

Le bulletin

Semestriel



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

Éditorial : Luk Van Wassenhove

La Recherche Opérationnelle : une Science Pour un Monde Meilleur

Article invité : Fatiha BENDALI

Prix Nobel pour des travaux en théorie des jeux

Article invité : GOTH A, sous groupe rcpsp

Problème de gestion de projet à contraintes de ressources

Vie de l'association :

Le GdR Recherche Opérationnelle

Challenge ROADEF 2007

Mouvements des adhérents de la ROADEF

Manifestations parrainées par la ROADEF :

Programme de la conférence conjointe FRANCORO V / ROADEF'07

Annonces de manifestations parrainées : ORAHS, MISTA, DRCN, LFA

Groupes de travail ROADEF

Rejoindre la ROADEF

Édition Automne - Hiver 2006
Numéro 17 - décembre 2006

Éditeur..... Jean-Charles Billaut, Département d'Informatique, Polytech'Tours, 64 avenue Jean Portalis 37200 Tours

Siège social..... Jean-Charles Billaut, Département d'Informatique, Polytech'Tours, 64 avenue Jean Portalis 37200 Tours

Publication..... Eric Sanlaville, LIMOS - Université Blaise Pascal, Campus des Cégeaux, 63173 Aubière Cédex

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

Langues officielles..... Français et anglais

Editorial

La Recherche Opérationnelle : une Science Pour un Monde Meilleur

Luk N. Van Wassenhove ¹
Luk.Van-Wassenhove@insead.edu

Il y a quelque temps, INFORMS a décidé de promouvoir la recherche opérationnelle en s'appuyant sur le slogan « OR : the Science of Better ». Voilà qui m'a conduit à me poser quelques questions... Meilleur pour quoi ? Meilleur pour qui ? En tant que spécialiste de la recherche sur les processus de gestion de la chaîne logistique, j'ai décidé de me concentrer sur ce domaine – même s'il va de soi que la RO concerne bien d'autres disciplines.

1 « Le futur, c'est plus ce que c'était. » - Yogi Berra

J'ai pour habitude, puisqu'il est question d'interdisciplinarité, de m'inspirer des grands philosophes, comme par exemple Yogi Berra, dont on méditera avec profit la très pertinente maxime ci-dessus. A cet égard, j'aimerais souligner dans un premier temps à quel point le paysage opérationnel a changé ces dix dernières années, compliquant considérablement les processus de prise de décision. Voici quelques exemples.

1.1 L'usine Sanofi-Aventis de Neuville, près de Lyon

On y fait de la chimie industrielle, rien de plus simple a priori en termes organisationnels. Il y a dix ans du moins. Car là où à l'époque il n'y avait en gros qu'une unité de production, on trouve désormais, en plus de cette unité dont la surface n'a guère varié : un PC sécurité, des bâtiments administratifs, une plate-forme logistique, une zone consacrée au développement de nouveaux processus, une autre dédiée aux traitements biologiques, un incinérateur, un oxydeur thermique, un évaporateur concentrateur... et la surface totale a doublé. La production n'est plus tout, l'usine est prise dans un réseau dont elle n'est plus qu'un nœud : développement, logistique, environnement, santé, sécurité... quoi d'autre ? La prévention des risques est un souci majeur : cette usine dispose de 22 pom-

piers, toute une flotte basée sur place, organisée en quatre équipes se relayant 24 heures sur 24, 7 jours sur 7, 365 jours par an. Pas si simple, en fin de compte.

1.2 Le parc industriel « Smartville » de Hambach, en Alsace

Véritable temple du juste-à-temps, tout y est pensé en fonction de cet objectif, depuis la chaîne d'assemblage en forme de croix jusqu'au planning, heure par heure, du nombre de Smart sortant de la chaîne, en fonction des départs de camions de livraison pour telle ou telle destination en Europe, en passant par l'installation sur place des fournisseurs et sous-traitants. Le lean dans son expression la plus aboutie – mais avec quelle marge de manœuvre ? De nombreux acteurs s'y croisent, chacun avec ses objectifs propres ; les opérations s'enchaînent avec une précision d'horloge ; la noria des matériaux et produits manufacturés tourne à l'infini (quid de la saturation des réseaux routiers ?). Difficile, risqué... comment améliorer la robustesse du système ?

1.3 Produire pour la planète : L'Oréal

Si le futur n'est plus ce qu'il était, c'est aussi parce qu'on opère aujourd'hui à l'échelle mondiale, comme le montre l'évolution de la chaîne logistique de L'Oréal. Dans les années 90, elle était organisée par pays. Tout était simple : le patron de chaque pays maîtrisait ses fournisseurs, son usine, ses stocks. 10 ans plus tard, les usines se spécialisent en fonction des technologies utilisées, elles fournissent l'Europe entière, voire plus. La spécialisation technologique des usines permet d'obtenir de meilleurs prix d'achat pour les matières premières et composants, de mieux saturer les capacités de production et d'affiner l'expertise technologique. Les flux deviennent complexes, interdépendants. Cette transition rapide vers la mondialisation des opéra-

¹Chaire de Production Henry Ford, INSEAD

tions était une question de survie, et pas seulement pour L'Oréal. Mais elle soulève un certain nombre de questions pour l'entreprise : possédons-nous les compétences pour le faire ? Sommes-nous en mesure d'assumer un tel risque ? Faut-il délocaliser ? Sous-traiter ? L'Oréal n'a pas eu le choix : il a fallu acquérir en un temps record une expérience logistique nouvelle, inconnue même, et construire des usines en Asie plutôt qu'en Europe.

1.4 Hewlett Packard et l'aventure du PC : quand le client en veut toujours plus

Usines, parc industriels, réseaux logistiques planétaires... et le client dans tout ça ?

Lorsque HP décide de s'attaquer au marché du PC, il y a des stocks partout : chez les fournisseurs, dans les usines (fonctionnant en production planifiée), chez le grossiste, chez le détaillant... jusqu'à neuf semaines de composants et de produits finis disséminés à travers le monde. Mais les cycles de vie des produits fondent à vue d'œil, les marges aussi, finissant par induire un changement salutaire dans la chaîne logistique. En réaction à Dell, HP commence à s'intéresser à la vente directe. Il est désormais possible de satisfaire à peu près n'importe quelle demande individuelle, grâce à une chaîne logistique entièrement revue, plus réactive mais plus complexe : hubs régionaux desservant des usines de fabrication/assemblage à la demande, ventes directes et indirectes, ventes de services, etc. C'est donc bien le client (inconstant par définition) qui est roi : est-il vraiment possible, à long terme, de tenir le rythme, d'adapter constamment l'offre à la demande, de raccourcir indéfiniment les cycles de vies des produits, d'individualiser les solutions clients ? Dans un univers de plus en plus concurrentiel, la moindre erreur se paie très cher. Comme le disait récemment lors d'une conférence le PDG de Daimler-Chrysler : « C'est la jungle ! » Il faut se serrer les coudes pour rester compétitifs dans ce monde en constante évolution, mais ça, nous le savions déjà. Est-ce tout ? Non, pas tout à fait, malheureusement...

1.5 Gérer la réglementation environnementale

Tracasseries dispendieuses ou opportunités d'avantage concurrentiel ? Telle est la question. Quelle attitude les entreprises doivent-elles adopter à l'égard des nouvelles directives, quel en sera l'impact sur leur compétitivité ? En Europe – dans

25 Etats différents – il faut veiller à la conformité du produit, du berceau à la tombe : information au consommateur, processus de fabrication, stockage des matières premières, recyclage, enlèvement, destruction. De la fabrication à la vente, et même après, toutes les relations sont impactées : avec les fournisseurs, le client, les autorités... les défis nouveaux se succèdent à un rythme effréné. Alors oui, on voit de plus en plus de complexité, d'incertitude, et des coûts de plus en plus élevés. Mais les bénéfices environnementaux sont-ils assurés pour autant ? La directive DEEE (Déchets d'Équipements Electriques et Electroniques – en anglais WEEE), pour peu qu'elle ne soit pas appliquée au mieux, risque bien de faire autant de tort à l'environnement qu'aux entreprises.

1.6 Alors ?

Bref, il semble que nous ayons à peu près fait le tour. Encore que... pas tout à fait, mais du moins avons-nous bien compris pourquoi le futur n'est plus ce qu'il était. Toujours est-il que certains de nos contemporains vivent dans des contrées moins favorisées – qu'en est-il des enfants d'Afghanistan, par exemple ? Leur problème à eux n'est pas la directive DEEE, c'est la malnutrition. Toutes les cinq secondes, un enfant meurt de faim, alors qu'il suffirait de 15 centimes par jour pour le nourrir à l'école. Pouvons-nous fermer les yeux indéfiniment ?

Récapitulons : marge d'erreur réduite, clients inconstants... il devient de plus en plus complexe et risqué d'entreprendre, l'avenir semble plutôt hostile. D'autre part, les affaires, ce n'est pas que la cupidité : ce n'est pas en se contentant d'avoir un œil sur les cours de la bourse qu'on fait tourner une entreprise. Mais alors qu'est-ce qu'on cherche ? Quel est l'objectif ? L'avenir, s'il doit y en avoir un, de quoi aura-t-il l'air ?

1.7 Le développement durable

Une responsabilité environnementale, sociétale, économique.

« Un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre les possibilités des générations futures à satisfaire leurs propres besoins », selon la définition de la Commission des Nations Unies pour le Développement Durable. Comment appliquer ce concept à la gestion des opérations ? Trouver un juste équilibre entre le profit, la planète et les gens... mais c'est terriblement difficile, non ? Difficile oui, mais nécessaire. Dans dix ans, cette idée semblera tout aussi naturelle que la gestion de la qualité aujourd'hui. Souvenez-vous, il y a

seulement dix ans, le concept de qualité n'avait rien d'évident. C'est ici qu'entre en scène la recherche opérationnelle.

2 OR : the Science of Better. Une science du mieux, du meilleur. Mais pour qui ?

Pourquoi la recherche opérationnelle ? Parce que notre discipline se donne pour objectif de traiter les problèmes que nous venons de voir à travers les quelques exemples cités précédemment :

- Gestion de systèmes complexes, interdépendants
- Analyse de scénarios
- Intégration de multiples disciplines aux méthodologies variées
- Mise en perspective des objectifs de toutes les parties prenantes

2.1 La chaîne logistique : un facteur décisif

Le coût d'inventaire comme unité de mesure chez HP

Sur les marchés matures très concurrentiels à échelle mondiale, seuls quelques percentiles séparent la réussite de la lutte pour la survie. En comparant différents produits en termes d'impact sur le coût de la chaîne logistique, HP est en mesure de décider du meilleur endroit pour produire chacun d'entre eux. Par exemple un graveur de CD externe coûte assez peu en termes de main-d'œuvre, mais son coût d'inventaire est élevé ; par ailleurs, il est léger, et dégage une faible marge. En revanche, une imprimante jet d'encre grand format coûte cher en main-d'œuvre, beaucoup moins en termes de stockage, elle est lourde et dégage une marge importante. Une imprimante de bureau normale, pour sa part, a des valeurs moyennes partout.

On voit ici l'impact des décisions liées à la chaîne logistique sur les coûts d'inventaire et le cycle d'exploitation, et la manière dont elles affectent le rendement du capital employé.

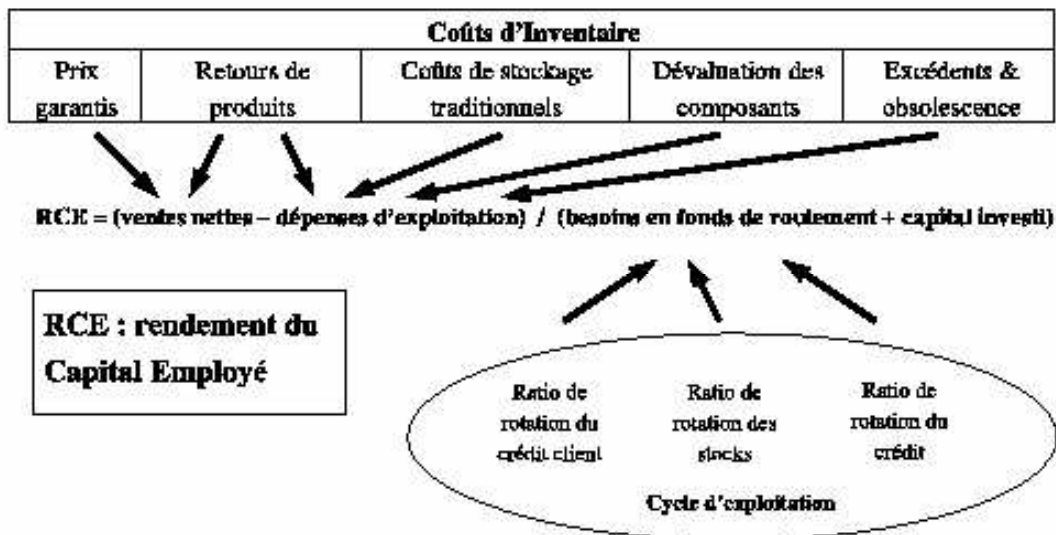


FIG. 1 – Coûts d'inventaire et performance financière

OR, the Science of Better

Le meilleur pour l'entreprise et ses actionnaires

Les modèles fournis par la recherche opérationnelle peuvent s'avérer précieux pour les entreprises et leurs actionnaires, notamment lorsque les marges sont réduites et la concurrence féroce. Il devient

possible d'évaluer plusieurs scénarios à l'échelle planétaire et de voir lequel aura l'impact le plus favorable, au bout du compte, sur l'ensemble des opérations. C'est cette méthode qui a permis à HP de redresser son activité dans le domaine des ordinateurs portables, qui était devenu un véritable panier

percé. (Pour plus de détails, voir « Inventory-Driven Costs », G. Callioni, X. de Montgros, R. Slagmul-

der, L. Van Wassenhove, and L. Wright, Harvard Business Review, March 2005)

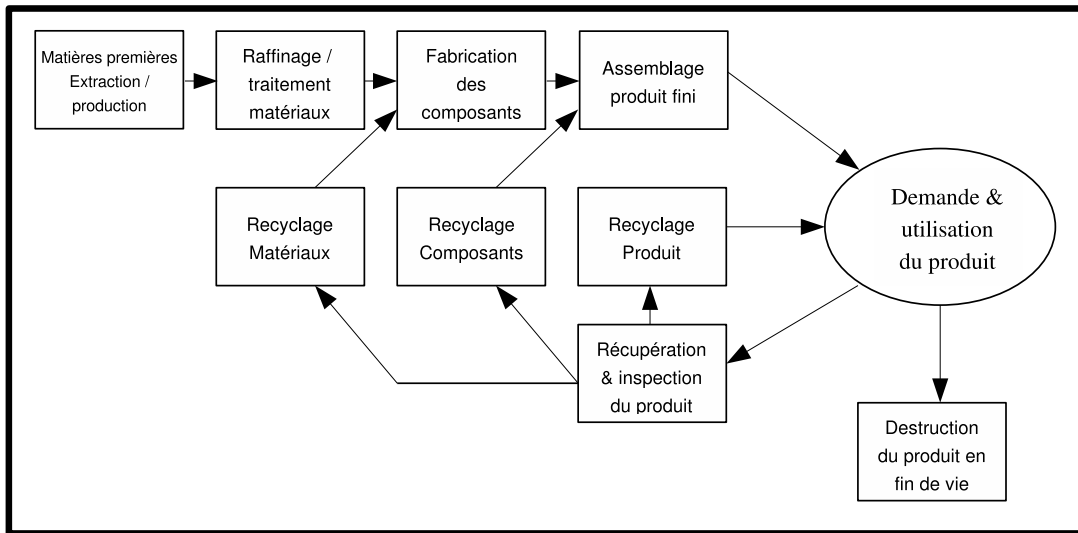


FIG. 2 – Gagner de l’argent en récupérant le produit

2.2 La chaîne logistique en boucle fermée

Il est important de bien comprendre que chaque boucle logistique secondaire est elle-même susceptible de subir des contraintes, soit en raison de difficultés d’approvisionnement en produits usagés, soit en raison des limitations techniques du processus de recyclage lui-même, soit simplement en raison d’une faible demande du marché des matériaux, composants ou produits finis recyclés. Ces contraintes peuvent être considérées comme des goulots d’étranglement potentiels : il faut les éliminer pour que la récupération prenne toute sa valeur en tant que proposition commerciale. Là encore, le goulot peut provenir d’un accès difficile aux produits à recycler, d’un processus de recyclage pénible et coûteux, voire d’un manque de débouchés (notamment par crainte de cannibaliser le marché des nouveaux produits).

Exemples de chaînes logistiques en boucle fermée :

- Contenants (appareils photos, cartouches d’impression) Refabrication industrielle (copieurs)
- Téléphone mobiles
- Extension de la durée de vie du produit (moteurs d’avions)
- Rechapage de pneus (particuliers/professionnels)

– Télécommunications (blocs de circuits)

L’attention se porte d’abord sur les activités prises individuellement, puis sur la gestion des retours, pour aboutir à un processus intégrant tous les paramètres afin de débusquer la valeur cachée des produits retournés, donc de les valoriser commercialement. La perspective commerciale montre clairement que seule une approche intégrée sera en mesure d’offrir une quelconque valeur ajoutée. Exactement comme dans une voiture, l’avant est inséparable de l’arrière et... du moteur ! La chaîne logistique en boucle s’est offert une respectabilité dans le domaine de la recherche logistique en général : c’est une branche dont l’importance industrielle ne se dément pas. C’est aussi, et surtout peut-être, une spécialité où nous avons une longueur d’avance sur l’industrie, qui se débat encore dans les difficultés et n’a rien contre un petit coup de main.

OR : the Science of Better

Le meilleur pour l’entreprise, mais aussi pour l’environnement.

Ce deuxième exemple montre bien que la recherche opérationnelle n’est pas utile qu’aux entreprises : elle permet également d’éviter l’accumulation de produits en fin de vie dans des décharges inadaptées. L’impact est donc positif non seulement au niveau commercial, mais encore au niveau environnemental.

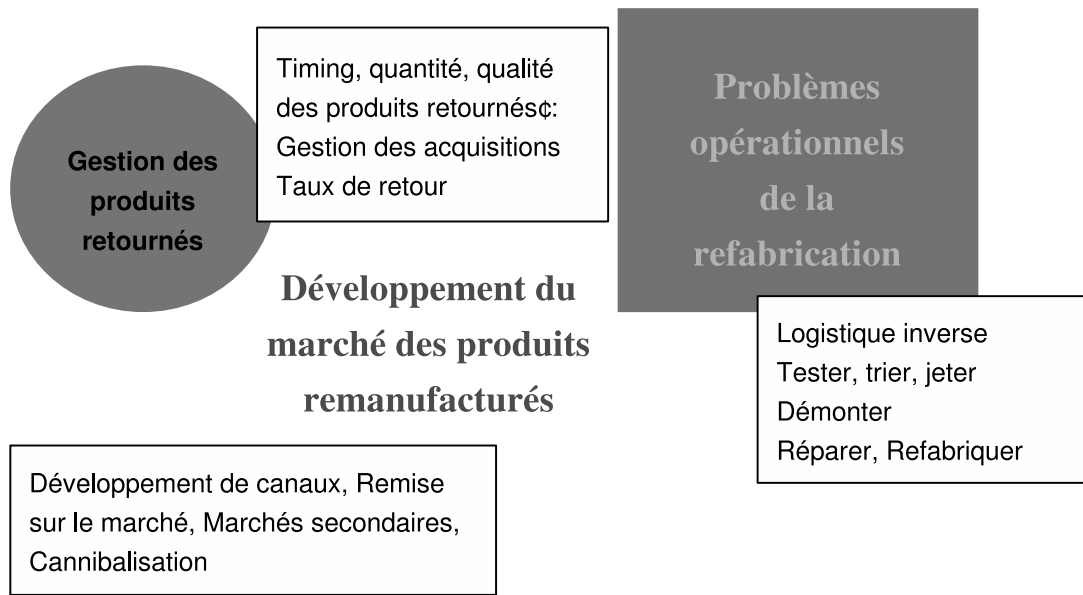


FIG. 3 – Les activités de la logistique des retours

2.3 Exemple 3 : Le risque, menace ou opportunité ?

Tout prendre en compte, de A jusqu'à Z

Nous abordons maintenant la gestion du risque, un problème tout à fait d'actualité. Quelles sont les principales sources de risque ?

- Financier : capitalisation, facteurs économiques
- Volumétrique (prévisions)
- Economique : fixation des prix, coûts en amont
- Stratégique : gestions des partenaires de la chaîne logistique
- Facteurs politiques et législatifs
- Facteurs environnementaux (catastrophes naturelles, météo)
- Perturbations (accidents, sabotages, grèves)
- ...

Les sources sont nombreuses, certaines sont bien connues des entrepreneurs, mais arrêtons-nous un moment sur les risques de perturbations. Il me revient une anecdote significative, concernant un collègue et ami, professeur à Wharton. Au cours d'une présentation devant les services fédéraux de la Sécurité Intérieure US, il avait utilisé une diapositive représentant la carte d'une ville aux USA, constellée d'usines pétrochimiques, et démontré qu'il serait très simple de faire sauter une péniche près d'une usine en amont, avec pour résultat inéluctable une paralysie totale de toute la ville. C'est tout juste si

on ne l'a pas arrêté ! Il a fallu qu'il démontre que l'information provenait d'Internet, puis qu'il efface toutes les données de son ordinateur ! On voit bien ici la vulnérabilité de nos systèmes ; et là encore, la recherche opérationnelle est une discipline parfaitement à même d'analyser ces faiblesses et de faire des propositions pour y remédier.

OR : the Science of Better

Un monde plus sûr, pour les affaires et pour la société.

2.4 La logistique humanitaire

J'ai travaillé avec le Programme Alimentaire Mondial des Nations Unies (PAM – en anglais WFP) en Afghanistan. La problématique diffère sensiblement de celle des chaînes logistiques de nos entreprises, grandes ou petites : routes quasiment impraticables (les obus font de très gros nids de poule), infrastructures détruites, conflits armés omniprésents, différences culturelles, modestie des moyens disponibles... La situation est comparable – voire pire – au Sud Soudan : pas de routes, mais des pistes embourbées, pas de ponts, mais des passerelles précaires. Comment toucher les bénéficiaires de l'aide alimentaire ? Il faut d'abord transporter la nourriture jusqu'à l'entrepôt, dans un port, puis utiliser de gros poids lourds pour atteindre le couloir humanitaire. De là, il faut essayer de parvenir jusqu'aux zones touchées avec des camions plus petits. Quand c'est impossible, il reste la solution du

parachutage...

La chaîne logistique ultime ?

« Quand, où, quoi, comment... quantité, preuve, fréquence ?? on ne sait rien. »

La demande varie, l'offre aussi. Il faut s'adapter, configurer, orchestrer très vite les opérations. L'incertitude est maximale, l'autorité limitée, les ressources – humaines, financières – insuffisantes...

OR : the Science of Better

Le meilleur contre le pire : améliorer les mécanismes de coordination, acquérir les compétences nécessaires à une réaction plus professionnelles aux désastres (pour les gens, mais aussi pour la planète). La recherche opérationnelle peut proposer des outils pertinents pour la gestion des crises humanitaires ou écologiques.

2.5 Les partenariats entre le monde de l'entreprise et celui du non-lucratif

Quand les éléphants prennent des cours de danse

Le développement durable implique donc trois éléments indissociables : le profit, la planète et ceux qui la peuplent.

Le partenariat TNT-PAM

TNT (anciennement TPG) est une entreprise de logistique et courrier express, partenaire du Programme Alimentaire Mondial. (Voir «*The TPG-WFP Partnership Series; Learning how to Dance; Looking for a Partner*», by Luk Van Wassenhove, Rolando Tomasini et Ramina Samii ; disponible sur le site de l'INSEAD, <http://knowledge.insead.edu>). Le PAM – l'agence des Nations Unies chargée de lutter contre la faim dans le monde – est la plus importante organisation humanitaire de la planète, avec un budget de 2,9 milliards de dollars en 2005. 365 jours par an, le PAM c'est 40 navires en haute mer, 20 avions en vol et plus de 1000 poids lourds sur les routes. C'est en fait un monstrueux opérateur logistique, dont la tâche est d'amener la nourriture à ceux qui en ont besoin, là où ils se trouvent.

Le partenariat avec TNT (5 millions de dollars la première année) porte sur le long terme, TNT s'étant engagée pour une durée initiale d'au moins 5 ans. Les deux organisations ont défini précisément cinq domaines de collaboration : réaction aux situations d'urgence ; chaîne logistique commune ; levées de fonds dans le secteur privé ; transparence et responsabilité ; distribution de nourriture dans les

écoles. L'idée fondamentale pour TNT est d'aider le PAM en opérant un transfert de leurs compétences, de leur savoir-faire et de leur expérience dans le domaine de la logistique.

Quel est l'intérêt pour TNT ? En premier lieu, il y a un bénéfice évident en termes d'image et de motivation du personnel. C'est aussi une question de valeur(s) : la valeur ajoutée de nos entreprises peut changer le monde en mieux. Troisièmement, le fait de s'attaquer aux problèmes les plus épineux qui soient leur permet de développer des compétences uniques. Enfin, il ne faut pas se cacher que c'est l'opportunité de pénétrer des marchés difficiles d'accès. TNT est une firme commerciale, le cœur y est, certes, mais « on ne perd pas le Nord », il faut bien que chacun ait quelque chose à gagner dans un partenariat.

OR : the Science of Better

Aider les entreprises à faire avancer la cause du bien commun : le Profit, la Planète et sa Population. On ne peut pas demander aux grandes sociétés de fonctionner à l'altruisme, il faut les aider à comprendre que ce type de partenariat est bénéfique à long terme, elles doivent pouvoir le démontrer à leurs actionnaires.

2.6 Récapitulons à nouveau

5 exemples de combinaison Profit / Planète / Population :

- La chaîne logistique comme facteur de décision chez HP (profit)
- La chaîne logistique en boucle fermée : quand les objectifs commerciaux rencontrent les besoins environnementaux (profit/planète)
- Risque et perturbations : un monde plus sûr (profit/population)
- Logistique humanitaire : un monde plus humain (planète/population)
- Partenariats industrie-humanitaire : un monde durable (profit/planète/population)

Cinq exemples, cinq étapes pour passer, avec le concours actif de la recherche opérationnelle, d'une quête effrénée du profit à une évaluation plus équilibrée des objectifs liés au profit, à la planète et à ceux qui y vivent.

3 Epilogue : meilleur pour qui ?

RO et Opérations Durables

Si notre discipline entend vraiment devenir la « science du meilleur », il est impératif de trouver le moyen de faire en sorte que tous soient concer-

nés : du monde des affaires à chaque habitant de la planète, sans oublier notre environnement.

Une gestion durable de la production

Des opérations durables, cela signifie :

- Gérer la complexité au niveau planétaire
- Gérer l'incertitude et le risque
- Gérer les intérêts divergents des uns et des autres
- Gérer le Profit, la Planète et les Populations
- Aujourd'hui plus qu'hier et bien moins que demain

Comme nous venons de le voir, la recherche opérationnelle est une science qui détient de nombreuses clés pour aider à la mise en place d'opérations durables au sein d'un monde de plus en plus complexe. Ajoutons que l'Europe est souvent leader dans le domaine, ou en tout cas très bien placée, les exemples

choisis le démontrent amplement. L'Union Européenne y a d'ailleurs largement contribué avec ses programmes de recherche. Qu'il me soit permis de plaider ici cette cause : il est essentiel de poursuivre dans cette voie et même d'en faire encore plus, non seulement pour le continent européen, mais pour le reste du monde. Même si j'ai surtout évoqué ma spécialité, à savoir la gestion de la chaîne logistique, il est bien évident que la recherche opérationnelle ne se résume pas à ce domaine. Elle peut réellement apporter une contribution significative sur à peu près n'importe quel type de décision, mais à titre personnel, j'aimerais qu'elle s'applique à devenir la science du futur, un futur meilleur et durable. Je ne suis pas le seul. Certains enfants d'Afghanistan et d'ailleurs diraient sans doute la même chose... Mais laissons le mot de la fin à un autre grand philosophe :

« Tout ce qui brille n'est pas de l'OR. »
D. de Werra

Le bureau de la ROADEF

Le mandat du bureau actuel court jusqu'à la fin de l'année 2007. Des élections seront organisées au printemps 2007. Le nouveau bureau sera associé aux travaux de l'ancien durant le second semestre 2007.

Contactez le bureau

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

- president@roadef.org : Jean-Charles Billaut
- secrtaire@roadef.org : Clarisse Dhaenens
- tresorier@roadef.org : David De Almeida
- vpresident1@roadef.org : Eric Sanlaville (le bulletin)
- vpresident2@roadef.org : Safia Kedad-Sidhoum (le site web)
- vpresident3@roadef.org : Mohamed Ali Aloulou
(4'OR et relations internationales)

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

Article invité

Prix Nobel pour des travaux en théorie des jeux

Fatiha BENDALI ¹

bendali@isima.fr

1 Introduction

La théorie des jeux [10] étudie des comportements compétitifs et permet d'analyser diverses situations sociales et économiques. Les premiers modèles ont été élaborés dans le domaine des économies d'échange par Cournot (1838), Bertrand (1883) et Edgeworth (1925). Le développement de la théorie des jeux est dû à l'ouvrage fondamental [19] de John Von Neumann et Oskar Morgenstern en 1944.

Le thème principal de la théorie des jeux est le traitement de situations où des *joueurs* prennent leurs décisions en réaction aux actions d'autres agents. Chaque joueur dispose d'un ensemble de *stratégies pures* qu'il peut éventuellement combiner de manière aléatoire, lui permettant ainsi de répondre à toute configuration possible prévue par le jeu, c'est *le jeu en stratégies mixtes*. On distingue deux types de jeux : *non coopératifs* (ou stratégiques) et *coopératifs* (ou coalitionnels).

Un jeu est caractérisé mathématiquement par le nombre de joueurs, l'espace des stratégies à leur disposition et les gains associés à toute confrontation. Avec ces éléments, on analyse un jeu selon qu'il est dynamique ou statique, répété une ou plusieurs fois, à information complète ou non, pour aboutir à des résultats qui tendent à déterminer des états qualifiés *d'équilibre* du jeu.

Un état d'équilibre est caractérisé par le fait que si les joueurs s'y trouvent, ils n'ont aucun intérêt à en dévier de leur propre initiative. L'analyse mathématique des jeux à deux personnes à somme nulle (gains et pertes sont égaux) par John Von Neumann a établi le concept *minimax* pour ces jeux. Ce concept clé d'équilibre a été étendu grâce à John Nash [14] qui a prouvé que tout jeu fini à n personnes en admet au moins un.

La contribution de John Nash aux jeux à plusieurs joueurs [15], a eu une grande influence sur l'évolution de la recherche en théorie des jeux. Ses résultats généraux ont encouragé les théoriciens, H. W. Kuhn, H. Raiffa, R. Selten, J. C. Harsanyi, R. J. Aumann, M. Shubik ..., à développer différents autres types d'équilibres. Ainsi, les équilibres dits

corrélés dépendent de la connaissance commune, de la structure du jeu et de la rationalité des joueurs. D'autres encore sont très sensibles aux hypothèses initiales comme les équilibres *parfaits*. D'une manière générale, un équilibre est souvent le résultat d'un processus d'apprentissage ou d'évolution des joueurs, tenant compte du déroulement passé d'un jeu. L'équilibre originel de Nash est alors souvent obtenu comme un état asymptotique.

Cinquante ans exactement après l'ouvrage de John Von Neumann et Oskar Morgenstern, en 1994, John Nash, Reinhard Selten et John C. Harsanyi sont récompensés par le prix Nobel, une véritable reconnaissance de l'importance de la théorie des jeux en économie. Si John Nash a établi le concept d'équilibre qui porte son nom, Harsanyi [12] a montré que celui-ci se généralise aux jeux à information complète et Selten [18] l'a étendu aux jeux dynamiques et à des jeux où les joueurs commettent des erreurs avec de très faibles probabilités.

Récemment, en 2005, Robert Aumann et Thomas Schelling ont obtenu le prix Nobel pour leur contribution à l'analyse des situations de conflits et de coopération [1]. D'une manière complémentaire, Aumann a abordé le sujet mathématiquement et Schelling d'un point de vue économique.

2 Sur la contribution de Robert Aumann

La question suivante que pose Robert Aumann dans une de ses discussions résume l'esprit dans lequel il a abordé tous ses travaux : "Quand tout est dit et fait, comment peut-on jouer et que peut-on espérer gagner ?" Même si le concept d'équilibre est établi, il n'est pas clair qu'un joueur doit jouer cet équilibre. Les travaux d'Aumann visent à indiquer, à un joueur rationnel, comment jouer et ce qu'il peut espérer obtenir du jeu.

¹LIMOS Plateau des Cézeaux 63173 Aubière cedex

2.1 Le long terme : le cas des jeux répétés

Dans les années cinquante, les théoriciens du jeu ont conjecturé que des joueurs rationnels finissent par coopérer si le jeu dure assez longtemps, c'est le théorème "de tout le monde" plus connu sous le nom de *folk theorem*. La contribution la plus importante d'Aumann est l'analyse du jeu entre compétiteurs en interaction sur une longue période [2, 5]. Une classe de jeux dynamiques, appelée jeu répété, est un *superjeu* G^* si elle correspond à une répétition infinie d'un certain jeu G . Une stratégie pure du jeu G^* est une règle de décision qui assigne une stratégie pure au jeu G à chaque période. L'ensemble des stratégies pures du jeu G^* est donc infini. Aumann montre que la coopération est une solution nommée *équilibre fort* du jeu G^* . Dans ce cas, aucune coalition de joueurs ne peut, en modifiant sa propre stratégie de jeu, obtenir un meilleur gain pour chacun de ses membres, c'est la notion de *cœur* d'un jeu. Lorsqu'il n'y a qu'un seul joueur dans chaque groupe, le résultat d'Aumann coïncide avec le "folk theorem" pour les jeux répétés et les gains associés aux équilibres de Nash sont les gains *réalisables* (que l'on peut obtenir comme combinaison convexe des gains associés aux stratégies pures du jeu) et *individuellement rationnels* (chaque joueur reçoit au moins le paiement le plus bas que les autres joueurs peuvent le forcer à avoir).

Exemple du dilemme du prisonnier Le jeu du *dilemme du prisonnier* est un exemple inventé en 1950 afin d'évaluer le concept d'équilibre que Nash vient tout juste d'établir. Il s'agit d'étudier le comportement de deux complices accusés d'un délit et interrogés séparément. S'ils se dénoncent mutuellement (absence de coopération), ils obtiennent chacun un gain de 1. Si aucun ne dénonce l'autre, ils ont un gain de 3 chacun. Dans les autres cas, celui qui dénonce obtient un gain de 5 et l'autre un gain nul. Les différentes possibilités sont résumées par la matrice des gains suivante où le premier nombre de chaque couple est le gain du joueur en *ligne* et le second est celui du joueur en *colonne*.

Stratégies de jeu	Ne dénonce pas	Dénonce
Ne dénonce pas	(3,3)	(0,5)
Dénonce	(5,0)	(1,1)

Comme l'objectif est de maximiser le gain, l'unique équilibre de Nash qu'on obtient est celui où les deux compères se dénoncent. C'est le triomphe de l'égoïsme ou "du chacun pour soi".

Le dilemme du prisonnier incarne l'idée du conflit entre la rationalité individuelle et la ratio-

nalité collective : les deux parties se condamnent en refusant la coopération.

En effet, dans la matrice de jeu proposée, on voit que si les deux joueurs coopéraient, en ne se dénonçant pas, ils auraient chacun un gain de 3. Lorsque ce jeu est répété à l'infini, la notion de "punition" apparaît. Si l'un des deux se permet de ne pas coopérer "un jour", l'autre menace de le dénoncer dans le futur. Ceci explique que sur le long terme la coopération s'installe pour atteindre un équilibre. L'ensemble des gains réalisables est l'enveloppe convexe des gains que les deux joueurs obtiennent en stratégies pures. Comme ce gain ne peut être inférieur à un pour chacun, l'intersection des deux ensembles donne l'ensemble des couples de gains *réalisables* et *individuellement rationnels* en ombré sur la figure 1.

Les jeux répétés peuvent être à information incomplète. Par exemple, lorsque les joueurs n'ont pas de renseignements sur les gains des autres. L'importance de la répétition est qu'elle permet aux joueurs de déduire des informations sur leurs adversaires à partir de leur comportement. Cette situation s'apparente à celle d'une entreprise qui ne connaît pas les coûts de ses concurrents. Une nouvelle question se pose sur l'utilisation stratégique de l'information récoltée et sur le degré de crédibilité qu'un joueur doit lui accorder. Comment un joueur doit-il gérer l'avantage qu'il a de détenir plus d'informations ?

Partant des travaux de Harsanyi [12], Aumann, Maschler et Stearns [8] ont apporté des éléments de réponse sur les stratégies à adopter. Dans le cas le plus simple d'un jeu à somme nulle où un seul des joueurs ne dispose pas de l'information, la quantité d'informations révélée par le joueur informé est précisément déterminée.

Aumann et Shapley [4] et Rubinstein [17] ont affiné l'analyse des jeux répétés à information incomplète en montrant que *les gains réalisables* et *individuellement rationnels* correspondent à des équilibres de Nash d'un sous-jeu parfait. Dans le cas de jeux répétés à l'infini, la perfection d'un sous jeu nécessite qu'un joueur n'ait aucune raison de renoncer à punir un joueur qui n'aurait pas puni un joueur qui etc...

Beaucoup d'équilibres de Nash ne sont pas des équilibres de sous-jeux parfaits. Comme le montrent Aumann et Shapley [4], si un taux d'escompte est introduit sur les futurs paiements et que les joueurs tentent de maximiser la valeur moyenne de leur gain, l'ensemble des équilibres des sous-jeux parfaits est beaucoup plus réduit que l'ensemble des équilibres de Nash.

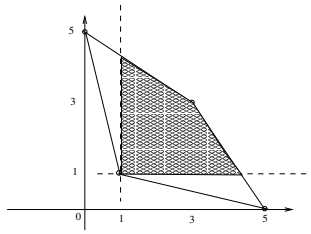


FIG. 1 – Gains réalisables et individuellement rationnels pour le dilemme du prisonnier

La théorie des jeux répétés aide à expliquer un large éventail de phénomènes empiriques. Elle apporte notamment des réponses aux questions du type : Pourquoi la coopération est-elle difficilement obtenue lorsque les joueurs sont nombreux, qu'ils sont rarement en interaction ou qu'il y a une grande probabilité que l'interaction cesse ? ou quand l'horizon temporel est court ou que le comportement des autres n'est observé qu'après un délai ? Par ses travaux, Aumann a éclairé l'existence et le fonctionnement de nombreuses institutions.

2.2 La connaissance commune

La connaissance de chaque joueur de l'ensemble des stratégies et des préférences des autres joueurs est fondamentale dans la définition de leur réaction et de leur comportement dans un jeu. Les théoriciens du jeu et les économistes ont longtemps mis de côté la recherche des hypothèses nécessaires à l'existence d'un équilibre de jeu quand tous les joueurs sont rationnels. Finalement, Aumann a posé la question, dans son article "Agreeing to disagree" [4]. Il réintroduit le concept de "*connaissance commune*" défini par Lewis en 1969 : un événement est une connaissance commune entre les joueurs si chacun sait que chacun des joueurs sait que chacun sait ... Par exemple, chaque conducteur qui se présente à une intersection de routes est dans ce contexte. Le conducteur x va s'engager dans l'intersection parce que le code de la route l'y autorise mais aussi parce qu'il sait que le conducteur y à sa gauche sait que le code de la route l'y autorise et que x sait que y sait que x sait que le code de la route l'y autorise et ainsi de suite.

Aumann a formalisé la notion de connaissance commune. Il a montré que si deux joueurs ont les mêmes croyances à propos d'un événement alors leurs évaluations sur cet événement sont identiques. Ce résultat a permis d'analyser des marchés financiers, des modèles d'échanges en économie ou des systèmes distribués (réseaux multiprocesseurs) où l'échange se fait sur la base d'une connaissance com-

mune.

La formalisation de la structure des croyances des agents dans un jeu s'effectue dans le cadre de la logique *épistémique*, une voie qu'Aumann a empruntée pour établir avec Brandenburger [7], les conditions suffisantes pour obtenir un équilibre de Nash.

2.3 Les équilibres corrélés

Le concept d'équilibre corrélé a été introduit par Aumann en 1974 [3, 6]. C'est un équilibre non coopératif où chaque joueur utilise une information privée. Cette dernière nommée *recommandation*, est émise en secret à chaque joueur sur certains événements. Les recommandations peuvent être corrélées. Si elles sont stochastiquement indépendantes, l'équilibre obtenu est de Nash car elles correspondent alors aux stratégies mixtes. La famille de recommandations associée à un jeu entraîne des équilibres corrélés où chaque joueur ne peut pas améliorer son gain espéré par une déviation unilatérale de la recommandation reçue.

Exemple du jeu de mobilisation Considérons le cas de deux pays en conflit sur un territoire particulier. Chacun a alors le choix entre les deux possibilités : *mobiliser* ses forces armées ou *se retirer*. La table suivante exprime des gains qui sont nuls (stratégie agressive et situation de guerre) ou à valeur positive b (stratégie pacifique et situation de partage) pour les deux joueurs. Entre ces deux choix identiques pour les deux joueurs, la situation où l'un seulement se mobilise entraîne l'acquisition du territoire par le plus agressif (gain a) sans qu'il y ait de guerre (dissuasion). Ici $a > b > c > 0$.

Stratégies de jeu	Mobiliser	Se retirer
Mobiliser	(0, 0)	(a, c)
Se retirer	(c, a)	(b, b)

Il y a pour ce jeu trois équilibres de Nash :

- deux en stratégies pures correspondant au retrait de l'un et à la mobilisation de l'autre.

- un en stratégies mixtes où chaque joueur choisit de se mobiliser avec la probabilité $\frac{a-b}{a-b+c}$, l'espérance de gain est alors pour chacun de $\frac{ac}{a-b+c}$.

Ce jeu admet un équilibre corrélé qui permet d'éviter toute mobilisation par le biais de recommandations. Si un arbitre recommande à exactement un des deux pays de se retirer avec une probabilité π pour chacun et aux deux de se retirer avec une probabilité de $1-2\pi$ alors le gain espéré pour le retrait est $\pi c + (1-2\pi)b$ et celui de la mobilisation est πa . On en déduit qu'une abstention de la mobilisation est possible si et seulement si $\pi < \frac{b}{2b+a-c}$.

Tout équilibre de Nash est un équilibre corrélé. Comme l'existence d'un équilibre de Nash mixte est garantie dans tout jeu fini, il en est de même pour les équilibres corrélés. Cette existence est aussi obtenue par l'étude du polyèdre convexe formé par l'ensemble des distributions d'équilibres corrélés [13, 16].

D'autre part si la complexité de nombreux problèmes calculatoires liés à l'équilibre de Nash est NP-difficile, pour l'équilibre corrélé, elle est polynomiale [11].

2.4 Conclusion

Les résultats de Robert Aumann sont fondamentaux. Ils sont utilisés en économie (recherche d'équilibre), en mathématiques (théorie de la mesure, théorèmes de points fixes) et en recherche opérationnelle (recherche des allocations optimales). De plus, ses travaux sont aujourd'hui accessibles à un vaste public grâce aux articles et "surveys" [5, 8] qu'il a publiés avec le souci d'expliquer au mieux les idées les plus complexes.

Références

- [1] Advanced information on the Bank of Sweden Prize in Economic Sciences in memory of Alfred Nobel : *Robert Aumann's and Thomas Schelling's contributions to game theory : Analyses of conflict and cooperation*. <http://nobel-prize.org/economics/laureates/2005/adv.html>
- [2] Aumann R. J. (1959) *Acceptable points in general cooperative n-person games*, dans R. D. Luce et A. W. Tucker (eds.), *Contributions to the theory of games IV*, Annals of Mathematics Study 40, p287-324, Princeton University Press.
- [3] Aumann R. J. (1974) *Subjectivity and correlation in randomized strategies*, Journal of Mathematical Economics 1, p67-96.
- [4] Aumann R. J. (1976) *Agreeing to disagree*, The Annals of statistics 4, p1236-1239.
- [5] Aumann R. J. (1981) *Survey of repeated games*, in Essays in Game theory and Mathematical Economics in Honor of Oskar Morgenstern, p11-42, Wissenschaftsverlag (Mannheim).
- [6] Aumann R. J. (1987) *Correlated equilibrium as an extension of Bayesian rationality*, Econometrica 55, p1-18.
- [7] Aumann R. J. and A. Brandenburger (1995) *Epistemic condition for Nash equilibrium*, Econometrica 64, p1161-1180.
- [8] Aumann R. J. and M. Mashler (collaboration avec R. Stearns) (1995) *Repeated Games with incomplete Information*, MIT Press.
- [9] Friedman J. (1971) *A non cooperative equilibrium for supergames*, Review of Economic Studies 38, p1-12.
- [10] Fudenberg D. and J. Tirole (1991) *Game Theory*, MIT Press.
- [11] Gilboa, I. and E. Zemel (1989) *Nash and correlated equilibria : some complexity considerations*, Games and Economic Behavior 1, p80-93.
- [12] Harsanyi, J. (1967) *Games with incomplete information played by Bayesian players*, Part I-III, Management Science 8, p159-182, p320-334, p486-502.
- [13] Hart, S. and D. Schmeidler (1989) *Existence of correlated equilibria*, Mathematics of operations Research 14, p18-25.
- [14] Nash J. (1950) *Equilibrium points in n-person games*, Proceedings of National Academy of Sciences 36, p48-49.
- [15] Nash J. (1951) *Non-cooperative games*, Annals of Mathematics 54, p286-295.
- [16] Nau, R. F., S. Gomez Canovas and P. Hansen (2004) *On the geometry of Nash equilibria and correlated equilibria*, International Journal of game theory 32, p443-453.
- [17] Rubinstein A. (1979) *Equilibrium in supergames with overtaking criterion*, Journal of Economic Theory 21, p1-9.
- [18] Selten R. (1975) *Re-examination of the perfectness concept for equilibrium points in extensive games*, International journal of Game theory 4, p25-55.
- [19] Von Neumann J. and O. Morgenstern (1944) *The theory of games and economic behavior*, Princeton University Press.

Article invité

Problème de gestion de projet à contraintes de ressources - approches et méthodes de résolution

groupe rcpsp et ses extensions ¹

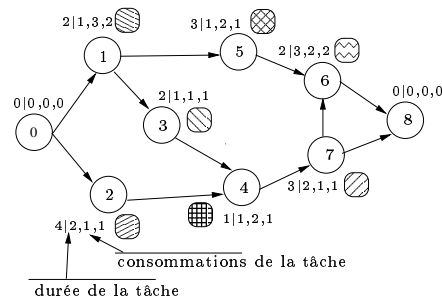
<http://www.ocea.li.univ-tours.fr/eocsa/rcpsp>

1 Présentation du problème de gestion de projet à contraintes de ressources

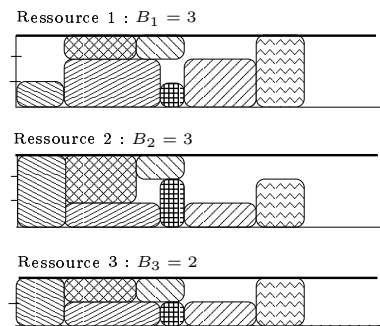
Le problème de gestion de projet à contraintes de ressources noté RCPSP (Resource Constrained Project Scheduling Problem) consiste en l'ordonnancement de tâches, également appelées activités ou opérations, sur des ressources renouvelables en quantité limitée. Les tâches sont liées entre elles par des relations de précédence, i.e., la tâche i ne peut pas commencer tant que la tâche j n'est pas finie. Il s'agit de trouver une solution qui minimise la date de fin du projet, en respectant à la fois les contraintes de précédence et les contraintes de ressources, i.e., à tout instant, la somme des besoins des tâches en cours d'exécution ne doit pas dépasser la capacité de la ressource.

Soit n le nombre de tâches, m le nombre de ressources, p_i la durée de la tâche i , $r_{i,k}$ la quantité de ressource k nécessaire à l'exécution de la tâche i , R_k la quantité de ressource k disponible et V l'ensemble des couples (i, j) tel que la tâche i précède la tâche j . Le problème est modélisé par : $\min(\max_{i \in \{1..n\}} S_i + p_i)$ tel que $\forall (i, j) \in V, S_i + p_i \leq S_j$ et $\forall k \in \{1, \dots, m\}, \forall t \in \{0, \dots, T_{max}\}, \sum_{i \in \mathcal{A}(t)} r_{i,k} \leq R_k$, où T_{max} est l'horizon de planification, S_i la variable représentant la date de début de la tâche i et $\mathcal{A}(t)$ l'ensemble des tâches en cours d'exécution à la date t , i.e., l'ensemble des tâches vérifiant $S_i \leq t < S_i + p_i$.

Le schéma ci-dessous présente un exemple de problème de gestion de projet à contraintes de ressources.



Une solution pour ce problème, si les capacités respectives des ressources sont égales à 3, 3, et 2, peut être représentée par le diagramme de Gantt ci-dessous.



Depuis maintenant 30 ans, de nombreuses études ont été consacrées à ce problème qui peut être vu comme une généralisation des problèmes classiques d'ordonnancement, comme le flow-shop, le flow-shop hybride, le job-shop, le problème à m machines et le problème multi-processeur. Le RCPSP est un problème \mathcal{NP} -difficile au sens fort. A ce jour, malgré les efforts des chercheurs de la communauté, les méthodes exactes de résolution ne peuvent résoudre en un temps raisonnable que des instances d'au plus 60 tâches. Son aspect pratique a amené de nombreuses recherches autour du RCPSP et de certaines de ses extensions dans des contextes industriels divers, donc à des résolutions par des méthodes heuristiques.

¹sous-groupe de travail de GOTH A (GDR RO)

2 Des méthodes de résolution variées

Les travaux autour du problème de gestion de projet à contraintes de ressources s'appuient sur des outils théoriques divers comme la programmation linéaire, la programmation par contraintes, les heuristiques et métaheuristiques, et les méthodes exactes de type Branch-and-Bound.

Plusieurs modèles de *programmation linéaire* ont été proposés pour le RCPSP. Citons les modèles indexés sur le temps qui utilisent des variables booléennes $x_{i,t}$ indiquant si la tâche i commence à la date t , et les modèles basés sur une énumération des sous-ensembles de tâches pouvant s'exécuter simultanément. Ces derniers utilisent des variables $y_{l,t}$ indiquant que le sous-ensemble de tâches l est en cours à la date t . Ces modèles pour le calcul de bornes inférieures efficaces sont combinés avec des méthodes de coupes et/ou des méthodes de génération de colonnes pour faire face au nombre très important de variables.

Des *techniques de programmation par contraintes* ont trouvé dans le RCPSP un champ d'application particulièrement propice. Des contraintes globales, basées sur des raisonnements de type énergétique, ont montré leur efficacité aussi bien au sein de méthodes exactes qu'en combinaison avec les techniques de programmation linéaire classiques (réduction de fenêtres de temps, génération de coupes, etc.). Ces contraintes consistent en l'évaluation pour un intervalle donné de la quantité minimum de ressources nécessaire à l'exécution des tâches; si cette quantité dépasse la quantité de ressources disponible alors une contradiction est détectée. L'utilisation de techniques de résolution sur des sous-problèmes purement disjonctifs (aucun couple de tâches ne pouvant être exécuté en parallèle) est également un outil performant sur certains jeux de données.

De nombreuses *heuristiques* ont été proposées pour le RCPSP. Plusieurs de ces méthodes sont basées sur l'algorithme d'ordre strict qui permet, à partir d'un ordre partiel des dates de début des tâches, compatibles avec les contraintes de précédence, de construire un ordonnancement semi-actif. Un voisinage consiste alors à modifier cet ordre partiel des dates de début des tâches. Basées sur cette représentation d'une solution, des métaheuristiques ont permis d'obtenir des méthodes particulièrement performantes même pour des problèmes de grande taille.

D'autres heuristiques, par exemple basées sur l'insertion de tâches dans une solution existante, sur

la résolution exacte de sous-problèmes extraits (recherche dans des grands voisinages), ou encore exploitant la structure des programmes linéaires cités ci-dessus, ont également été proposées pour la construction efficace de solutions.

Nous renvoyons le lecteur à une publication en ligne pour plus de détails et des références précises, en particulier concernant les travaux de la communauté française sur ce sujet (www.ocea.li.univ-tours.fr/eocea/rcpsp/document/rcpsp.pdf).

3 Des extensions nombreuses

De nombreuses extensions du RCPSP ont été proposées par les chercheurs de la communauté. Parmi celles-ci, certaines restent des pistes de recherche prometteuses. Citons par exemple.

Contraintes de précédence généralisées : Il s'agit ici d'étudier des problèmes pour lesquels les contraintes de précédence s'expriment sous la forme $S_j \geq S_i + l_{i,j}$, où S_i représente la date de début de la tâche i . Les problèmes ainsi construits diffèrent largement du problème initial, en particulier si les $l_{i,j}$ peuvent prendre des valeurs négatives. Dans ce cas le simple problème d'existence d'une solution est NP -Complet. Des études plus récentes s'intéressent à une généralisation de ce type de contrainte en considérant $S_j \geq f(S_1, \dots, S_n)$ avec f une fonction croissante des S_i .

RCPSP Multi-Mode. Une activité possède plusieurs modes d'exécution, un mode étant défini par une durée d'exécution et une quantité pour chacune des ressources. Il s'agit alors de choisir un mode pour chaque activité, puis de trouver une solution respectant les modes choisis.

Consommations et disponibilités variables. Récemment, des études ont été proposées pour étudier des modèles de RCPSP dans lesquels les consommations des tâches et/ou les disponibilités des ressources ne sont pas constantes dans le temps. Une autre voie explorée est de définir une tâche par une quantité de travail, e.g., en jour/homme, sans spécifier le profil précis de consommation de la tâche dans le temps.

Nouveaux modèles de ressources : tâche producteur/consommateur. Classiquement, les ressources considérées sont des ressources renouvelables. On associe à chaque événement (début/fin de tâche) une quantité positive ou négative de production de ressource. Ce modèle permet de généraliser plusieurs types de ressource (renouvelable, non renouvelable, doublement contrainte).

Fonction de coût spécifique. Les modèles que nous avons présentés s'intéressent principalement à

la minimisation de la date de fin du projet. Plusieurs autres fonctions de coût ont été étudiées, outre les fonctions de coût habituelles en ordonnancement, e.g., retard maximum. Citons ici la valeur actualisée nette du projet lorsque des cash flow positifs ou négatifs sont associés à la réalisation des tâches. Citons également les études réalisées dans le cas où la durée des tâches est liée au coût financier que l'on souhaite y associer. Le problème consiste alors à trouver un compromis entre le prix et la durée du projet (time-cost trade-off problem). Une autre approche proposée dans la littérature est de considérer la date de fin du projet comme étant fixée. Il s'agit alors de niveler l'utilisation des ressources au cours du temps (resource levelling).

Modèles pour la prise en compte des incertitudes. Le modèle initial du RCPSP considère les données connues et déterministes. Des travaux ont porté sur les réponses possibles lorsque, par exemple, l'exécution d'une tâche ne se déroule pas comme il avait été prévu (dépassement de temps, ressources supplémentaires nécessaires, tâches imprévues à exécuter, etc.). Ces études se placent naturellement dans le cadre plus général de l'étude de la robustesse et de la flexibilité en ordonnancement. Plusieurs méthodes traitant ces aspects ont été proposées, en particulier en étendant la notion de groupe d'opérations permutable, ou en utilisant des méthodes d'insertion de tâches dans une solution existante.

En outre, des modèles reposant sur une formulation stochastique du RCPSP ont également été proposés. Il s'agit, par exemple, d'estimer la durée d'un projet lorsque la durée des tâches est spécifiée par une variable aléatoire, de calculer l'indice de criticité d'un chemin dans le graphe de précedence, ou encore d'estimer la probabilité de réussite d'un projet lorsque des probabilités de réussite et d'échec sont associées aux tâches.

Multi-projet. Il s'agit ici de considérer un environnement constitué de plusieurs projets devant s'effectuer au moins partiellement en parallèle. Le problème revient à affecter tout ou partie des ressources nécessaires à chaque projet, puis à minimiser le coût d'exécution des projets étant donné les ressources allouées.

4 Des applications industrielles reconnues

En parallèle aux extensions du RCPSP classique présentées ci-dessus, plusieurs modèles ont été proposés dans le cadre d'applications industrielles. Ci-

tons ici :

La prise en compte d'incertitudes temporelles et de ressources alternatives. Des recherches sur ce sujet ont été menées dans le cadre d'une thèse CIFRE en collaboration avec la société ILOG et le Laboratoire Génie de Production (LGP) de l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tarbes. Il s'agit de résoudre des problèmes d'ordonnancement où certaines données sont probabilistes. Les durées des tâches sont imprécises. Les machines peuvent tomber en panne ; pour chaque machine, la période entre deux pannes consécutives et les durées des pannes sont imprécises. De plus, chaque tâche requiert une ressource parmi un ensemble donné de ressources alternatives. La simulation et la propagation de contraintes ont été utilisées pour résoudre des instances de ces problèmes de manière proactive-réactive. (J. Bidot, *Un cadre général intégrant les techniques d'ordonnement sous incertitudes*, Thèse de doctorat, Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tarbes, 2005).

La prise en compte de contraintes de personnes et de contraintes légales. Plusieurs études ont adapté le modèle classique de RCPSP pour prendre en compte des ressources humaines. Les ressources sont alors des personnes ayant des compétences spécifiques et les tâches nécessitent une ou plusieurs personnes exerçant des compétences spécifiques pour être exécutées. En outre, des modèles permettant d'intégrer des contraintes légales sur la durée du travail des personnes impliquées dans la réalisation du projet, ont également été proposés. Une étude sur ce sujet a été réalisée dans le cadre d'une thèse CIFRE, avec la société Eskape et le Laboratoire d'Informatique de l'Université de Tours (LI). (L.-E. Drezet, *Résolution d'un problème de gestion de projets sous contraintes de ressources humaines : de l'approche prédictive à l'approche réactive* Thèse de doctorat, LI Université François-Rabelais de Tours, 2005).

Profil de demande en ressources variable et nouvelle contrainte de réservation de ressources. Dans cette approche, chaque activité est composée d'une ou plusieurs étapes (opération élémentaire constitutive d'une tâche), la durée de chaque étape est connue ainsi que la quantité de ressources de chaque type qu'elle requiert. Deux étapes successives ne sont pas obligatoirement réalisées en continu : elles peuvent être séparées par des temps d'attente. Si deux étapes successives nécessitent des ressources communes, celles-ci ne sont pas libérées durant les périodes d'attente qui peuvent séparer ces deux étapes. Cette extension permet par exemple de modéliser des problèmes où les ressources sont des zones de production dans un atelier, des blocs opé-

ratoires dans un hôpital, ... qui ne peuvent pas être libérées après chaque étape, mais uniquement après chaque activité. Cette extension a été proposée lors d'une thèse de doctorat dans le cadre d'un contrat de recherche entre le laboratoire LIMOS de Clermont-Ferrand et la société PSA. Le problème étudié concernait l'ordonnancement de convois (ensemble de pièces devant subir le même traitement) et l'affectation de ressources (surface élémentaire, pince, rail, ressources humaines) à ces convois dans des chantiers polyvalents, dédiés à l'assemblage de pièces de rechange. (C. Boutevin, *Problèmes d'ordonnancement et d'affectation avec contraintes de ressources de type RCPSP et line balancing*, Thèse de doctorat, LIMOS Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, 2003).

La modélisation d'exécution d'instructions à l'aide de RCPSP cyclique. Les architectures VLIW (Very Large Instruction Word) permettent d'augmenter le degré de parallélisme en envoyant au processeur les instructions à exécuter en parallèle sous la forme d'un unique mot divisé en champs. L'ordonnancement des instructions est ainsi exécuté au moment de la compilation. Les contraintes de compatibilité entre les instructions composant le mot peuvent être représentées au moyen de ressources cumulatives. Le problème à résoudre est ainsi un RCPSP cyclique. Cette étude est le fruit d'une collaboration entre le Laboratoire d'Informatique d'Avignon (LIA) et la société STMicroelectronics. (S. Azem, B. Dupont de Dinechin et Ch. Artigues, *Résolution d'un problème d'ordonnancement modulo sur une architecture VLIW par la programmation linéaire en nombres entiers*, actes longs, ROADEF 06, pp 237-252, 2006).

5 Les activités du groupe

Le groupe "gestion de projet à contraintes de ressources et ses extensions" est un groupe de travail interne au GOTHa, du GDR RO. Ce groupe, ouvert à tous, a été créé en septembre 2004. Il compte environ 25 personnes représentant 15 laboratoires nationaux. Une synthèse des activités du groupe ainsi que des jeux de données tests, quelques documents dont la note de synthèse décrite ci-dessous sont accessibles sur le site du groupe (www.ocea.li.univ-tours.fr/eocea/rcpsp).

Les activités de ce groupe sont diverses. Un des objectifs en cours de réalisation est la rédaction d'un article de synthèse des activités de la communauté française autour des problèmes de gestion de projet et de ses extensions. Cet article décrit de manière précise les différents éléments présentés ici. Par ailleurs plusieurs membres du groupe participent activement à des ouvrages internationaux traitant du RCPSP (*Topics in modern project scheduling*, Kluwer et *Resource-constrained project scheduling*, Hermès).

Enfin, un des projets importants sur lequel le groupe travaille concerne une expérimentation des méthodes de résolution en fonction de la nature des jeux de données. Les instances de problèmes de gestion de projet à contraintes de ressources sont de types très divers. Par exemple, elles peuvent avoir un caractère disjonctif important (un nombre significatif de couples de tâches en disjonction), ou au contraire cumulatif. Les outils efficaces pour résoudre ces instances seront adaptés à leur caractère. Cependant, des études récentes ont montré que cette distinction disjonctif/cumulatif ne suffit pas à expliquer les performances des méthodes de résolution. Une étude plus fine, intégrant d'autres indicateurs sur la structure des instances, est une piste de recherche intéressante.

Vie de l'association

Le GDR Recherche Opérationnelle

communiqué par Philippe Chrétienne

Le GDR a reçu courant septembre 40000 euro en tant que soutien de base du département STII. Il a également reçu en octobre 2006 un soutien exceptionnel de 10000 euro de la part du département MPPU pour favoriser l'interaction Maths/RO. Les subventions accordées aux projets retenus du premier appel ont alors été créditées au plus tôt. Cependant en dépit d'un effort réel du CS du GDR réuni en octobre pour organiser "en urgence" des activités scientifiques utiles à la communauté et financées par le GDR, une partie significative de la subvention du GDR ne pourra être utilisée en raison de la contrainte d'annualisation du budget qui nous est imposée par le CNRS. Espérons que les choses

se passeront mieux en 2007! Compte-tenu du retard à l'allumage du démarrage des projets, il a été décidé que les journées "bilan du GDR" auraient lieu à Tours les 15 et 16 mars 2007. Chaque projet fournira un rapport d'activité de 3 à 5 pages et fera une présentation des résultats du projet. Chaque groupe de travail exposera son organisation et environnement (10') et proposera un exposé scientifique sur son thème (30'). Le second appel à projets sera émis fin décembre 2006. La définition et les objectifs de ces projets seront précisés lors de cet appel et rappelés lors de la conférence ROADEF en février 2007 à Grenoble.

Mouvements des adhérents de la ROADEF

Cette rubrique se propose de répercuter les changements de situation *de nos adhérents* (promotion, recrutement) durant l'année écoulée (parce qu'il faut bien fixer une limite, nous nous limitons normalement aux adhérents 2006/2007). Concernant les recrutements universitaires, la liste ci-dessous a été établie à partir de la liste de Specif, merci à eux; elle peut donc avoir des lacunes, en particulier pour les sections CNU autres que la 27. Elle ne tient pas toujours compte non plus d'éventuels désistements suite aux classements définitifs CNRS et INRIA, ni des recrutements au second mouvement. Si vous avez des informations complémentaires, merci de contacter le responsable du bulletin vpresident1.roadef.org. Enfin nous connaissons tous de jeunes chercheurs en RO qui ne figurent pas sur ces listes, simplement parce qu'ils ne sont pas inscrits à la ROADEF!

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

- Bruno Bachelet, Montluçon(ex Clermont-Ferrand)
- Eric Duchenne, Valenciennes (idem)
- Bruno Escoffier, Paris 9 Dauphine (idem)
- Fabien Le Huédé, Ecole des Mines de Nantes (Thalès).
- Pierre Lemaire, Ecole des Mines de Nantes (Grenoble).

- Leo Liberti, Ecole Polytechnique (idem).
- Meltem Ozturk, univ d'Artois(Dauphine).

Ont été recrutés en tant que professeurs :

- Clarisse Dhaenens-Flipo, Lille 1 (idem)
- Olivier Hudry, ENST (idem)
- Anass Nagih, Metz (Paris 13).
- Sylvie Norre, Montluçon (idem).
- Zoltan Szigeti, ENSIMAG-INPG (Paris 6).

Ont obtenus une promotion (section CNU 27) :

- Jin-Kao Hao, PR classe 1(Univ Angers)
- Frédéric Semet, PR classe 1(Valenciennes)
- Catherine Roucairol, PR classe Excep1 (Versailles).
- Philippe Chrétienne, PR classe Excep2 (Paris 6).

Ont été recrutés au CNRS :

- Laurent Gourvès, CR2 LAMSADE (ex LAMI Evry)
- Christian Artigues, CR1 LAAS Toulouse (MC Avignon)
- Matthias Ehrgott, DR2 LINA Nantes (Nouvelle Zélande)

Fabrice Chauvet (ex Bouygues Telecom) est devenu en 2007 chef du pôle *Simulation et Optimisation* chez Gaz de France.

La communauté ROAD adresse ses chaleureuses félicitations à tous!

Challenges ROADEF 2005 et 2007

Christian Artigues et Van Dat Cung

Christian.Artigues@laas.fr Van-Dat.Cung@inpg.fr

Un numéro spécial d'EJOR et un article d'OR/MS Today sur le challenge ROADEF 2005

Fort de son succès, le challenge ROADEF 2005 sur l'ordonnancement de véhicules, clôturé lors du congrès ROADEF le 13 février 2005 à Tours, fait l'objet d'un numéro spécial d'EJOR (the European Journal of Operational Research). Le processus d'arbitrage est presque terminé et le numéro comportera une dizaine d'article traitant du problème posé par la société RENAULT mais également d'approches de résolution du problème de "Car Sequencing" classique. La liste des articles acceptés sera donnée lors de l'assemblée générale de la roadef à l'occasion du congrès FRANCORO V / ROADEF 2007.

Alain Nguyen de RENAULT a écrit dans OR/MS Today la revue "grand public" d'INFORMS un article intitulé *Renault Speeds Up Delivery* dans lequel il présente entre autres les gains obtenus par la société grâce aux méthodes proposées lors du challenge ROADEF 2005. L'article est consultable en ligne sur <http://www.lionhrtpub.com/orms/orms-4-06/frrenault.html>.

Le point sur le challenge ROADEF 2007

Le challenge ROADEF 2007 sur la planification des techniciens et des interventions pour les télécommunications, posé par France Télécom et lancé en juillet 2007 bat son plein! Une précision a été nécessaire sur le sujet, ce qui a quelque peu perturbé le début du challenge. Les organisateurs prient les participants d'accepter leurs excuses pour les désagréments occasionnés. Tout est maintenant réparé

et le planning a été simplifié. Les inscriptions ont été closes le 2 octobre 2006. Les participants ont jusqu'au 7 janvier 2007 pour fournir les versions finales de leurs programmes qu'ils auront validés sur les bases d'instances A et B. France Télécom testera et comparera ensuite les programmes sur la fameuse base X, inconnue des candidats. L'annonce des résultats finaux et la remise des prix aura lieu au congrès FRANCORO V / ROADEF 2007. Deux prix sont offerts par France Télécom (3000 Euros pour la catégorie Junior et 3000 Euros pour la catégorie Senior). ILOG présentera des prix d'un montant de 850 Euros et des licences pour des logiciels. EURODECISION présentera un prix d'un montant de 300 Euros. Ce challenge comporte une nouveauté : France Télécom a mis à la disposition des candidats déclarés un accès à une machine de tests avec la suite d'optimisation mise à disposition par ILOG (OPL Studio, CPLEX, Solver, Scheduler). La liste des participants, consultable sur le site du challenge¹, confirme l'intérêt croissant des chercheurs pour cette compétition. Pas moins de 13 équipes junior (équipe composée d'au moins un étudiant et d'au plus un seul chercheur confirmé) et 18 équipes senior sont inscrites. La dimension internationale est encore renforcée cette année avec 14 nationalités représentées (Bosnie-Herzégovine, Brésil, Canada, Chili, Espagne, Etats-Unis, France, Italie, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Royaume-Uni, Suisse, Tunisie) et on peut même noter la présence réjouissante d'équipes ayant une double nationalité dont France/Japon, Canada/Suisse, Espagne/Etats-Unis et Brésil/Etats-Unis! La qualité des équipes participantes laisse présager une compétition très serrée! Un numéro spécial devrait également voir le jour, la revue restant à déterminer.

¹<http://gilco.inpg.fr/ChallengeROADEF2007/>

Manifestations parrainées par la ROADEF

Conférence conjointe FRANCORO / ROADEF 2007

Grenoble

du 20 au 23 février 2007

<http://francoro-roadef-2007.inpg.fr>

La conférence conjointe FRANCORO V / ROADEF 2007 regroupe les cinquièmes journées francophones de recherche opérationnelle (FRANCORO) et le huitième congrès de la société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision. Elle sera organisée par les universités de Grenoble et aura lieu les 20, 21, 22 et 23 février 2007 sur le campus universitaire de Grenoble (arrêt de tram B ou C : Gabriel Fauré).

soumissions

Plus de 200 résumés et 37 articles longs ont été soumis. Parmi ces articles longs, seuls 20 ont été acceptés. Pour les articles non sélectionnés, les auteurs ont été sollicités pour présenter un résumé de leur article.

Les pays représentés (au moins 1 inscrit fin décembre) : Algérie, Allemagne, Belgique, Cameroun, Canada, France, Luxembourg, Maroc, Norvège, Nouvelle Zélande, Pologne, Suisse, Tunisie.

Rappel des tarifs d'inscription

membre d'une société savante francophone en recherche opérationnelle

- étudiant : 80 euros
- régulier : 155 euros

non membre d'une société savante francophone

- étudiant : 170 euros (sur envoi d'une photocopie de la carte d'étudiant)
- régulier : 230 euros

Les tarifs seront majorés de 40 euros après le 9 janvier.

Programme prévisionnel

(un exposé durera 20 minutes, questions comprises)

Lundi 19 février, fin de journée accueil dans les locaux de l'université proches de la gare

(pour la remise en particulier des titres de transport nécessaires pour se rendre sur les lieux de la conférence)

Mardi 20 février

8h Accueil, Hall d'entrée de l'ENSIEG sur le campus universitaire de Saint Martin d'Hères

9h ouverture

9h30 - 18h30 : alternance de sessions et de pauses

19h Pot d'accueil à la mairie de Grenoble

Mercredi 21 février

8h30 - 16h30 : alternance de sessions et de pauses

16h30 Assemblée Générale de la ROADEF

19h Banquet à Minatech

jeudi 22 et vendredi 23 février

8h30 - 12h alternance de sessions et de pauses

Conférences plénières

Alain Hertz (École Polytechnique de Montréal et GERAD)

Les graphes augmentants : un concept puissant pour la recherche d'ensembles stables de taille maximale.

Gerard P. Cornuéjols (Université de la Méditerranée Aix Marseille II)

Progrès récents en programmation en nombres entiers.

Yves Crama (Université de Liège, Belgique)

Mesure du contrôle dans les réseaux d'entreprises : modèles et méthodes.

Semi-plénières industrielles par ILOG, EURODECISION, ALMA, AIR FRANCE.

ORAHS'07 : Operational Research Applied to Health Service

Saint Etienne, 15-20 juillet 2007

<http://www.emse.fr/orahs>

Cette conférence annuelle est la 33ème organisée par le groupe de travail ORAHS de EURO. Le thème de la conférence est : *Operations Research for engineering health care*

delivery.

Sélection sur résumé, la date limite de réception est le premier juin 2007.

MISTA'07 : 3rd Multidisciplinary International Scheduling Conference : Theory and Applications

Paris, 28-31 août 2007

<http://www.mistaconference.org/2007/>

Cette conférence est la 3ème après Nottingham en 2003 et NewYork en 2005. Elle sert de forum pour une communauté internationale de chercheurs, praticiens et vendeurs sur tous les aspects de l'ordonnement multi-disciplinaire.

Les soumissions se font sous forme de papiers courts (moins de 8 pages) ou de résumés étendus, avant le 15 janvier 2007. Les meilleurs papiers seront sélectionnés pour un numéro spécial de *Journal of Scheduling*.

DRCN'2007 : 6th International Workshop on Design and Reliable Communication Networks

La Rochelle, 7-10 octobre 2007

<http://drcn2007.org/>

DRCN est un forum pour scientifiques industriels et académiques qui s'intéressent à la fiabilité et la disponibilité des réseaux de télécommunication, et aux sujets connexes.

Questions de fiabilité dans la convergence des réseaux.

Cette édition sera basée sur le thème central :

Les soumissions se font sous forme de papiers courts (moins de 8 pages), avant le 15 janvier 2007.

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

Nîmes, 22-23 novembre 2007

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

Les rencontres Francophones sur la Logique Floue et ses Applications (LFA) rassemblent depuis plusieurs années les chercheurs et les industriels francophones autour du thème des « théories de l'incertain ». Sous cette appellation cohabitent plusieurs cadres et outils théoriques de modélisation et de gestion des imprécisions et des incertitudes :

les ensembles flous et la théorie des possibilités, les probabilités imprécises, la théorie des fonctions de croyance, les ensembles approximatifs et aléatoires, le raisonnement approximatif, les logiques multivaluées, etc.

Les soumissions se font sous forme de papiers courts (moins de 8 pages), avant le 30 mars 2007.

Vie des groupes de travail ROADEF

Nouveau groupe de travail

KSO : KnapSack et Optimisation

Responsables :

- Moussa El Kihel, *LAAS, Université de Toulouse*
- Said Hanafi, *LAMIH, Université de Valenciennes*
- Mhand Hifi, *LARIA, Université de Picardie Jules Verne et CERMSEM, Université Paris 1*

Résumé

Le groupe de travail **KnapSack et Optimisation (KSO)** s'intéresse à l'étude, à l'analyse et à la résolution des variantes du problème de type knapsack (sac-à-dos) ainsi que d'autres problèmes de nature combinatoire.

Les problèmes de type knapsack sont issus de nombreux domaines industriels liés au transport, à la logistique, aux télécommunications, à la gestion des spots de publicité, à la fiabilité, ainsi qu'au domaine général de la production (c'est le cas de la découpe, du placement, du chargement – *Cutting and Packing*). Le problème de knapsack de base intervient comme un problème à part entière ou comme un sous-problème d'un problème plus complexe.

En l'état actuel des connaissances et des moyens informatiques, la résolution de certains problèmes

de type knapsack constitue un réel défi pour la communauté scientifique. On remarquera que la relaxation linéaire continue des problèmes de sac-à-dos est extrêmement facile à résoudre alors que cette classe de problèmes est considérée comme NP-complet.

Vu l'importance de cette problématique, de nombreuses équipes nationales et internationales travaillent afin de proposer des techniques efficaces de résolution. On notera que les méthodes proposées sont généralement impuissantes à résoudre les instances dites «dures» (qui ne sont d'ailleurs pas nécessairement de taille importante). L'un des objectifs de ce groupe de travail sera de nouer des coopérations effectives entre différentes équipes nationales et internationales dans le but d'apporter une contribution pertinente en matière de modélisation mathématique ainsi que de techniques de résolution.

Les axes de recherche du groupe de travail KSO s'articulent autour des thèmes suivants :

- Méthodes exactes
- Méthodes heuristiques et approchées
- Méthodes hybrides et/ou Coopératives
- Méthodes parallèles
- Etude de la sensibilité/stabilité de l'optimum
- Méthodes adaptatives

Première Journée du groupe de travail KSO

Le groupe de travail KSO organise sa première journée sur les problèmes de type «*Knapsack*».

Cette journée aura lieu au mois de mars 2007 à l'Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne (Organisateurs : J-M. Bonniseau et M. Hifi).

compte rendu des activités du groupe

POC : Polyèdres et Optimisation Combinatoire

Communiqué par Pierre Fouilhoux

Journée Scientifique du 21 décembre 2006

Le nouveau groupe de travail POC propose une première journée scientifique le jeudi 21 décembre 2007 sur le thème «La séparation de contraintes». Cette journée s'articule autour d'exposés scientifiques, mais elle ambitionne d'être un véritable lieu de travail en prévoyant des séances de questions ouvertes, ainsi que du temps et des locaux adaptés à des travaux en petits groupes.

Pour cette journée, les exposés prévus concernent de «La séparation multipoint» par Wallid Ben-Ameur, «Les points extrêmes critiques et séparation» par A. Ridha Mahjoub, «De l'appartenance à la séparation : une simple construction» par Jean-François Maurras, «Techniques de réduction de graphes pour la séparation» par Ibrahim Diarassouba et «Preuves de séparations polynomiales» par Pierre Fouilhoux. La journée se terminera par des exposés ouverts, sources de questions, de discussions scientifiques et de collaborations.

JPOC4 du 30 mai 2007 au 1er juin 2007

Les quatrième Journées Polyèdres et Optimisation Combinatoire (JPOC4) auront lieu les mercredi 30, jeudi 31 mai et vendredi 1er juin 2007 à Evry, dans les locaux de l'Institut National des Télécommunications. Elles sont organisées à l'initiative du groupe POC et orchestrées par Wallid

Ben-Ameur. Cette année, les JPOC passent sur 2 jours et demi en conservant une vingtaine d'exposés pléniers d'une demi-heure. Cette organisation permet aux participants d'assister à tous les exposés et de bénéficier d'une après-midi de liberté pour des séances de travail en petits groupes.

Minicours : Introduction aux approches polyédrales en Optimisation Combinatoire

Un mini-cours sera également organisé en amont des JPOC4, du lundi 28 mai à 14h au mercredi 30 mai à 12h. Ce cours a pour but de donner une introduction en optimisation polyédrale. Il s'adresse donc aux doctorants et aux jeunes chercheurs voulant découvrir les aspects théoriques et pratiques des approches polyédrales dans l'objectif de résoudre des problèmes d'optimisation combinatoire. Le cours nécessite des connaissances en théorie des graphes et programmation linéaire. Le cours s'articule autour de certains aspects théoriques des polyèdres et leurs applications à des problèmes combinatoires, en allant jusqu'à la mise en pratique des algorithmes de type Branch&Cut.

Le cours sera gratuit. Il offrira aussi la possibilité de faire éventuellement valider un module d'école doctorale. La demande devra pour cela être faite auprès de l'école doctorale de votre université.

compte rendu des activités du groupe

JFRO : Journées Franciliennes de Recherche Opérationnelle

Compte-Rendu des 15^{èmes} journées JFRO par Pierre Fouilhoux

La quinzième édition des Journées Franciliennes de Recherche Opérationnelle s'est déroulée le 23 juin 2006 sur le campus de Jussieu, dans les locaux de l'Université Pierre et Marie Curie, à Paris. Cette

journée était dédiée au thème «Télécommunications».

Le tutorial du matin a traité des nouveaux challenges pour les optimiseurs apportés par les réseaux Internet. Eric Gourdin et Adam Ouorou de France Telecom R&D ont ainsi traité de l'impact de l'in-

roduction des technologies IP sur les problématiques traditionnelles d'optimisation de réseau et, en particulier, comment les modèles «classiques» ont du être considérablement modifiés afin de pouvoir prendre en compte : les spécificités du routage Internet, des principes de Qualité de Service (QoS) inhérents au mode paquet, de nouveaux modes de sécurisation, etc...

Dans cette optique, Sylvie Borne, de l'Université Blaise Pascal Clermont II, a présenté le problème de sécurisation multicouche avec capacités du réseau. Puis Jean-Loup Guillaume de France Telecom R&D et Nicolas Thibault de l'Université d'Evry Val d'Essonne ont présenté des modèles de graphes pour les réseaux de télécommunications. Renaud Sirdey de Nortel et de l'Université Technologie de Compiègne, a parlé des problèmes d'optimisation combinatoire pour la conception d'autocommutateurs. Enfin, Arnaud Knippel de Rouen a traité des formulations de multiflots pour les réseaux.

Compte-Rendu des 16^{èmes} journées JFRO par Bruno Escoffier

La seizième édition des Journées Franciliennes de Recherche Opérationnelle s'est déroulée le 15 décembre 2006 au Conservatoire National des Arts et Métiers à Paris. Cette journée, s'inscrivant dans le domaine de l'Aide à la Décision, était centrée sur les nouveaux modèles d'agrégation en analyse multicritère.

Denis Bouyssou, de l'Université Paris Dauphine, a introduit très pédagogiquement cette probléma-

tique lors du tutorial de la matinée. Mêlant considérations pratiques (comment construit-on effectivement le modèle de préférence) et théoriques (conditions d'existence de représentations), il a présenté le modèle classique d'agrégation : les fonctions de valeurs additives. Il a ensuite débattu de l'intérêt et de la pertinence de ce modèle. Cette analyse a mené à l'introduction de différents outils permettant de pallier certaines insuffisances du modèle classique. C'est l'étude de certains de ces nouveaux modèles qui a fait l'objet des 3 exposés de l'après-midi.

Christophe Labreuche, de Thales Research & Technology a présenté les principaux aspects de l'un de ces nouveaux outils, l'intégrale de Choquet bipolaire. Le deuxième exposé de l'après-midi, complémentaire du premier sur l'intégrale de Choquet, a été proposé par Ivan Kojadinovic, de l'École polytechnique de l'Université de Nantes. Enfin, Antoine Rolland, de l'Université Pierre et Marie Curie, a effectué le dernier exposé de la journée, consacré au cas de l'agrégation de préférences ordinales.

Les transparents de certaines présentations sont en ligne sur le site des JFRO (accessible depuis le site de la ROADEF). La prochaine journée devrait avoir lieu en avril ou en mai. Le programme et les informations pratiques seront disponibles dès que possible sur notre site Web.

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

compte rendu des activités du groupe

SCDD : Systèmes Complexes et Décisions Distribués

par Stéphane Bonneval

Projets

Réunions de travail sur le projet d'écriture de l'ouvrage intitulé *Algorithmique pour la théorie des jeux*. Une mise en commun de la bibliographie associée à la thématique du livre a été réalisée, ainsi qu'une répartition des tâches.

Le développement de la plateforme de simulation de négociations est toujours en cours au sein du groupe (avec quelques difficultés vis-à-vis du travail collaboratif).

Divers

Renforcement des liens avec le groupe META dans le cadre du Workshop META'06 à Hammamet du 02 au 04 novembre 2006.

La prochaine réunion du groupe est prévue le jeudi 15 février (lieu à déterminer). 3 interventions sont prévues le matin et une discussion sera organisée l'après-midi sur le projet d'écriture du livre (cité ci-dessus).

compte rendu des activités du groupe

CRO : Contraintes et Recherche Opérationnelle

Le groupe Contraintes et RO organise le 19 janvier 2007 à Paris une journée de séminaires et discussions autour des *stratégies de séparation et d'exploration de l'espace de recherche*. L'objectif de cette rencontre, ouverte à tous, est de confronter les idées classiques ou émergentes dans les différentes communautés – SAT, PPC, PLNE, RO,... – autour des stratégies de branchement dans les recherches arborescentes, par exemple, ou encore des formes

de voisinage dans les méthodes heuristiques de résolution. Les informations (adresse, soumission, programme,...) sont disponibles sur le site du groupe :
<http://ppcro.free.fr/>

Sophie Demasse, Fabien le Huédé, Narendra Jusien,
 pour le groupe *Contraintes et RO*. ppcro@free.fr

compte rendu des activités du groupe

META : théorie et applications des métaheuristiques

par Patrick Siarry

Formations

- Métaheuristiques et PARADISEO (Lille, juin 2006).
- Métaheuristiques et PARADISEO (Hammamet, Tunisie, novembre 2006).

Délivrables

Co-organisation, avec le groupe de travail PM2O, d'un numéro spécial de la revue RAIRO-OR, sur le thème : *Cooperative methods for Multiobjective Optimization* (éditeurs invités : Clarisse Dhaenens, Patrick Siarry et El-Ghazali Talbi). A paraître en 2007.

Edition d'un numéro spécial du journal « European Journal of Operational Research », sur le thème *Metaheuristics in Transportation and Logistics*, suite à la conférence INCOM'2006 (éditeurs invités : Patrick Siarry et Eric Taillard). Date limite de soumission des papiers : 15 janvier 2007.

Journées de travail organisées

Le GT META a organisé la conférence META'2006 à Hammamet (Tunisie), du 2 au 4 novembre 2006. Cette conférence a rencontré un suc-

cès important : plus de 150 inscrits. Elle sera reconduite tous les deux ans, à chaque fois dans un pays différent du Maghreb.

Journées de travail à venir

2ème conférence francophone sur l'Optimisation par Essaim Particulaire OEP'2007, à Paris, en avril 2007, sur deux jours. La conférence est gratuite et ouverte à tous. Les inscriptions (obligatoires, capacité de l'amphithéâtre de Paris 5 oblige) se font dès à présent en ligne, sur le site de la conférence : http://www.particleswarm.info/oep_2007/

En marge de ces journées sera édité un numéro spécial du journal « International Journal of Computational Intelligence Research », sur le thème *Particle Swarm Optimization* (éditeurs invités : Maurice Clerc et Patrick Siarry). Date limite de soumission des papiers (présentés ou non lors de la conférence) : 30 avril 2007.

Sessions *Software for metaheuristics et Adaptation of metaheuristics to continuous optimization*, dans le cadre de la conférence EURO'2007 (à Prague, république tchèque), en juillet 2007.

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 2007

Les cotisations pour l'année 2007 sont les suivantes (attention, à compter de 2006 deux possibilités sont proposées aux étudiants) :

- membre actif 57 euros
- membre étudiant (sans 4'OR) 15 euros
- membre étudiant (avec 4'OR) 30 euros
- membre retraité 40 euros
- membre institutionnel 170 euros
- membre bienfaiteur 150 euros

Les tarifs proposés ci-dessus incluent, outre les services habituels de l'association :

- Membre actif, retraité, bienfaiteur, étudiant tarif 30 euros : le bulletin ROADEF, 1 Abonnement à 4'OR, 1 tarif réduit aux conférences, 1 vote
- Membre étudiant, tarif 15 euros : idem sans 4'OR
- Membre institutionnel : le bulletin ROADEF, 1 Abonnement à 4'OR, 3 tarifs réduits aux conférences, 1 vote.

Inscriptions

Vous pouvez télécharger un formulaire d'adhésion sur le site de la ROADEF : <http://www.roadef.org>
 Pour toute information complémentaire, merci de contacter David De Almeida (tresorier@roadef.org) ou Clarisse Dhaenens (secretaire@roadef.org).

ROADEF : LE BULLETIN

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

Procédure technique de soumission :

Le texte soumis pour parution dans le bulletin doit être fourni à Eric Sanlaville, préférentiellement sous forme de document latex.

Comité de rédaction :

Mohamed Ali Aloulou, Jean-Charles Billaut, David De Almeida, Clarisse Dhaenens
 Safia Kedad-Sidhoum, Eric Sanlaville

Composition du Bulletin :

Eric Sanlaville

Ce numéro a été tiré à 340 exemplaires. Les bulletins précédents sont disponibles sur le site de la ROADEF.

4OR

**A Quarterly Journal
of Operations Research**

Editors-in-Chief

Denis Bouyssou
Paris, France

Silvano Martello
Bologna, Italy

Frank Plastria
Brussel, Belgium

Editorial Board

Alessandro Agnetis
Bernard De Baets
Alberto Colomi

Yves Crama
Gianni Di Pillo
Matteo Fischetti
Xavier Gandibleux

Fikri Karaesmen
Abdel Lisser
Thierry Marchant

Christian Michelot
Alix Munier
Romeo Rizzi
Annick Sartenauer

Invited survey

GLOVER F. · REGO C.

Ejection chain and filter-and-fan methods in
combinatorial optimization 263

Regular papers

TERCINET F. · NÉRON E. · LENTÉ C.

Energetic reasoning and bin-packing problem,
for bounding a parallel machine scheduling problem 297

FEREMANS C. · GRIGORIEV A. · SITTERS R.

The geometric generalized minimum spanning
tree problem with grid clustering 319

Industry

RAMAËKERS K. · JANSSENS G.K. · VAN LANDEGHEM H.

Towards logistics systems parameter optimisation through
the use of response surfaces 331

PhD theses

BRUNI M.E.

A decomposition-based solution method for stochastic
mixed integer nonlinear programs 343

AISSI H.

Approximation and resolution of min-max
and min-max regret versions of combinatorial
optimization problems 347

Announcement 351

Acknowledgement to Referees

Contents of Volume 4

Abstracted/Indexed in:
BSC0, International
Abstracts in Operations
Research, JEL on CD, e-JEL
and EconLit, Mathematical
Reviews, SCOPUS, Social

**Available
online**

springerlink.com

