ses clients. Eurobios a également développé des progiciels répondant à des problématiques plus générales qui sont utilisés par de nombreux clients confrontés à des problèmes similaires. Depuis quatre ans, Eurobios a créé une branche d'études et de calcul scientifiques (ESCB : Eurobios Scientific Computing Branch). Le travail qui y est fait concerne essentiellement les domaines où les outils classiques de simulation atteignent leurs limites. ESCB s'appuie sur un réseau de scientifiques de l'ENS de Cachan et des Universités. Eurobios a été labellisée Entreprise Innovante par OSEO et est agréée CIR, ce qui permet à ses clients d'inclure les travaux réalisés par Eurobios dans leurs dépenses externes de R&D.

L'optimisation de portefeuilles de projets

Initialement destiné au groupe pharmaceutique Eli Lilly afin d'aider les chercheurs à faire un choix parmi les innombrables possibilités de molécules intéressantes, le progiciel Eurobios Portfolio Optimiser permet de résoudre le problème suivant : imaginez que vous ayez à faire le choix d'un sous-ensemble de projets que vous allez lancer parmi un portefeuille initial plus volumineux. Chaque projet a un certain nombre de caractéristiques propres (coût, risque, retour sur investissement, priorité, ressources nécessaires etc.). Vous ne pouvez vous permettre de lancer tous les projets car cela demanderait un budget dont vous ne disposez pas ou des ressources non disponibles etc. Vous devez donc en sélectionner certains qui constitueront un portefeuille respectant toutes vos contraintes tout en optimisant les objectifs que vous fixez à votre portefeuille. Ces objectifs globaux peuvent être multiples comme par exemple, la maximisation du retour sur investissement, une répartition équilibrée de vos projets dans des domaines prioritaires, la minimisation du risque d'échec moyen, etc. Il s'agit donc d'un problème type d'optimisation combinatoire multi objectifs sous contraintes. Si le portefeuille initial contient N projets, le nombre théo-

1. Voir "Les systèmes complexes" Hervé Zwirn, Odile Jacob 2006

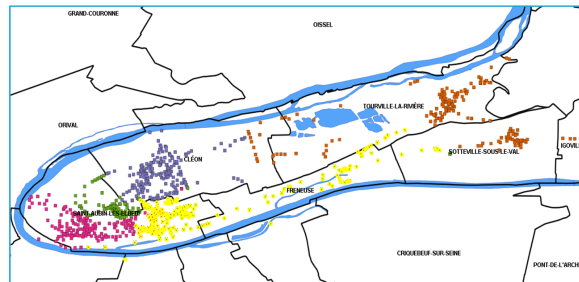
rique de solutions possibles est 2^N . Avec seulement 50 projets, on obtient de l'ordre de 1015 solutions possibles, ce qui exclue bien entendu toute approche exhaustive du problème même si en réalité l'espace des solutions intéressantes est plus petit. Portfolio Optimiser repose sur un algorithme génétique et permet de trouver de très bonnes solutions dans des temps de l'ordre de quelques minutes pour des portefeuilles d'une centaine de projets avec entre dix et vingt caractéristiques, une dizaine de contraintes et autant d'objectifs. Il est ensuite possible de planifier de manière optimale les projets du portefeuille choisi. Chaque projet peut en effet être décomposé en activités, éventuellement liées par des contraintes temporelles et consommant des ressources de différentes natures. Portfolio Optimiser calcule alors un diagramme de Gant optimal tenant compte des contraintes temporelles et des ressources disponibles. Ce progiciel a été acheté par les directions R&D ou financière d'industriels dans le secteur automobile, aéronautique, agro alimentaire et télécommunications.

L'optimisation des tournées de collecte des déchets

Héritier du logiciel livré au tout début des années 2000 à la poste du Danemark pour optimiser les tournées de distribution du courrier (logiciel toujours utilisé opérationnellement sur l'ensemble du territoire danois), Eurobios Waste Optimiser est un outil Full Web qui permet l'optimisation des tournées de collecte des déchets. Le problème d'optimisation de tournées est également un problème académique classique sauf qu'il se complique singulièrement quand il s'agit de tenir compte de contraintes métier nombreuses et quelquefois peu explicites. Waste optimiser, qui en est aujourd'hui à sa version 3, a été développé progressivement en intégrant de plus en plus de contraintes exprimées par les utilisateurs. Le moteur d'optimisation est capable d'optimiser les tournées en temps ou en distance en tenant compte bien sûr, du type de véhicules, du sens et du type des rues, des interdictions de tourner, des restrictions de gabarit, de la collecte monolatérale ou bilatérale, des fenêtres horaires imposées etc. mais il produit aussi des tournées qui sont compactes, sans interpénétration, avec une collecte au premier passage et équilibrée en temps de travail pour les équipes. Il s'agit d'une véritable optimisation multi-objectifs. L'algorithme sous-jacent est un recuit simulé qui a été adapté pour obtenir des délais de réponse compatible avec le travail des personnes en

charge de la conception des tournées. Mais Waste Optimiser est plus qu'un simple moteur d'optimisation : Il intègre l'ensemble des composants nécessaires au métier de la collecte de déchets :

- Des fonds cartographiques vectoriels
- Une interface de travail orientée sur différents types de fonctionnalités :
 - Import de données : à partir de fichiers de différents types
 - Retouche et adaptation de tournées calculées
 - Export de données tournées
 - Gestion des plannings de tournées
- Le calcul des indicateurs stratégiques de performance
- La simulation de scénarii et leurs impacts sur les indicateurs de performance
- La sectorisation équilibrée en temps de travail et compacité géographique
- La production de cartes de tournées optimisées
- La gestion du planning d'exploitation et l'affectation optimale des ressources



Aujourd'hui utilisé au quotidien par plusieurs grandes agglomérations (Orléans, Nantes, Lausanne, etc.), Waste Optimiser a été également utilisé en mode SaaS (en location à distance) par plusieurs collectivités locales de taille plus modeste et par des cabinets de conseil aux collectivités afin de réaliser des études de dimensionnement ou de réorganisation de tournées existantes (aussi bien en France qu'en Angleterre).

Un progiciel pour l'industrie automobile : ProSpecT

Les constructeurs automobiles ont fréquemment à réaliser des campagnes d'essais à effectuer sur les nouveaux véhicules à l'étude. De manière à pouvoir effectuer l'ensemble de ces essais, un certain nombre de prototypes sont réalisés uniquement pour les besoins de ces campagnes. Cependant, un prototype donné peut être utilisé pour un essai seulement si ses

caractéristiques techniques sont compatibles avec les besoins et les objectifs de l'essai. La problématique consiste donc à spécifier les caractéristiques de l'ensemble des prototypes à réaliser de manière à :

- effectuer l'ensemble des essais tout en respectant les contraintes de compatibilité et de temps
- minimiser le nombre de ces prototypes pour des raisons évidentes de coût.

Un prototype est défini à partir d'un nombre fixe d'attributs discrets (jusqu'à quelques dizaines peuvent être utilisées et chaque paramètre peut prendre une valeur parmi une dizaine de possibilités). Chaque essai est défini par :

- la durée d'immobilisation du prototype (cette durée est considérée indépendante des caractéristiques du prototype utilisé),
- le typage du prototype à utiliser (une description des spécifications de prototypes compatibles avec les besoins de l'essai).

Un plan pour la campagne d'essai se représente sous la forme d'un tableau où chaque ligne correspond à un prototype et décrit la liste des essais pour lequel le prototype est utilisé. Pour chaque prototype, le cumul des durées d'immobilisation pour l'ensemble des essais qui lui sont assignés doit être inférieur à l'horizon de planning. Le nombre de prototypes est a priori l'indicateur pertinent à minimiser mais le coût d'un prototype pouvant dépendre de ses spécifications, on peut envisager que le nombre de prototypes à réaliser ne reflète pas de manière suffisamment précise la notion de minimisation du coût total de fabrication. On introduit donc un composant économique complémentaire qui permet de calculer le coût d'un prototype en fonction de ses spécifications et l'indicateur à minimiser devient le coût global (toujours dans la limite de respect des contraintes de planification). Grâce à un algorithme génétique couplé à un réseau de contraintes, ProSpecT permet de produire des solutions qui minimisent le coût tout en optimisant la planification des tests.

Mais Eurobios c'est aussi des développements sur mesure :

Un simulateur de circulation pour Véolia Transport

Dans le cadre de la réponse à un appel d'offres de la ville de Paris, Eurobios a réalisé pour le compte de Veolia Transport, un outil de simulation multi-agents concernant l'exploitation en libre service de

voitures électriques. L'outil simule les flux de véhicules afin de permettre d'évaluer les éventuels problèmes liés à la location des véhicules, à leur parking et à leur circulation. Dans un premier temps, un modèle socio-économique simple des déplacements urbains a été créé et le simulateur a utilisé les déplacements probabilistes engendrés par ce modèle pour faire déplacer les voitures. Dans un deuxième temps, les déplacements ont été calculés grâce aux informations tirées d'une enquête transport de l'INRETS couplée à une fonction d'utilité (simulant un modèle mental) dont les coefficients ont été obtenus grâce à une enquête utilisateurs menée par Veolia. Le principe d'un tel simulateur est de mettre à jour à chaque pas de temps les propriétés des agents (ici les véhicules et les parkings) en fonction des événements qui se sont déroulés et des états des agents au pas de temps précédent. La décision d'utiliser un véhicule électrique plutôt qu'un autre mode de transport pour un déplacement donné dépend ainsi de la fonction d'utilité dont les coefficients reposent sur les caractéristiques de distance, d'heure du déplacement et des coûts associés. L'outil a de plus été conçu en mode Full Web pour permettre une utilisation de n'importe quel poste. Il permet de simuler l'impact d'un grand nombre de règles paramétrables comme la règle selon laquelle si une station est pleine durant plus de n pas de temps, une voiture de cette station est déplacée vers une autre station choisie selon une certaine loi de probabilité dépendant de la distance et qui dispose de places disponibles, ou bien celle où on informe les clients potentiels d'une ristourne accordée à la première personne louant une voiture dans cette station, ou la règle selon laquelle, si une station est vide durant plus de n pas de temps, on apporte une voiture dans cette station en provenance de la station la plus pleine dans un périmètre donné. Il est ainsi possible de suivre dans le temps l'évolution de l'état des stations, l'objectif étant bien sûr de trouver un régime de fonctionnement du système qui soit fluide, c'est-à-dire où on minimise le nombre de cas où un client potentiel ne trouvera pas de voiture à louer ou bien celui où il sera impossible de garer la voiture, une fois arrivé à destination.

Un prototype de réalité virtuelle pour TOTAL

De nombreux composants industriels sont opaques. La simulation numérique peut parfois aider à voir ce qui se passe à l'intérieur. A la demande de Total, la branche de calcul scientifique d'Euro-

bios (ESCB) a conçu un prototype de réalité virtuelle appliqué à l'écoulement triphasique (solide, liquide et gaz) dans le Riser d'une unité de craquage catalytique en lit fluidisé. Le craquage catalytique en lit fluidisé est un procédé de raffinage qui a pour but de transformer, en présence d'un catalyseur, les hydrocarbures à longues chaînes (issues du pétrole brut) en hydrocarbures à chaînes courtes utilisées dans la fabrication des carburants usuels (essences, diesels). Le Riser est un composant qui a la forme d'un cylindre d'une dizaine de mètres de hauteur et de deux à trois mètres de diamètre. Le pétrole lourd est vaporisé à sa base au travers de buses et le catalyseur (il s'agit d'une poudre ressemblant à du talc) propre est introduit à forte température ($\sim 700^\circ\text{C}$). En haut du cylindre on récupère sous forme de gaz les hydrocarbures légers et le catalyseur pollué. Eurobios a conçu un logiciel multi-plateformes (Windows et Unix) qui simule en temps réel l'écoulement de ces trois phases et qui de plus est interactif : l'utilisateur, au travers d'une IHM, peut modifier les paramètres physiques en cours de simulation.

Partenariats

Eurobios est partenaire de nombreuses sociétés avec qui elle partage ses compétences afin d'obtenir une meilleure couverture soit technique, soit commerciale. Dans le domaine de la gestion de projets, Cap Gemini (France, Pays bas) et Oresys travaillent avec Eurobios pour diffuser la solution Portfolio Optimiser. Dans le domaine de l'optimisation de la collecte des déchets, Girus (cabinet d'études pour les collectivités locales) et Sabatier Geolocalisation (fournisseur de matériel embarqué et de solu-

tions de suivi GPS) sont les principaux partenaires d'Eurobios qui avec leur aide, offre ainsi une solution globale de gestion de collecte. Eurobios est par ailleurs partenaire d'ESRI, leader mondial des Systèmes d'Information Géographique (SIG). Dans le domaine de la recherche, Eurobios a un accord cadre avec l'Ecole Normale Supérieure de Cachan et travaille étroitement avec le CMLA (Centre de Mathématiques et de Leurs Applications) dont beaucoup de chercheurs participent aux projets réalisés au sein d'ESCB. Eurobios entretient également des rapports avec d'autres laboratoires comme le Lip6 ou le laboratoire de Physique Statistique de l'ENS Ulm.

Eurobios demain

Eurobios va continuer à développer simultanément des outils spécifiques liés chaque fois à un client bien particulier et des progiciels diffusés plus largement. La raison est simple : les projets spécifiques sont un magnifique catalyseur pour stimuler notre recherche de nouveaux outils et nous obligent en quelque sorte à faire de la veille technologique sur les besoins émergents. C'est chaque fois de la résolution d'un besoin spécifique que sont nés les progiciels génériques qui font aujourd'hui l'offre d'Eurobios. Par ailleurs, la branche d'études et de calcul scientifique (ESCB) est promise à un bel avenir si on prolonge sa courbe actuelle de croissance. Il est vrai que dans ce domaine extrêmement pointu, la demande des grandes entreprises va croissante et que nous faisons de notre mieux pour y répondre de la manière la plus efficace.

Article invité

Optimisation dynamique : état de l’art et proposition d’une métaheuristique multi-agents

Julien Lepagnot, Amir Nakib, Hamouche Oulhadj et Patrick Siarry¹
julien.lepagnot@univ-paris12.fr

1 Introduction

Beaucoup de problèmes réels d’optimisation sont variables dans le temps ou dynamiques. De ce fait, un intérêt croissant a été porté à ce type de problèmes, et donc aux algorithmes destinés à les résoudre. Un problème d’optimisation dynamique est caractérisé par une fonction objectif qui change en fonction du temps. C’est le cas, par exemple, de problèmes classiques tels que le problème de tournées de véhicules (VRP) ou le problème d’affectation de tâches.

Le VRP consiste à déterminer les tournées d’une flotte de véhicules afin de livrer un ensemble de clients, tout en minimisant le coût de livraison des biens. Une variante dynamique de ce problème est illustrée dans la Figure 1, où les tournées de différents véhicules, depuis un dépôt central, sont représentées par des cycles dont les sommets correspondent à des clients. La nature dynamique de cette variante vient du fait que des clients peuvent être ajoutés ou supprimés inopinément (problème connu dans la littérature sous l’acronyme DVRP).

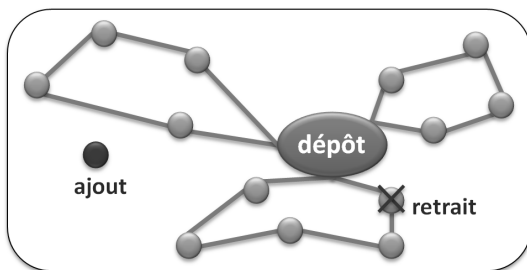


Figure 1 – Le problème de tournées de véhicules.

Une variante dynamique du problème d’affectation de tâches est également illustrée en Figure 2. Il s’agit de répartir un ensemble de tâches sur différentes machines, de manière à minimiser le temps nécessaire pour toutes les traiter. La nature dynamique de ce problème vient du fait que des tâches peuvent apparaître ou disparaître à tout moment, et que des machines peuvent tomber en panne.

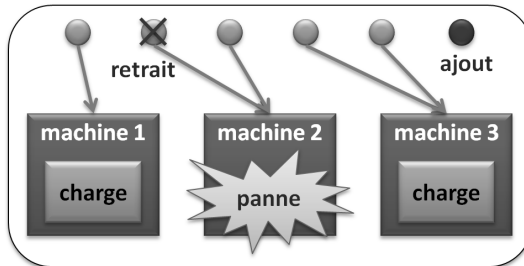


Figure 2 – Le problème d’affectation de tâches.

Une formulation mathématique est donnée en (1), où $f(\vec{x}, t)$ désigne la fonction objectif d’un problème de minimisation, $h_j(\vec{x}, t)$ désigne la $j^{\text{ème}}$ contrainte d’égalité et $g_k(\vec{x}, t)$ la $k^{\text{ème}}$ contrainte d’inégalité. Toutes ces fonctions peuvent varier au cours du temps. Le but n’est pas alors seulement de trouver l’optimum global, mais de le suivre aussi fidèlement que possible dans le temps.

$$\begin{aligned} \min \quad & f(\vec{x}, t) \\ \text{s.c.} \quad & h_j(\vec{x}, t) = 0 \text{ for } j = 1, 2, \dots, u \\ & g_k(\vec{x}, t) \leq 0 \text{ for } k = 1, 2, \dots, v \end{aligned} \quad (1)$$

Le moyen le plus simple pour résoudre un problème dynamique est de redémarrer un algorithme d’optimisation statique (c’est-à-dire un algorithme conçu pour des problèmes dont la fonction objectif n’évolue pas au cours du temps) à chaque fois qu’un changement se produit dans la fonction objectif. Cela nécessite, toutefois, de pouvoir déterminer l’instant du changement et d’avoir suffisamment de temps entre chaque changement pour trouver une solution acceptable.

Une accélération de la convergence peut naturellement être envisagée en utilisant des informations issues des exécutions précédentes de l’algorithme. Par exemple, notons \vec{o} et \vec{o}' les positions de l’optimum global, respectivement avant et après un changement dans la fonction objectif. Si nous supposons que \vec{o}' est “proche” de \vec{o} , il peut alors être avantageux de redémarrer la recherche à partir de \vec{o} , ou de

¹. Laboratoire Images, Signaux et Systèmes Intelligents, LiSSi (E.A. 3956)
Université Paris-Est Créteil, 61, avenue du Général de Gaulle, 94010 Créteil, France

la restreindre au voisinage de $\bar{\sigma}$. Cependant, l'utilisation d'informations sur les précédents états de la fonction objectif ne peut être bénéfique que si l'intensité des changements n'est pas significative. Si les changements sont drastiques, et la fonction objectif complètement transformée après un changement, alors un simple redémarrage de l'algorithme reste la meilleure solution. Néanmoins, pour la plupart des problèmes réels, la fonction objectif ne subit pas de transformations importantes lorsque survient un changement. La question est alors de savoir quelles informations exploiter depuis l'historique de la fonction, et comment les utiliser pour accélérer la convergence.

En pratique, redémarrer un algorithme d'optimisation statique dès qu'un changement a lieu dans la fonction objectif n'est pas toujours possible et peut s'avérer inefficace. Des algorithmes spécialement conçus pour l'optimisation dynamique ont alors été proposés dans la littérature.

Dans cet article, nous décrivons en section 2 les principales familles de métaheuristiques utilisées en optimisation dynamique. Ensuite, notre métaheuristique MADO (*MultiAgent Dynamic Optimization*) est présentée en section 3. En section 4, nous effectuons une comparaison des meilleurs algorithmes proposés en optimisation dynamique, sur deux des principaux jeux de tests de la littérature. Enfin, nous concluons l'article en section 5.

2 Les métaheuristiques en optimisation dynamique

La plupart des algorithmes d'optimisation dynamique proposés dans la littérature sont des métaheuristiques, généralement bio-inspirées, utilisant une ou plusieurs populations de solutions. La plupart d'entre eux appartiennent à la classe des algorithmes évolutionnaires (s'inspirant de la théorie de l'évolution de Darwin) ou à celle de l'optimisation par essaim particulière. Néanmoins, d'autres algorithmes, tels que l'optimisation par colonies de fourmis, les systèmes immunitaires artificiels et les approches hybrides, ont également été proposés. Pour une description détaillée de ces classes de métaheuristiques, on peut se référer à [1].

Il s'agit le plus souvent de métaheuristiques classiques d'optimisation statique ayant été adaptées au cas dynamique, au moyen de différentes techniques. En effet, les algorithmes d'optimisation statique ne peuvent pas en général être utilisés tels quels sur des problèmes dynamiques, principalement pour deux raisons :

1. Après un changement dans la fonction objectif, les informations que l'algorithme a pu accumuler sur celle-ci peuvent être "périmées". C'est le cas notamment des valeurs de la fonction objectif des différentes solutions archivées en mémoire. Il peut alors être nécessaire de mettre en place des traitements spécifiques, afin que le processus d'optimisation n'en soit pas perturbé. Il est possible, par exemple, de réévaluer tout ou partie des solutions mémorisées par l'algorithme.
2. Après un changement dans la fonction objectif, il est probable que l'optimum global ait changé de position dans l'espace de recherche. Il est alors nécessaire de converger rapidement vers sa nouvelle position, avant que la fonction ne change, afin de pouvoir le suivre au fil des changements de la fonction. Si la nouvelle position de l'optimum est très éloignée de la précédente, l'algorithme doit assurer une diversification suffisante pour pouvoir la trouver. Or, lorsqu'un algorithme d'optimisation statique converge vers un optimum, il peut lui être difficile de s'en écarter rapidement, afin d'explorer des zones plus prometteuses de l'espace de recherche.

Les principales techniques proposées pour permettre le suivi et la détection d'optimums peuvent être regroupées dans cinq classes [2] :

1. **Générer de la diversité après un changement** : lorsqu'un changement dans la fonction objectif est détecté, des traitements sont effectués pour augmenter la diversité des solutions et faciliter ainsi la recherche du nouvel optimum.
2. **Maintenir la diversité tout au long de la recherche** : la diversité des solutions est préservée au cours du temps, en partant du principe qu'une population largement répartie dans l'espace de recherche peut s'adapter plus efficacement aux changements.
3. **Utiliser une mémoire** : l'algorithme dispose d'une mémoire pour sauvegarder des informations sur le passé de la fonction objectif. En pratique, les bonnes solutions trouvées sont stockées, en vue d'être réutilisées lorsqu'un changement est détecté. Des techniques plus sophistiquées ont également été proposées dans la littérature [3].
4. **Utiliser plusieurs populations** : diviser la population en plusieurs sous-populations, distribuées sur différents optimums locaux, permet de suivre plusieurs optimums à la fois

et d'augmenter la probabilité d'en trouver de nouveaux.

- Prédire les futurs changements :** récemment, une attention particulière s'est portée sur des techniques visant à prédire les changements. Cette approche repose sur le fait que, pour des problèmes réels, les changements dans la fonction objectif sont susceptibles de suivre un certain schéma qui peut être appris.

La plupart des algorithmes d'optimisation dynamique doivent donc détecter le changement qui survient dans la fonction objectif. Le moyen le plus simple et le plus répandu pour y parvenir consiste à réévaluer une solution : si la valeur de cette solution a changé, on considère alors qu'un changement a eu lieu dans la fonction objectif. Des techniques de détection de changement plus sophistiquées ont également été proposées [4]. Néanmoins, la détection de changement par réévaluation d'une ou plusieurs solutions reste souvent la méthode la plus efficace.

3 La métaheuristique d'optimisation dynamique MADO

La métaheuristique MADO [5, 6] a été proposée pour permettre la résolution de problèmes d'optimisation continue dynamique. Il s'agit d'un algorithme multi-agents : il utilise une population d'agents pour explorer l'espace de recherche. Les agents effectuent des recherches locales en permanence : ils se déplacent pas à pas, depuis leur solution courante vers une meilleure solution avoisinante, jusqu'à ce qu'ils ne puissent plus améliorer leur solution courante, atteignant ainsi un état caractéristique d'un optimum local. Les meilleurs optimaux locaux ainsi trouvés sont alors stockés en mémoire, afin d'accélérer la convergence de l'algorithme.

Les agents sont coordonnés pour explorer au mieux l'espace de recherche et garantir la diversité des solutions. La collaboration directe entre les agents se fait par l'attribution à chaque agent d'une zone de recherche locale exclusive. Ainsi, lorsque plusieurs agents convergent vers une même zone de l'espace de recherche, seul celui ayant la meilleure solution courante continue sa recherche à cet endroit. Les autres agents en conflit dans cette zone doivent redémarrer leur recherche locale ailleurs dans l'espace de recherche. C'est le cas également d'un agent ayant terminé sa recherche locale (stagnation de la solution courante). Le redémarrage de

la recherche locale d'un agent se fait alors dans une zone inédite de l'espace de recherche. Lorsqu'aucune zone inédite ou dépourvue d'agent ne peut être atteinte, l'espace de recherche est considéré comme saturé d'agents. Dans ce cas, l'agent devant redémarrer sa recherche locale est détruit.

Dans MADO, la détection d'un changement dans la fonction objectif se fait par réévaluation d'une solution, sélectionnée aléatoirement parmi les solutions courantes des agents et les optimaux de l'archive. Lorsqu'un changement est détecté, les solutions courantes des agents et les optimaux de l'archive sont alors tous réévalués. Puis des agents sont créés et positionnés sur les optimaux de l'archive. Une fois ces nouveaux agents créés, l'archive d'optimaux est vidée. Cela permet le suivi, au fil des changements dans la fonction objectif, des optimaux locaux trouvés.

Le schéma général de MADO est composé des deux modules suivants (voir Figure 3) :

- Le module de gestion de la mémoire :** il maintient l'archive contenant les optimaux locaux trouvés par les agents.
- Le coordinateur :** il est en charge de la coordination, de la création, de la destruction et du repositionnement des agents.

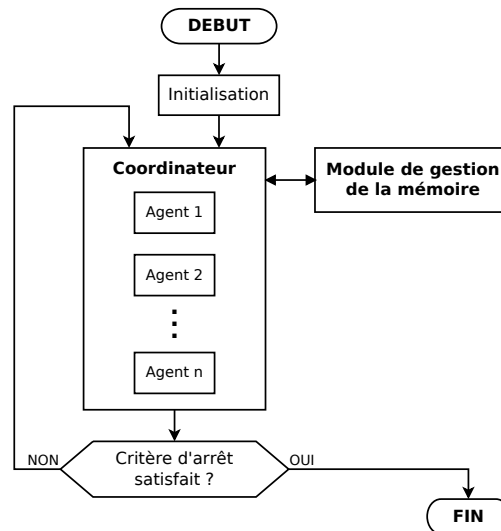


Figure 3 – Schéma général de MADO.

4 Analyse expérimentale

De nombreux problèmes réels admettent des fonctions objectifs gourmandes en temps de calcul. De ce fait, l'effort de calcul fourni par un algorithme

sur un jeu de tests est souvent exprimé en termes de nombre d'évaluations. C'est le cas pour la plupart des jeux de tests utilisés en optimisation dynamique dans la littérature.

Deux d'entre eux sont le plus souvent utilisés : le *Moving Peaks Benchmark* (MPB) et le *Generalized Dynamic Benchmark Generator* (GDBG). Nous décrivons maintenant MPB et GDBG, puis nous présentons une comparaison des algorithmes les plus compétitifs sur ces jeux de tests.

4.1 Le *Moving Peaks Benchmark*

MPB [7] est le jeu de tests le plus répandu en optimisation dynamique. Il s'agit d'un problème de maximisation, où la fonction objectif est composée d'un ensemble de pics (optimums locaux) dont la forme, la position et la taille peuvent varier au cours du temps. Lors d'un changement, n'importe lequel de ces optimums locaux peut devenir le nouvel optimum global. De plus, les déplacements aléatoires des pics sont corrélés par un coefficient λ , $0 \leq \lambda \leq 1$, où 0 correspond à des mouvements décorrélés et 1 correspond à des mouvements très corrélés. Les changements dans la fonction objectif ont lieu toutes les α évaluations.

Afin d'évaluer les performances de l'algorithme testé, une mesure appelée *offline error* est utilisée. Il s'agit de la moyenne des écarts entre la valeur de l'optimum global et celle de la meilleure solution trouvée à chaque itération. Une erreur de 0 signifie donc un suivi parfait de l'optimum.

Trois jeux de paramètres, appelés scénarios, ont été proposés pour ce jeu de tests. Le plus répandu étant le scénario 2 (voir tableau 1), c'est celui-ci que nous utilisons pour tester MADO.

Paramètre	Valeur
Nombre de pics N_p	10
Dimension d	5
Sévérité temporelle des changements α	5000
Coefficient d'autocorrélation λ	0
Nombre de changements N_c	100

Tableau 1 – Scénario 2 de MPB.

4.2 Le *Generalized Dynamic Benchmark Generator*

GDBG [8] a été utilisé lors de la compétition du congrès IEEE CEC'2009, afin de tester des métaheuristiques dédiées à l'optimisation dynamique. Ce jeu de tests est constitué de 49 fonctions. L'ensemble de ces fonctions est supposé être représentatif de la plupart des problèmes d'optimisation dynamique réels. Divers types de changements, plus

ou moins chaotiques et brutaux, ont lieu après un certain nombre d'évaluations de la fonction. Ce problème GDBG est paramétrable, et comporte certains paramètres similaires à ceux de MPB. Nous utilisons ici le paramétrage de la compétition de CEC'2009 (voir tableau 2). Ce jeu de tests donne globalement un score unique sur 100 à la fin de son exécution.

Paramètre	Valeur
Dimension (fixe) d	10
Dimension (variable) d	[5, 15]
Sévérité temporelle des changements	$10000 \times d$
Nombre de changements	60

Tableau 2 – Paramétrage de GDBG lors de la compétition de CEC'2009.

4.3 Comparaison des performances via MPB et GDBG

Seize algorithmes ont été testés via MPB, en moyennant leurs résultats sur 50 exécutions. Les résultats des quatre algorithmes les mieux classés sont présentés dans le tableau 3. Ceux des algorithmes de la littérature testés sur GDBG sont donnés dans le tableau 4.

Ce sont des algorithmes à base de recherches locales qui obtiennent les deux premières places sur chaque jeu de tests. Parmi les algorithmes évolutionnaires testés, les mieux classés sont des algorithmes à évolution différentielle [1] : Mendes et Mohais [9] sur MPB (avec une *offline error* de $1,75 \pm 0,03$) et Brest *et al.* [10] sur GDBG. Parmi ceux de la classe PSO, les mieux classés sont Novoa *et al.* [11] sur MPB et Li et Yang [12] sur GDBG.

On constate que MADO est classé parmi les meilleurs algorithmes sur MPB, et qu'il obtient, sur GDBG, la deuxième place du classement, avec un score supérieur à ceux des algorithmes testés durant la compétition de CEC'2009. Ces résultats montrent l'efficacité des stratégies utilisées dans MADO.

Nous avons proposé récemment un algorithme à base de recherches locales utilisant de nouvelles stratégies [13]. Cet algorithme obtient le meilleur score sur GDBG, et la deuxième place au classement relatif à MPB.

Algorithme	Offline error
Moser and Chiong, 2010 [14]	$0,25 \pm 0,08$
Lepagnot <i>et al.</i> , 2010 [13]	$0,35 \pm 0,06$
Novoa <i>et al.</i> , 2009 [11]	$0,40 \pm 0,04$
MADO [5, 6]	$0,59 \pm 0,10$

Tableau 3 – Performances des quatre algorithmes les mieux classés sur MPB (classés du plus performant au moins performant).

Algorithme	Score
Lepagnot <i>et al.</i> , 2010 [13]	81,28
MADO [5, 6]	70,76
Brest <i>et al.</i> , 2009 [10]	69,73
Korosec and Silc, 2009 [15]	65,21
Yu and Suganthan, 2009 [16]	58,09
Li and Yang, 2009 [12]	57,57
França and Zuben, 2009 [17]	38,29

Tableau 4 – Performances des algorithmes testés sur GDBG (classés du plus performant au moins performant).

5 Conclusion

Dans cet article, nous présentons un état de l’art de l’optimisation dynamique, ainsi que notre métaheuristique MADO. Une comparaison des algorithmes d’optimisation dynamique proposés dans la littérature, sur les deux principaux jeux de tests, est également exposée. On remarque que les algorithmes les plus performants sur ces jeux de tests sont à base de recherches locales, et que MADO en fait partie.

Références

- [1] J. Dréo, A. Pérowski, P. Siarry, and E. Taillard, *Métaheuristiques pour l’optimisation difficile*. Eyrolles, 2003.
- [2] Y. Jin and J. Branke, “Evolutionary optimization in uncertain environments – a survey,” *IEEE Trans. Evol. Comput.*, vol. 9, no. 3, pp. 303–317, 2005.
- [3] S. Yang and X. Yao, “Population-based incremental learning with associative memory for dynamic environments,” *IEEE Trans. Evol. Comput.*, vol. 12, no. 5, pp. 542–562, 2008.
- [4] H. Richter, “Detecting change in dynamic fitness landscapes,” in *Proc. Congr. Evol. Comput.* Trondheim, Norway : IEEE, 2009, pp. 1613–1620.
- [5] J. Lepagnot, A. Nakib, H. Oulhadj, and P. Siarry, “A new multiagent algorithm for dynamic continuous optimization,” *International Journal of Applied Metaheuristic Computing*, vol. 1, no. 1, pp. 16–38, 2010.
- [6] J. Lepagnot, A. Nakib, H. Oulhadj, and P. Siarry, “Performance analysis of MADO dynamic optimization algorithm,” in *Proc. Int. Conf. Intelligent Systems Design and Applications*. Pisa, Italy : IEEE, 2009, pp. 37–42.
- [7] J. Branke, “Memory enhanced evolutionary algorithms for changing optimization problems,” in *Proc. Congr. Evol. Comput.* Washington D.C., USA : IEEE, 1999, pp. 1875–1882.
- [8] C. Li, S. Yang, T. T. Nguyen, E. L. Yu, X. Yao, Y. Jin, H.-G. Beyer, and P. N. Suganthan, “Benchmark generator for CEC 2009 competition on dynamic optimization,” University of Leicester, University of Birmingham, Nanyang Technological University, Tech. Rep., 2008.
- [9] R. Mendes and A. Mohais, “DynDE : A differential evolution for dynamic optimization problems,” in *Proc. Congr. Evol. Comput.* Edinburgh, Scotland : IEEE, 2005, pp. 2808–2815.
- [10] J. Brest, A. Zamuda, B. Boskovic, M. S. Maucec, and V. Zumer, “Dynamic optimization using self-adaptive differential evolution,” in *Proc. Congr. Evol. Comput.* Trondheim, Norway : IEEE, 2009, pp. 415–422.
- [11] P. Novoa, D. A. Pelta, C. Cruz, and I. G. del Amo, “Controlling particle trajectories in a multi-swarm approach for dynamic optimization problems,” in *Proc. Int. Work Conf. Interplay Between Natural Artif. Comput.* Santiago de Compostela, Spain : Springer, 2009, pp. 285–294.
- [12] C. Li and S. Yang, “A clustering particle swarm optimizer for dynamic optimization,” in *Proc. Congr. Evol. Comput.* Trondheim, Norway : IEEE, 2009, pp. 439–446.
- [13] J. Lepagnot, A. Nakib, H. Oulhadj, and P. Siarry, “A multiple local search algorithm for continuous dynamic optimization,” under submission.
- [14] I. Moser and R. Chiong, “Dynamic function optimisation with hybridised extremal dynamics,” *Memetic Computing*, vol. 2, no. 2, pp. 137–148, 2010.
- [15] P. Korosec and J. Silc, “The differential ant-stigmergy algorithm applied to dynamic optimization problems,” in *Proc. Congr. Evol. Comput.* Trondheim, Norway : IEEE, 2009, pp. 407–414.
- [16] E. L. Yu and P. Suganthan, “Evolutionary programming with ensemble of external memories for dynamic optimization,” in *Proc. Congr. Evol. Comput.* Trondheim, Norway : IEEE, 2009, pp. 431–438.
- [17] F. O. de França and F. J. V. Zuben, “A dynamic artificial immune algorithm applied to challenging benchmarking problems,” in *Proc. Congr. Evol. Comput.* Trondheim, Norway : IEEE, 2009, pp. 423–430.

Article invité

La chasse à la bête

Sylvain Gravier

CNRS

Maths à Modeler – Institut Fourier

100 rue des Maths – BP 74

38402 Saint Martin d'Hères

Je vous présente une situation que l'équipe Maths à Modeler a mise en place face à un public varié (9-99 ans) dans des contextes différents (scolaire, manifestations grands publics, musée scientifique tel que le Palais de la Découverte) sur des durées variant de l'heure à une année scolaire dans le cadre d'un atelier Math.en.Jeans. Cette situation, la chasse à la bête, est l'une des situations phares de notre équipe car elle a le mérite de présenter des problématiques fondamentales en mathématiques telles que la différentiation entre condition nécessaire et condition suffisante (CN/CS) tout en permettant au public de rentrer dans une démarche d'investigation proche de celle du chercheur.

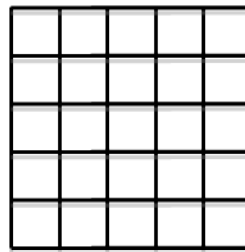


Le lecteur du bulletin trouvera des billes pour faire approcher des notions de Recherche Opérationnelle telle que la dualité en programmation linéaire qui est au cœur de la résolution de cette situation.

J'espère à travers ces quelques lignes vous permettre de mettre en place cette situation dans le cadre de vos interventions publiques ou même pourquoi pas dans vos enseignements. A la suite, je présente la situation de la chasse à la bête telle que nous la proposons au public, le texte sera agrémenté de remarques destinées au lecteur plus expert.

On dispose d'un jardin représenté par une grille carrée (5 X 5 est une bonne taille). Malheureusement ce jardin est envahi de taupes qui peuvent se

poser sur les cases suivant leur forme (par exemple 3 cases alignées). Pour chasser ces taupes, nous disposons de pièges (un carré) qu'il s'agit de disposer sur notre jardin de sorte qu'aucune taupe ne puisse se placer.



un jardin



un piège



une taupe

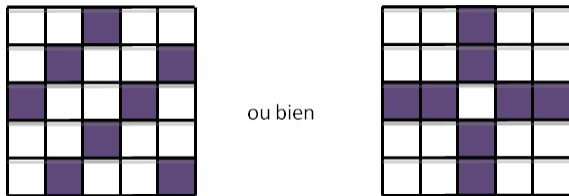
Une première solution facile est de placer un piège par carré de la grille; cependant un piège coûte cher donc il convient de placer un nombre minimum de pièges!!

Pour les amateurs de complexité algorithmique, je peux préciser que le problème ainsi posé si notre jardin a une forme quelconque est NP-Difficile.

Généralement, lorsque l'on propose ce problème à des jeunes on débute en chassant le domino (composé de deux cases), mais pour nos lectures avisés, je propose d'attaquer la chasse aux taupes constitués de trois cases.

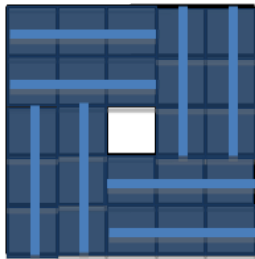


Après quelques tentatives coûteuses, le public montre que 8 pièges suffisent. Je laisse au lecteur curieux le soin de chercher une troisième solution avec 8 pièges...



ou bien

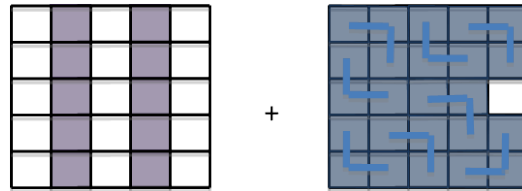
Après plusieurs tentatives infructueuses, notre public ne trouve pas de solution à moins de 8 pièges. Le doute s'installe et la nécessité de montrer que l'on ne peut pas faire mieux apparaît. Pour montrer que 8 pièges sont nécessaires, passons au dual. On observe qu'une taupe placée sur le jardin impose l'usage d'un piège sur l'une des cases couvertes par cette taupe. Plaçons maintenant, le plus grand nombre de taupes dans notre jardin (problème dual). Comme, on arrive à en placer 8, on tient notre nombre minimum de pièges et dans ce cas on a une relation forte de dualité.



Maintenant attaquons-nous à la taupe suivante :



On arrive à la chasser avec 10 pièges, mais on ne peut en mettre que 8 dans notre jardin.



$$10 \geq \min \geq 8$$

Les habitués de programmation linéaire en nombre entier, ne se décourageront pas aussi facilement. En observant que dans le carré 2x2, deux pièges sont nécessaires, on obtient ainsi une coupe qui permet de montrer que 10 pièges sont nécessaires – à vous de jouer ! Une multitude de variantes sont envisageables, on notera que si l'on souhaite chasser en même temps, toutes les taupes formées de 5 cases, on retrouve le « pentomino exclusion problem » dû à Golomb en 1968. Voici quelques références sur ce dernier problème :

- R.A. Bosch, A Pentomino Exclusion Problem, *Optima* 60 (1998) 3.
- S.W. Golomb, *Polyomines - Puzzles, Patterns, Problems and Packings*, (Princeton Science Library, 1994).
- S. Gravier, C. Payan, On the Pentomino Exclusion Problem, *Discrete and Computational Geometry* 26 (2001) 375-386.

Vie de l'association

Challenge ROADEF/EURO 2010

Le challenge ROADEF/EURO 2010 s'est terminé en juillet 2010 à EURO Lisbonne.

Pour mémoire, le challenge concernait la résolution d'un problème de gestion d'énergie de grande taille comportant des contraintes diversifiées, proposé par EDF. Pour en rappeler le contexte, la génération d'utilités de puissance en France par EDF représente 98,8 GW de capacité installée. La diversité des utilités d'EDF associe toutes les formes d'énergie : thermique (nucléaire, charbon, pétrole et gaz), hydraulique et énergies renouvelables. La plus grande partie de l'électricité qu'EDF génère en France est produite par des centrales thermique : 90% en 2008 dont 86% par les centrales nucléaires. Le sujet était consacré aux centrales thermiques et en particulier à celles, comme les centrales nucléaires, qui doivent être périodiquement arrêtées pour ravitaillement et maintenance. Il s'agissait de proposer un ordonnancement de ces arrêts devant satisfaire des contraintes variées, concernant la sécurité, la maintenance, la logistique et les opérations à réaliser tout en menant à un programme de production à coût minimal. Les données des problèmes à résoudre, fournis par EDF, comportaient jusqu'à 170 centrales, 300 semaines de planification avec de 3 à 42 pas de temps par semaine, et jusqu'à 500 scénarios de demande différents.

44 équipes étaient enregistrées au départ (démarrage à EURO 2009 à Bonn), mais seules 21 équipes ont été qualifiées (comme annoncé à ROADEF 2010 à Toulouse). Au final 18 programmes ont été reçus, provenant de 12 pays différents, ce qui illustre l'internationalisation du challenge sans doute favorisée par la participation d'EURO à l'organisation pour la première fois. Néanmoins, on dénombre 4 équipes françaises parmi les finalistes, ce qui place la France comme le pays le plus représenté dans la finale. Les équipes avaient cette année la possibilité d'envoyer deux programmes, un dans leur catégorie ("junior" ou "senior"), et un dans une catégorie spéciale "multithread" qui autorisait le calcul parallèle.

Les vainqueurs dans la catégorie "senior" sont David Savourey, Vincent Jost, Christoph Dürr, Nora Touati, Antoine Jeanjean, (Polytechnique et Bouygues e-lab, France) qui remporte le prix de 4000 euros.



Dans la catégorie "junior", le premier prix de 2500 euros a été remporté par Roman Steiner, Sandro Pirkwieser, Matthias Prandtstetter, (Vienna University of Technology, Autriche).



Le second prix "junior" de 1000 euros a été obtenu par Steffen Elberg Godskesen, Thomas Sejr Jensen, Niels Kjeldsen, Rune Larsen (Dept. of Mathematics and Computer Science, Univ. of Southern Denmark and DONG Energy A/S, Danemark). Le troisième prix "junior" de 500 euros a été attribué à Lauri Ahlroth, Henri Tokola, Andre Schumacher, (Aalto Univ., School of Science and Technology, Finlande). Enfin, puisqu'aucun programme de la catégorie "multithread" n'a réussi à battre les meilleurs programmes des équipes présentées ci-dessus, un prix spécial du jury a été attribué à Johan Peekstok, Eelco Kuipers, (BeImproved, Pays-Bas). Ce prix spécial provient du fait que le calcul de la fonction objectif dont est issu le classement favorise les méthodes robustes, qui réussissent à obtenir une solution réalisable pour toutes les instances

"X", restant inconnues des candidats. Certaines méthodes obtiennent d'excellents scores sur certaines instances mais sont pénalisées par la violation de contraintes sur d'autres. Ainsi l'équipe Hollandaise a obtenu 7 meilleures solutions sur 10 mais s'est vu pénalisée par une solution non réalisable, dure loi du challenge!

Au sujet des méthodes proposées pour résoudre ce problème très difficile, ce challenge s'est caractérisé par une grande variété de méthodes : recherche locale, métaheuristiques, programmation linéaire en nombres entiers et programmation par contraintes. Les méthodes de décomposition ont été à l'honneur, notamment la méthode de Benders et la génération de colonnes. Pour contourner la difficulté des évaluations liée au grand nombre de scénarios et

de périodes de temps, des métriques de substitutions (surrogate) ont souvent été employées, ainsi que des techniques d'agrégation (des périodes de temps et/ou des scénarios), de linéarisation et d'approximation. Enfin des principes d'incrémentalité des calculs ou des techniques d'accélération ont souvent permis de faire la différence. La recherche opérationnelle a donc été à l'honneur dans sa diversité.

Tous les résultats peuvent être consultés sur le site du challenge (<http://challenge.roadef.org/>).

Rendez-vous en 2011 pour l'annonce du prochain sujet!

L'équipe challenge ROADEF/EURO Murat Af-sar, Christian Artigues, Eric Bourreau et Ender Ozcan

Conférence ROADEF 2011

communiqué par Xavier Delorme

Le congrès ROADEF 2011 aura lieu du 2 au 4 mars 2011 sur le site de l'Espace Fauriel situé au coeur de Saint-Étienne. Il est organisé par l'École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne avec la participation de Telecom Saint-Étienne et du LASPI, établissements de l'université Jean-Monnet de Saint-Étienne. Pour en savoir plus : roadef2011.emse.fr

Les inscriptions sont ouvertes!!!

Venez nombreux à ce rendez-vous incontournable de la communauté RO-AD! Nous avons déjà reçu près de 400 soumissions et nous nous attendons à recevoir plus de 500 participants. Au programme, nous aurons des conférences plénières données par des personnalités scientifiques de tout premier plan (G. Nemhauser, D. Simchi-Levi, R. Slowinski, D. de Werra), des conférences assurées par des industriels, ainsi qu'un large éventail de sessions visant à cou-

vrir tous les thèmes intéressant notre communauté. Afin de permettre la diffusion la plus large possible des travaux présentés lors du congrès, des actes post-conférence ainsi que plusieurs numéros spéciaux de revues prestigieuses (Computers & Operations Research, Computers & Industrial Engineering, RAIRO Operations Research/Recherche Opérationnelle, ...) seront proposés aux auteurs.

Le congrès sera aussi l'occasion pour plusieurs groupes de travail de la ROADEF et du GdR de se réunir, et l'assemblée générale de l'association se déroulera le 3 mars. A noter deux innovations importantes cette année avec l'organisation de visites industrielles (Easydis - logistique groupe Casino, Usine Modèle du Management de l'Excellence Opérationnelle, ...) et la remise de prix pour les meilleures présentations.

Vie des groupes de travail ROADEF

compte rendu des activités du groupe

SCDD : Systèmes Complexes et Décisions Distribuées

communiqué par Stéphane Bonnevey

Le groupe poursuit ses travaux autour de la modélisation prétopologique de systèmes complexes. Les prochaines journées de la prétopologie auront lieu

en mars 2011.

Plusieurs rencontres ont été organisées au Caire pour l'extension du projet MOUSSON en Egypte.

compte rendu des activités du groupe

KSO : KnapSack et Optimisation

communiqué par Mhand Hifi

Rencontres du groupe de travail KSO

Le groupe de travail KSO organisera une journée sur la résolution de certaines problématiques de la logistique par des méthodes parallèles P2P avec une ouverture vers d'autres approches parallèles. Cette journée, qui aura lieu au deuxième semestre de l'année 2011, sera conjointement organisée par le LAAS et l'équipe ROAD du laboratoire MIS de l'UPJV.

- La session sac-à-dos du Congrès de la ROADEF 2010, du 24 au 26 février 2010, Toulouse.
- Deux sessions sur les méthodes parallèles ou distribuées pour la programmation entière du Congrès de la ROADEF 2010, du 24 au 26 février 2010, Toulouse.

Organisation de sessions/workshops Les membres du groupe de travail KSO organisent plusieurs sessions dans le Congrès de la ROADEF 2011, qui se tiendra à l'Ecole Nationale des Mines de Saint-Etienne du 2 au 4 mars 2011 :

- Session spéciale, "*Algorithmes d'Approximation pour les Problèmes Combinatoires*", qui sera organisée par I. Kacem (présentation de nouvelles avancées dans le domaine de l'approximation).
- Session spéciale, "*Méthodes parallèles pour les problèmes combinatoires*", qui sera organisée par M. Hifi et T. Saadi (problèmes combinatoires).
- Session spéciale "*Knapsack*", qui sera organisé par M. Hifi (sur de nouveaux modèles et de nouvelles approches algorithmiques pour différents problèmes faisant appel à des problèmes de type knapsack).

Les membres du groupe de travail KSO, en particulier D. El Baz, organise un Workshop : NTPCO (*New Trends in Parallel Computing and Optimization*) en conjonction avec PDP 2011 à Chypre.

D'autres sessions ont été organisées (ou présidées) par les membres du groupe de travail KSO :

Organisation de trois issues spéciales Le groupe de travail KSO a organisé trois issues spéciales dans des revues internationales :

- Special Issue on "*Knapsack and Related Problems*", *Computers and Operations Research*, Guest Editors M. Hifi et R. M'Hallah. La publication en ligne de l'issue spéciale est prévue pour le premier trimestre 2011.
- Special Issue on "*Polyhedral Study and Branch-and-Cut*", *International Journal of Mathematics in Operational Research*. Guest Editors M. Hifi, I. Kacem et R. Mahjoub. La publication en ligne de l'issue spéciale est prévue pour le premier semestre 2011.
- Special Issue on "*Operations Research*", *Studia Informatica Universalis* Guest Editors H. Ait Haddaden, I. Bouchmakh et M. Hifi. La publication est prévue pour le premier trimestre 2011.

Le comité d'organisation : Mhand Hifi (Université de Picardie Jules Verne, Laboratoire MIS), Didier El Baz (LAAS, Université de Toulouse), Moussa Elkihel, (LAAS, Université de Toulouse), Said Hanafi (LAMIH, Université de Valenciennes), Imed Kacem (LITA, Université de Metz)

compte rendu des activités du groupe

META : théorie et applications des métaheuristiques

communiqué par Patrick Siarry

Organisation de la conférence META'2010 (Djerba Island, Tunisia, October 2010).

Organisation d'un Symposium "Computational Intelligence in Production and Logistics Systems", dans le cadre de la conférence "IEEE Symposium Series on Computational Intelligence" SSCI'2011 (April 2011, Paris).

Démarrage du projet "Etude des échanges d'information dans la méthode d'Optimisation par Essaim Particulaire et caractérisation des problèmes potentiellement bien résolus. Application à la génération in silico d'organes humains". Ce projet a été retenu dans le cadre de l'Appel à Idées RNSC-ISCPIF 2010. Laboratoires partenaires : LIMOS (Clermont-Ferrand), IRCCyN (Nantes) et LiSSi (Créteil).

Organisation d'une réunion commune avec le GT Bermudes, dans le cadre des rencontres d'automne du pôle STP (Sciences et Techniques de la Production) du GdR MACS.

Organisation de sessions dans la conférence ROADEF'2011

Numéro spécial d'un journal international : Engineering Applications of Artificial Intelligence, sur le thème "Local Search Algorithms for Real-World Scheduling and Planning Applications". Editeurs invités : R. Chiong et P. Siarry. Parution en 2011.

Le comité d'organisation : P. Siarry et El-Ghazali Talbi

compte rendu des activités du groupe

JFRO : Journées Franciliennes de Recherche Opérationnelle

communiqué par Cédric Bentz

Compte-Rendu de la 24^{ème} journée JFRO, co-organisée avec le groupe GOTHa

La 24^{ème} édition des Journées Franciliennes de Recherche Opérationnelle s'est déroulée le vendredi 24 septembre 2010 à l'Université Paris 6 (Pierre et Marie Curie). Cette journée avait pour thème "Ordonnancement sans temps mort et ordonnancement sans attente", et était co-organisée par le comité JFRO et Fanny Pascual (pour le groupe GOTHa).

La journée a débuté par un exposé de deux heures de Philippe Chrétienne (LIP6, Université Paris 6) intitulé "Ordonnancement sans temps mort et nouveaux problèmes associés". Ce tutoriel a présenté une vue d'ensemble des résultats liés à l'ordonnancement sans temps mort (c'est-à-dire que les tâches sur chaque machine doivent être exécutées en un seul bloc). D'abord, la complexité du problème à une seule machine a été évoquée : la plupart des problèmes d'ordonnancement "classiques" NP-difficiles restent NP-difficiles dans le cas sans temps mort, une classe particulière de problèmes

appelée *ENI* (pour *Earliest Non Idling*), pour laquelle on peut facilement déterminer la date de début d'un ordonnancement optimal, a été introduite (la préemption étant notamment une condition suffisante d'appartenance à ENI). Enfin, un algorithme polynomial pour la plupart des critères a été présenté dans le cas où les durées des tâches sont identiques. L'exposé s'est ensuite focalisé sur le problème à machines identiques : en particulier, lorsqu'on cherche à ordonnancer des tâches unitaires de façon à minimiser la durée de l'ordonnancement, les algorithmes de Hu (pour les anti-arborescences) et de Coffman-Graham (pour le problème à deux machines) peuvent être étendus au cas sans temps mort.

Puis, Antoine Jouglet (HEUDIASYC, UTC) a présenté une approche de programmation par contraintes pour ordonnancer sans temps mort des tâches sur une seule machine, de façon à respecter des dates de disponibilité et à minimiser un critère régulier. Cet algorithme utilise notamment la propagation de certaines conditions nécessaires

et/ou suffisantes pour obtenir des ordonnancements (semi-)actifs et optimaux : ainsi, un ordonnancement est semi-actif si et seulement si au moins une tâche commence à sa date de disponibilité. Quelques résultats expérimentaux ont également été détaillés.

Christoph Dürr (LIX, École Polytechnique) a ensuite décrit un algorithme polynomial de programmation dynamique pour le problème consistant à ordonnancer des tâches sur un seul processeur, tout en prenant en compte des dates de disponibilité et des dates d'échéance, et en minimisant la consommation énergétique du processeur. On fait pour cela l'hypothèse que le processeur consomme une quantité constante d'énergie par unité de temps lorsqu'il est allumé (qu'il soit en train d'exécuter des tâches ou non), et qu'il peut être éteint : il ne consomme alors pas d'énergie tant qu'il reste éteint, mais consomme une certaine quantité d'énergie à chaque fois qu'on le rallume. Il a également été montré que la complexité de cet algorithme pouvait être améliorée dans le cas de tâches unitaires.

Dans le quatrième exposé de la journée, Imed Kacem (LITA, Université Paul Verlaine de Metz) a proposé des algorithmes approchés pour le problème consistant à ordonnancer sans temps mort et sur une seule machine des tâches ayant des dates de disponibilité et des temps de livraison donnés, tout en minimisant le retard maximum. Il a ainsi montré comment deux algorithmes d'ordonnancement classiques, l'algorithme approché à ratio constant de Potts et Schrage et le schéma d'approximation polynomial de Mastrolilli, pouvaient être étendus au

cas sans temps mort.

Enfin, après avoir présenté un bref état de l'art sur l'ordonnancement sans attente, Ammar Oulamara (LORIA, Université de Nancy) a exposé une série de résultats concernant la résolution d'un problème d'atelier de type *flowshop* : on cherche à ordonnancer un ensemble de tâches sur deux machines successives, sans attente (ce qui signifie que, dès que l'exécution d'une tâche est terminée sur la première machine, son exécution sur la seconde machine doit aussitôt commencer). La particularité du problème est que les tâches peuvent être exécutées par lot sur chaque machine : en parallèle sur la première, séquentiellement sur la seconde. Ce problème est NP-difficile au sens fort, et admet un algorithme 2-approché. Néanmoins, si, sur la première machine, la capacité des lots est deux et les durées d'exécution identiques, alors le problème est polynomial, par réduction à un problème de couplage maximum. Enfin, il est également polynomial sous la seule condition que les durées d'exécution sont identiques sur la seconde machine.

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), Hacene Ouzia (Univ. Paris 6), Cedric Bentz (Univ. Paris 11) et Nicolas Thibault (Univ. Paris 2), et Fanny Pascual (pour le GOTHa)

compte rendu des activités du groupe

POC : Polyèdres et Optimisation Combinatoire

communiqué par Sylvie Borne

Journée Scientifique du 7 décembre 2010

Le 7 décembre 2010 aura lieu la septième journée scientifique du groupe POC sur le thème "Partitionnement de graphes et problèmes connexes". Elle se déroulera à l'Institut Henri Poincaré (IHP) de l'Université Pierre et Marie Curie (Paris 6). Comme les journées scientifiques précédentes portant sur des thèmes aussi différents que "Séparation de contraintes", "Facettes et Polyèdres Combinatoires", "Matroïdes" ou "Algorithmes d'approximation et Polyèdres", la journée commencera avec un tutorial sur les méthodes de partitionnement de graphes et continuera avec des exposés permet-

tant d'approfondir des notions liées au partitionnement de graphes et aux polyèdres. Ainsi, le matin nous écouterons François Pellegrini (co-auteur du livre "Partitionnement de graphe : optimisation et applications" paru en 2010 chez Hermes-Lavoisier) qui nous parlera des "défis actuels pour le partitionnement parallèle de très grands graphes". Mohamed Didi-Biha présentera ensuite des travaux sur une "Etude polyédrale pour quelques problèmes de partitionnement dans les graphes". La journée sera comme d'habitude entrecoupée de questions ouvertes, sources de discussions scientifiques et de collaborations.

Sessions POC lors de la conférence ROADEF 2010

Le groupe de travail POC organise cette année plusieurs sessions autour des thématiques de POC dans le cadre de RoadeF 2011 qui aura lieu à Saint-Etienne du 2 au 4 mars 2011. Nous espérons que ces sessions POC, très suivies les années précédentes, permettront de présenter de nouveaux résultats intéressants et seront l'occasion de collaborations.

JPOC7 du 8 au 10 juin 2011

L'année dernière, les journées JPOC avaient été remplacées par une conférence internationale parrainée par le groupe POC. La conférence ISCO 2010 (International Symposium on Combinatorial Optimization) a donc eu lieu du 24 au 26 mars 2010 à Hammamet en Tunisie (<http://www.lamsade.dauphine.fr/isco/>). Cette année, les Journées Polyèdres et Optimisation Combinatoire reviennent et la septième édition (JPOC7) aura lieu à l'Université de Valenciennes, les 8, 9 et 10 juin 2011. Comme les journées précédentes, elles seront organisées en sessions plénières, afin de don-

ner la possibilité aux participants d'assister à l'ensemble des exposés. Leur objectif principal est de proposer des présentations liées aux différents aspects des polyèdres et à leurs applications en optimisation combinatoire. Ces journées sont l'occasion de réunir des chercheurs dans ce domaine et dans les domaines proches, et venant des milieux académiques et industriels, permettant ainsi de construire des liens d'échange et de collaboration.

Minicours : Approches polyédrales en supply chain

Suite au succès des minicours qui avaient précédé les Journées JPOC4, JPOC5 et JPOC6, cette initiative sera reconduite, sur un nouveau sujet et avec de nouveaux intervenants, en amont des journées JPOC7 (du 6 au 8 juin). Ce cours portera cette année sur les approches polyédrales en supply chain. Il est gratuit et ouvert à tous et peut être validé comme module dans les écoles doctorales.

Les animateurs du groupe POC

<http://www.lamsade.dauphine.fr/~poc/>

Comptes-rendus de manifestations parrainées par la ROADEF

Compte-rendu de l'EURO Summer Institute (ESI)

Klagenfurt, du 20 août au 4 septembre 2010

<http://www.esi2010.uni-klu.ac.at/>

communiqué par Julien LEPAGNOT (Université Paris-Est Créteil Val-de-Marne) et Nathan KRISLOCK (INRIA Rhône-Alpes) (subventionnés par la ROADEF pour assister à cet événement)

Du 20 août au 4 septembre 2010, s'est tenu dans la ville de Klagenfurt, en Autriche, l'EURO Summer Institute (ESI) qui a réuni une vingtaine de participants et d'intervenants, mathématiciens et informaticiens, dans une ambiance très conviviale.

Cette école d'été concernait les méthodes d'optimisation non-linéaires, telles que la programmation semi-définie (SDP). La SDP peut être vue comme une généralisation de la programmation linéaire (LP). Il s'agit d'un domaine relativement récent de l'optimisation convexe et qui connaît un intérêt croissant. En effet, un grand nombre de problèmes convexes ont pu être exprimés dans ce formalisme. De plus, des problèmes NP-difficiles admettent une relaxation SDP qui permet de leur trouver rapidement une solution approchée de qualité. Enfin, la plupart des méthodes de point intérieur de la LP ont été généralisées à la SDP. De même qu'en LP, ces méthodes ont une complexité polynomiale.

L'ESI a commencé par une superbe introduction de Miguel Anjos (École Polytechnique de Montréal au Canada) sur la SDP (et sur la programmation conique en général) pour l'optimisation discrète, fournissant ainsi aux participants la plupart des outils allant être utilisés durant cette école d'été. Miguel a ensuite montré la façon dont la programmation conique est utilisée dans le domaine de la programmation polynomiale quadratique binaire. Enfin, il a présenté comment le démarrage à chaud de méthodes de point intérieur est utilisé en optimisation combinatoire.

Franz Rendl (Alpen-Adria-Universität Klagenfurt et président du comité local d'organisation) a exposé des résultats théoriques élégants sur la faisabilité asymptotique dans le domaine de la dualité conique, pour le problème de l'affectation quadratique, et sur des formulations en programmation copositive des problèmes du stable maximum et de coloration de graphe.

Florian Jarre (Universität Düsseldorf en Allemagne) a présenté les méthodes de point intérieur utilisées pour résoudre des problèmes de SDP. Il a aussi parlé des méthodes plus récentes de projection

accélérée et a introduit les conditions d'optimalité pour les problèmes de SDP non-linéaires.

Christoph Helmberg (Technische Universität Chemnitz en Allemagne) a présenté la méthode spectral bundle pour l'optimisation en valeurs propres, et a donné un tutoriel sur sa librairie C/C++ ConicBundle pour l'optimisation convexe. Christoph a également abordé de nombreuses applications, incluant les problèmes de plongement de graphe, les problèmes de réalisations de graphes correspondant aux valeurs propres extrêmes d'une matrice laplacienne, ainsi que le problème de minimisation du rang d'une matrice par l'heuristique de la norme nucléaire.

Etienne de Klerk (Tilburg University aux Pays-Bas) a présenté un tutoriel sur les programmes d'optimisation Sum-of-Squares (SOS) et semi-définis, incluant des exemples utilisant les logiciels SOS-Tools et Gloptipoly. Il a également présenté un tutoriel sur la réduction de programmes semi-définis offrant une structure particulière en exploitant la symétrie algébrique.

Veronica Piccialli (Università degli Studi di Roma Tor Vergata en Italie) a introduit la relaxation SDP du problème de la coupe maximale, ainsi que les récentes méthodes de rang faible pour résoudre des problèmes de SDP. Veronica a également supervisé une séance sur ordinateur consacrée à l'apprentissage du langage de modélisation de YALMIP et des solveurs SDP tels que CSDP, SeDuMi, SDPT3, DSDP et SDPLR.

Le programme de l'ESI, ainsi que des supports écrits et des exercices, est disponible sur le site Internet de l'ESI à l'adresse <http://www.esi2010.uni-klu.ac.at/>.

Les présentations des intervenants avaient lieu dans la matinée, et une session de travail en équipe était organisée l'après-midi. Cette dernière avait pour but de permettre à chaque participant de soumettre aux autres le ou les problèmes sur lesquels il travaille, afin d'obtenir de l'aide ou des conseils ; elle permettait également d'approfondir ce qui avait été présenté dans la matinée. De plus, lors d'une

journée consacrée à une meilleure connaissance du groupe, chaque participant a pu se présenter aux autres et leur faire découvrir ses travaux de recherche. Le dernier jour, chacun a exposé ce que l'ESI lui avait apporté, tant sur le plan des connais-

sances que dans ses travaux. En clôture, les participants ont remercié l'équipe organisatrice qui s'est montrée très accueillante et attentionnée tout au long de ce séjour agréable et enrichissant.

Le GDR Recherche Opérationnelle

par Philippe Chrétienne

Compte-tenu du soutien additionnel obtenu en 2010 et que nous espérons pérenne pour les années à venir, le GDR RO a créé les Actions de Recherche Fondamentale en Recherche Opérationnelle (ARFRO). L'objectif global de ce programme est de favoriser des collaborations nouvelles entre des équipes reconnues et sur une durée suffisamment longue pour obtenir des avancées significatives sur des sujets considérés par la communauté R.O. comme des verrous technologiques importants. Chaque année, une ARFRO sera sélectionnée et financée pour 3 ans sur une base de 10K euros annuels. La sélection sera opérée par le Conseil Scien-

tifique du GDR sur la base de 2 rapports dont l'un au moins sera établi par une personnalité extérieure au CS. La proposition doit impliquer 2 ou 3 équipes rattachées au GDR RO dont le regroupement constitue une dynamique nouvelle et prometteuse pour le sujet proposé. La proposition doit porter sur un sujet de nature fondamentale relevant des thématiques du GDR RO et considéré comme un verrou technologique par la communauté R.O. Il n'y a pas a priori de thème prioritaire. Les prolongations ou accompagnements de projets déjà financés sont exclus.

Manifestations à venir

Conférences parrainées par la ROADEF

2-4 février 2011 : ROADEF 2011, Saint Etienne, France.

Conférences EURO

10-15 juillet 2011 : IFORS 2011, International Federation of Operational Research Societies Conference, Melbourne, Australie.

13-18 septembre 2011 : ORP3 2011, EURO Conference for young OR researchers, Cádiz, Espagne.

8-11 juillet 2012 : EURO 2012, EURO XXV International Conference, Vilnius, Lituanie.

Écoles

17-21 janvier 2011 : "Winter School on Network Optimization", Estoril, Portugal.

Autres conférences

16-20 mai 2011 : PCO 2011, Anchorage, États-Unis.

25-27 mai 2011 : IESM 2011, Metz, France.

10-15 juillet 2011 : IFORS 2011, Melbourne, Australie.

28 août-2 septembre 2011 : IFAC World Congress 2011, Milan, Italie.

Parutions d'ouvrages

Supply Chain Engineering : Useful Methods and Techniques

Alexandre Dolgui and Jean-Marie Proth, Springer, 2010

Pour commander version ISBN 978-1-84996-016-8 :

<http://www.springer.com/engineering/production+eng/book/978-1-84996-016-8>

Pour une version on line :

<http://www.springerlink.com/content/978-1-84996-016-8>

Partitionnement de graphe

Ouvrage coordonné par Charles-Edmond Bichot et Patrick Siarry, Hermes-Lavoisier, traité IC2 - Juillet 2010 :

<http://www.lavoisier.fr/fr/livres/index.asp?texte=2746230050&select=isbn&from=Hermes>

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 2011

Les cotisations pour l'année 2011 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 Denis Montaut (tresorier@roadef.org) ou Nadia Brauner (secretaire@roadef.org).

ROADEF : LE BULLETIN

Bulletin de la société française de recherche opérationnelle et d'aide à la décision
 association de loi 1901

Procédure technique de soumission :

Le texte soumis pour parution dans le bulletin doit être fourni à Christelle Guéret (vpresident1@roadef.org), préférablement sous forme de document latex.

Comité de rédaction :

Nadia Brauner, Christelle Guéret, Denis Montaut, Nathalie Sauer
 Francis Sourd, François Vanderbeck

Composition du Bulletin :

Christelle Guéret

Ce numéro a été tiré à 320 exemplaires.

Les bulletins sont disponibles sur le site de la ROADEF.

4OR

**A Quarterly Journal
of Operations Research**

Editors-in-Chief

Philippe Baptiste
Thierry Marchant
Silvano Martello

Editorial Board

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

Senior Editors

Denis Bouyssou
Frank Plastria

INVITED SURVEY

Recent progress of local search in handling the time window constraints of the vehicle routing problem

H. Hashimoto · M. Yagijura · S. Imahori · T. Ibaraki 221

RESEARCH PAPERS

Diversification-driven tabu search for unconstrained binary quadratic problems

F. Glover · Z. Lü · J.-K. Hao 239

Delay analysis of two batch-service queueing models with batch arrivals: $Geo^X/Geo^c/1$

D. Claeys · J. Walraevens · K. Laevens · H. Bruneel 255

An improved algorithm for the two machine flow shop problem with several availability constraints

H. Hadda 271

A stochastic periodic review integrated inventory model involving defective items, backorder price discount, and variable lead time

Y.-J. Lin 281

INDUSTRY

A gate reassignment framework for real time flight delays

C.-H. Tang · S. Yan · Y.-Z. Hou 299

PHD THESES

Application-oriented mixed integer non-linear programming

C. D'Ambrosio 319

Outer approximation algorithms for DC programs and beyond

Q. Zhang 323

Point-to-point shortest paths on dynamic time-dependent road networks

G. Nannicini 327

Further articles can be found at www.springerlink.com

Abstracted/Indexed in: Cabell's, E-JEL, EconLit, Expanded Academic, International Abstracts in Operations Research, JEL on CD, Journal of Economic Literature, Mathematical Reviews, Science Citation Index Expanded (SciSearch), SCOPUS, Social Science Research Network (SSRN), Zentralblatt Math

Instructions for Authors for 4OR-Q / Oper Res are available at www.springer.com/10288