

Article invité

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

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

1 Introduction

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

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

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

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

2 Ce qu'est la Recherche Opérationnelle (RO)

Définition :

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

- et les solutions visées sont mesurables objectivement.

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

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

3 Bref historique, situation nationale, internationale

Bref historique

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

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

² bureau ROADEF

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

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

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

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

Situation nationale et internationale

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

o Dans le monde

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

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

4 Evolutions, enjeux

4.1 Evolutions

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

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

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

démarche scientifique d'amélioration constante.

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

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

4.2 Enjeux

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

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

5.1 Situation actuelle

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

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

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

5.2 Propositions d'actions

5.2.1 Enseignement

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

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

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

5.2.2 Entreprises

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

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

5.2.3 Laboratoires

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

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

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

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

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

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

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

6 Conclusion

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

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

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

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

Des nouvelles d'une société sœur, l'AFPC

Communiqué par Pierre Deransart¹, Secrétaire Général de l'AFPC

Pierre.Deransart@inria.fr

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

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

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

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

Lyon1)

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

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

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

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