

RAIRO-RO

Bibliographie

Revue française d'automatique, d'informatique et de recherche opérationnelle. Recherche opérationnelle, tome 14, n° 3 (1980), p. 303-308.

http://www.numdam.org/item?id=RO_1980__14_3_303_0

© AFCET, 1980, tous droits réservés.

L'accès aux archives de la revue « Revue française d'automatique, d'informatique et de recherche opérationnelle. Recherche opérationnelle » implique l'accord avec les conditions générales d'utilisation (<http://www.numdam.org/legal.php>). Toute utilisation commerciale ou impression systématique est constitutive d'une infraction pénale. Toute copie ou impression de ce fichier doit contenir la présente mention de copyright.

NUMDAM

Article numérisé dans le cadre du programme
Numérisation de documents anciens mathématiques
<http://www.numdam.org/>

BIBLIOGRAPHIE

Combinatorial Optimization, N. CHRISTOFIDES, A. MINGOZZI, P. TOTH, C. SANDI, Eds., John Wiley & Sons, 1979.

Ce livre est dérivé d'une série de cours donnés à une école d'été d'Optimisation Combinatoire qui s'est tenue à Urbino (Italie) en 1977.

Les problèmes étudiés dans ce livre sont, dans leur quasi-totalité, NP-difficiles. Ce sont donc des problèmes pour lesquels on ne connaît pas d'algorithmes polynômiaux de résolution. Il est donc nécessaire de citer l'excellent livre de Lawler qui concerne l'autre face de l'Optimisation Combinatoire : celle des problèmes qui admettent des algorithmes de résolution dont le temps de calcul est borné par un polynôme en la taille des données (*Combinatorial Optimization : Networks and Matroids*, HOLT, RINEHARDT and WINSTON, 1976).

Les 15 chapitres du présent ouvrage sont divisés, par les Éditeurs eux-mêmes, en 3 classes :

- les chapitres 1 à 5 : résultats généraux;

- les chapitres 6 à 10 : problèmes classiques;

- les chapitres 11 à 15 : problèmes particuliers.

S'il y a une réelle unité dans les différents sujets abordés dans ce livre, si les différents chapitres concernent bien des algorithmes d'optimisation combinatoire – on pourrait dire de combinatoire « pure » parce qu'ici on est confronté à ce que certains appellent « l'explosion combinatoire » – et si une préoccupation pratique parcourt le livre, les chapitres sont très différents. Ils sont différents, pas seulement par leur plus ou moins grand caractère de généralité, mais aussi par leur niveau, leur taille et leur structure. Certains sont de véritables cours (avec exercices et démonstration des théorèmes), d'autres sont des articles de recherche de type classique (exposé d'un algorithme original pour résoudre un problème), d'autres encore sont des « surveys » plus ou moins approfondis.

L'étendu du domaine couvert et la diversité des chapitres, font que la plupart des personnes, Ingénieurs, Chercheurs, Enseignants, confrontés à des problèmes d'optimisation combinatoire, devraient être intéressés, au moins, par certains chapitres de ce livre.

Exposé succinct du contenu des divers chapitres

Le chapitre 1 (Branch and Bound Methods for Integer Programming, R. S. GARFINKEL, 20 p.) concerne les méthodes par séparation et évaluation pour les programmes linéaires mixtes. Ce principe d'algorithme est tellement simple et général, Floyd le considère comme l'un des paradigmes essentiels de l'Informatique, qu'il permet l'inclusion de nombreuses heuristiques spécifiques au problème étudié. Ces heuristiques sont souvent décisives pour la qualité des résultats obtenus. L'Auteur présente différentes heuristiques utilisées pour les PLM, ainsi que les raisons de leur succès ou de leur échec. Il faut signaler l'intérêt porté tout au long de ce chapitre aux codes commerciaux. Ce qui donne un grand intérêt pratique à ce « survey ».

Le chapitre 2 (The Theory of Cutting-Planes, R. JEROSLOW, 52 p.) est un cours de haut niveau. Il contient de nombreuses démonstrations et même des exercices. Ce chapitre est constitué de 2 parties. La première concerne les méthodes sous-additives. L'Auteur montre comment l'utilisation de fonctions sous-additives permet d'engendrer des « plans de coupe » d'un système linéaire avec des

contraintes d'intégrité, et pourquoi cette méthode est une généralisation des méthodes classiques (génération par combinaisons linéaires ou arithmétique modulaire). La deuxième partie est consacrée aux méthodes disjonctives et aux relations entre les coupes sous-additives et les coupes disjonctives.

Le chapitre 3 (Subgradient Optimization, C. SANDI, 19 p.) est un exposé de la méthode du sous-gradient, qui a donné d'excellents résultats pour des problèmes bien structurés, sur le problème général suivant :

$$\max \{ f(x); x \in S \text{ convexe fermé de } \mathbb{R}^n \}$$

lorsque $f(x) = \min \{ \langle a^i, x \rangle - b_i; i = 1, 2, 3, \dots, m \}$.

Il y a de nombreux exemples, et des résultats numériques concernant 3 types de problèmes particuliers.

Le chapitre 4 (A Partial Order in the Solution Space of Bivalent Program, P. L. HAMMER, S. NGUYEN, 14 p.) est un article de recherche classique qui expose un algorithme original de résolution des PL en variables 0-1, basé sur des relations d'ordre dans l'espace des solutions. Il y a des comparaisons numériques avec l'algorithme de Geoffrion, et les Auteurs signalent que leur algorithme devrait être facilement extensible, et efficace, à des problèmes non linéaires.

Il est aujourd'hui difficile de s'intéresser à des problèmes algorithmiques sans étudier leur complexité.

Dans le chapitre 5 (The Complexity of Combinatorial Optimization Algorithms and the Challenge of Heuristics, F. MAFFIOLI, 23 p.) l'Auteur rappelle les idées et résultats de base sur ce sujet et arrive à la conclusion suivante : « the need for good heuristic methods are of the most important challenges for any researcher in the field of combinatorial optimization ». Il y a donc ensuite une partie sur les heuristiques, et notamment des évaluations déterministes ou probabilistes de certaines d'entre elles. On peut regretter que les différentes notions d'algorithmes approchés ne soient pas explicitement introduites dans un tel exposé.

Le chapitre 6 (The Travelling Salesman Problem, N. CHRISTOFIDES, 19 p.) concerne le problème du voyageur de commerce. Il contient différentes bornes obtenues par relaxation à des problèmes polynômiaux classiques (arbre recouvrant, affectation, couplage, ...), des heuristiques avec majoration de l'erreur dans le plus mauvais cas (l'obtention d'évaluation en moyenne est plus difficile), et indique des cas particuliers où l'on sait obtenir une solution exacte en un temps polynômial. Nous devons signaler à ce sujet le nouveau cas particulier résolu par B. Liouville : Le problème du voyageur de commerce dans un produit cartésien de graphes, R.A.I.R.O., Rech. Opér., vol. 12, n° 3, 1978, p. 263-275.

Le chapitre 7 (Set Partitioning A Survey, E. BALAS, M. W. PADBERG, 60 p.) est un survey très complet, presque une monographie, du problème de partitionnement. Voici le jugement des Auteurs sur ce problème : « Among all special structures in (pure) integer programming, there are three which have the most widespread applications: set partitioning, set covering, and the travelling salesman (or minimum length hamiltonian cycle) problem; if we were to rank the three, set partitioning would be a likely candidate for number one ».

Le paragraphe 1 expose le problème du partitionnement ainsi que de nombreux problèmes équivalents ou fortement liés à celui-ci (problème du recouvrement, du « packing », problèmes dans les graphes).

Le paragraphe 2, théorique, contient les résultats connus sur les polytopes associés au problème du partitionnement, et au problème équivalent du « packing ».

Le paragraphe 3 est un exposé des différents algorithmes pour résoudre ce problème. Il contient des algorithmes récents pour lesquels il reste un travail important à faire pour en mesurer l'intérêt.

Signalons enfin une annexe ne contenant pas moins de 44 références d'articles concernant exclusivement des applications du problème du partitionnement.

Le chapitre 8 (*The Graph-Colouring Problem*, S. M. KORMAN, 25 p.) concerne le problème de la détermination du nombre chromatique d'un graphe. L'Auteur ne s'intéresse pas aux solutions approchées mais exclusivement à la détermination exacte de ce nombre. L'essentiel de cet article est consacré à l'exposé d'une méthode originale, qui est une amélioration de l'algorithme de Wang, et qui semble efficace, d'après les résultats numériques fournis, lorsque la densité du graphe est assez grande.

Dans le chapitre 9 (*The O-1 Knapsack Problem*, S. MARTELO, P. TOTH, 43 p.) les Auteurs présentent les méthodes les plus efficaces de résolution du problème du sac-à-dos du type énumération implicite ou programmation dynamique. Ils donnent une bibliographie assez complète comprenant les autres types de méthodes, les applications et des problèmes reliés. Les recherches étant très actives sur ce sujet, il y a eu de nombreuses publications importantes depuis la parution de ce livre. Citons par exemple : M. LAURIERE, *An Algorithm for the O-1 Knapsack Problem*, Math. Prog., vol. 14, n° 1, 1978, 1-10; S. SAHNI, *Approximate Algorithms for the O-1 Knapsack Problem*, J. of A.C.M., vol. 22, n° 1, 1975, p. 115-124; U. SUHL, *An Algorithm and Efficient Data Structure for the Binary Knapsack Problem*, Europ. J. of O.R., vol. 2, 1978, p. 420; A. A. ZOLTENERS, *A Direct Descent Binary Knapsack Algorithm*, J. of A.C.M., vol. 25, 1979, p. 304-311 et G. D'ATRI, *Analyse probabiliste du problème du sac-à-dos*, Rap. Rech., vol. 18, décembre 1979, Lab. Struc. Inf., Tour 46, Université Pierre-et-Marie-Curie.

Dans ce chapitre les Auteurs démontrent plusieurs majorations, exposent en détail l'algorithme de Horowitz et Sahni (énumération implicite) ainsi qu'une version améliorée de cet algorithme due aux Auteurs. Pour les méthodes par programmation dynamique ils exposent de même l'algorithme de Horowitz et Sahni, ainsi qu'une version améliorée. Les résultats numériques, qui concernent 7 algorithmes ou variantes, sont très intéressants. Ils ont en effet distingué les différents types de données suivants : poids et profits (des objets) indépendants, faiblement corrélés, fortement corrélés. Les problèmes les plus difficiles concernent ce dernier cas, et ceci quelque soit l'algorithme.

L'Auteur du Chapitre 10 (*Complexity and Efficiency in Minimax Network Location*, G. H. HANDLER, 34 p.) a écrit, en collaboration avec Mirchandani, un livre sur les problèmes de localisation dans les réseaux. Ce chapitre concerne le problème de la détermination du « m -centre absolu » d'un graphe valué et de problèmes voisins. Si $G = (X, E)$ est un graphe non orienté dont les arêtes sont positivement valuées, un m -centre absolu de G est un ensemble de m points Y situés sur des arêtes de G , qui minimise

$$1(Y) = \max \{ \min \{ d(x, y); y \in Y \}; x \in X \}$$

où $d(x, y)$ est la longueur minimale d'une chaîne de x à y dans G .

L'essentiel de ce chapitre est consacré à l'exposé d'un algorithme original qui ramène ce problème à la résolution d'une séquence de problèmes de recouvrement résolus en utilisant les particularités du problème du m -centre. Il y a des résultats numériques pour $m = 1, 2, 3, 4$, pour $|X|$ de l'ordre de quelques centaines, $|E|$ étant un peu plus grand que $|X|$.

Dans le chapitre 11 (*The Vehicle Routing Problem*, N. CHRISTOFIDES, A. MINGOZZI, P. TOTH, 24 p.), consacré à des problèmes de tournées à un seul dépôt, origine et fin de chaque tournée, les Auteurs rappellent brièvement les grandes lignes de quelques méthodes exactes pour résoudre « the basic vehicle routing problem », et donnent des heuristiques pour résoudre « the extended VRP ». Des résultats numériques comparent 5 méthodes différentes, sur 14 problèmes allant de 50 à 200 clients.

Le chapitre 12 (*Loading Problems*, 31 p. par les mêmes Auteurs que le 11) est consacré à des problèmes de remplissage de réservoirs de différentes capacités par différents types de liquides. Les Auteurs considèrent des problèmes statiques, il s'agit simplement de remplir des réservoirs (cas particulier : le problème du sac-à-dos), et des problèmes dynamiques : il s'agit de remplir et de vider des réservoirs par des liquides non nécessairement miscibles, l'ordre des opérations devenant alors important. Ces problèmes sont formulés comme des *PL* à variables entières et les méthodes de résolution proposées sont du type énumération implicite. Il y a des résultats numériques comparant différentes majorations dans le cas statique, et 3 variantes du même algorithme dans le cas dynamique.

Le chapitre 13 (*Minimizing Maximum Lateness on One Machine: Algorithms and Applications*, B. J. LAGEWEG, J. K. LENSTRA, A. H. RINNOY KAN, 18 p.) concerne un problème classique d'ordonnancement. Les algorithmes de Baker-Su et de Mac-Mahon-Florian, de type énumération implicite, sont rappelés. Le dernier est étendu au cas où il existe des contraintes de précédence, et des résultats numériques, sur des problèmes ayant jusqu'à 80 tâches, sont fournis. Deux extensions sont proposées : l'une, théorique, concerne un problème à plusieurs machines, l'autre, pratique, concerne un problème à 4 machines, intervenant dans un processus de production de pièces détachées.

Le chapitre 14 (*The Crew Scheduling Problem: a Travelling Salesman Approach*, F. GIANNESI, B. NICOLETTI, 20 p.) est consacré au problème de la rotation des équipages. Après avoir rappelé l'importance économique du problème pour les compagnies d'aviation, les Auteurs exposent un algorithme original de résolution basé sur une formalisation du type voyageur de commerce. Il n'y a pas de résultats numériques, mais des indications sont données pour écrire un programme de résolution conversationnel.

Enfin, dans le chapitre 15 (*Graph Theoretic Approaches to Foreign Exchange Operations*, N. CHRISTOFIDES, R. D. HEWINS, G. R. SALKIN, 11 p.) différents problèmes financiers sont abordés. Ils sont modélisés comme des problèmes de chemins optimaux ou de flots dans des graphes avec capacités et gains sur les arcs. Les Auteurs affirment dans leur conclusion : « The general network flow approach, with its visual simplicity, is proving usefull for analysis of the money market operations of international companies ».

Michel CHEIN.

Statistical Forecasting, Warren G. Gilchrist, 1976, John Wiley and sons.

« Statistical Forecasting » est un ouvrage d'introduction générale aux techniques et outils de prévisions.

Il se compose de trois parties :

1. les préliminaires qui situent les modèles et critères de prévision vis-à-vis des processus réels à prévoir;
2. les techniques de prévisions : vaste seconde partie faisant l'exposé des principales techniques mathématiques et statistiques simples qu'utilisent les prévisionnistes d'entreprise.
3. les processus et les différentes étapes de l'élaboration et de la maintenance d'un système de prévision.

Le niveau requis est celui du baccalauréat C; comme le souligne l'auteur dans sa préface, ce livre n'est pas un ouvrage théorique et les mathématiques ne sont là que pour décrire les procédés et étayer les comparaisons de méthodes.

C'est pourquoi l'auteur laisse de côté — tout en donnant au lecteur les possibilités de s'y référer — les techniques donnant lieu à des développements mathématiques plus complexes comme l'analyse spectrale, les modèles de Box et Jenkins ou de géométrie vectorielle.

L'ouvrage est plutôt centré sur les méthodes intrinsèques sans intervention de facteurs externes, ce qui exclue les méthodes extrinsèques en général et à long terme en particulier.

Il est destiné au praticien d'entreprise auquel la troisième partie est plus particulièrement consacrée et dont les développements sont encore peu courants dans la littérature française.

La notation, totalement homogène, il faut le souligner, doit faciliter l'assimilation par le prévisionniste débutant et le gestionnaire soucieux d'approfondir un sujet quoi doit être pour lui une préoccupation majeure.

J. L. G. REMOUIT

L'avenir de la Recherche Opérationnelle : pratiques et controverses, Actes du colloque de Cerisy, textes rassemblés par Edith HEURGON, Monographie de l'A.F.C.E.T., Éditions Hommes et Techniques, 1979.

En juin 1978, le Centre Culturel International de Cerisy-la-Salle organisait durant 5 jours un colloque sur *la recherche opérationnelle dans l'entreprise d'aujourd'hui* avec la participation d'environ 70 praticiens. Grâce à la division Aide à la Décision et Système de Gestion de l'A.F.C.E.T., et en accord avec le Centre Culturel de Cerisy, les actes de ce colloque viennent d'être publiés en monographie de l'A.F.C.E.T. sous le titre *l'avenir de la recherche opérationnelle : pratiques et controverses*.

À la suite des exposés, les discussions et les échanges des tables rondes sont rendus par Edith Heurgon avec leur verve et même leur passion. Après avoir abandonné la pratique de la recherche opérationnelle pendant sept ans, tout en restant aux frontières de ses préoccupations dans le domaine économique, j'ai retrouvé, en lisant ce livre, les thèmes de réflexion et les interrogations que suscite la mise en œuvre de la recherche opérationnelle dans les entreprises et les administrations.

Si la vogue d'une certaine application de la recherche opérationnelle est un peu passée de mode, son enseignement apparaît toujours vivace, et ses modes d'intervention peuvent aujourd'hui être plus décentralisés et plus diversifiés grâce, en particulier, aux progrès de la mini-informatique.

Tout au long du livre sont débattus les grands problèmes de la place de la R.O. dans l'aide à la décision, l'analyse de système, l'informatique... Quelle est la spécificité de la R.O. dans l'entreprise, dans l'enseignement? Les opinions émises par les praticiens, chercheurs, enseignants et étudiants permettent de mieux analyser les phases des études de R.O., la détection des problèmes, la recherche des critères, et les méthodes d'élaboration de solutions.

Le premier chapitre fait apparaître un conflit philosophique entre l'épistémologie de la R.O. vue par Jean-Louis Le Moigne — crise d'identité de la R.O., académisme, pas de corps homogène de concepts, stérilité interne, recherche d'une nouvelle R.O., avec prédominance de la modélisation sur la résolution et recherche d'autres formes d'organisations humaines —, et sa conception classique vue par Robert Faure dans un cadre de logique et de rationalité, constituant un art pluridisciplinaire appuyé sur l'heuristique et le conversationnel plutôt qu'une science. Il s'ensuit une solide empoignade sur le déterminisme et la systémique dont la richesse ne saurait être résumée en quelques lignes. Avec Daniel Carré sont ensuite abordés les rapports de la R.O. avec l'autogestion et la nécessité de modèles à la fois économiques et sociaux.

Le deuxième chapitre présente des résultats d'enquêtes sur l'application de la R.O. dans divers domaines. Moins de la moitié des enquêtés peuvent estimer les économies réalisées, l'utilité des études étant surtout d'ordre qualitatif. Les relations avec l'organisation et l'informatique sont ensuite discutées.

Le point de vue des entreprises est successivement présenté par la R.A.T.P., la Compagnie Française des Pétroles, Dunlop, Renault Véhicules Industriels, Colgate, ... Ce troisième chapitre passionnera les praticiens, avec diverses analyses sur les étapes de la résolution d'un problème, la

classification des problèmes en stratégiques, de pilotage, opérationnels, le bon niveau de fixation des problèmes et des critères, la comparaison des approches d'optimisation et d'élaboration interactive de solutions satisfaisantes, les qualités du bon chercheur opérationnel, les avantages du langage APL et, de façon générale, la satisfaction du chercheur à résoudre des problèmes pratiques et à diffuser ses méthodes par l'exemple, à tous les niveaux de l'entreprise.

Dans le chapitre 4, les sociétés de conseil exposent leur rôle, en particulier pour sensibiliser les décideurs à de nouveaux concepts comme les critères multiples ou la dynamique des systèmes, pour habituer les gens à travailler en équipe, et faire accoucher les décisions au bon moment.

Les derniers chapitres concernent l'insertion de la R.O. dans les processus de décision, ses rapports avec l'informatique, et son enseignement.

La R.O. y apparaît plus modeste dans ses ambitions, et le vocabulaire psychanalytique parfois employé traduit le souci de faire accepter effectivement les études. L'enseignement de la R.O. se diffuse bien, mais ses modalités posent des problèmes : à qui l'enseigner, et à quel niveau : premier cycle, enseignement secondaire ? Faut-il l'appuyer sur des exemples ou l'abstraire ? Peut-on enseigner la modélisation ? Doit-on préparer l'esprit des futurs responsables utilisateurs des résultats de la R.O. ou former des professeurs et des praticiens ? Existe-t-il une différence entre chercheur opérationnel et concepteur de système d'information ?

Pour finir, il faut tenir compte du rôle social de la R.O. qui intervient au niveau des ouvriers dans les ateliers, de la valeur du temps, de la prise en compte de critères non économiques. Là encore, la R.O. peut être une maïeutique aidant à réduire les conflits entre personnel et direction...

Les hommes d'études et les gestionnaires qui disposent de peu de temps pour réfléchir sur la méthodologie et la gestion, l'informatique et la R.O., trouveront dans ce livre des essais de synthèse et des réflexions approfondies : l'avenir de la R.O. est encore très prometteur.

Jacques AGARD

Adjoint du Secrétaire général
d'Air France

LIVRES REÇUS A LA BIBLIOTHÈQUE DE L'A.F.C.E.T.

- J. MELESE, *Approches systémiques des organisations vers l'entreprise à complexité humaine*, Hommes et Techniques, 1979.
- J. L. CASTI, *Connectivity, Complexity and Catastrophe in Large Scale Systems*, J. Wiley and Sons.
- E. HEURGON, *L'avenir de la recherche opérationnelle, pratiques et controverses*, Hommes et Techniques, 1979.
- A.F.C.E.T. J.E. 24/10/79, *Représentations graphiques de l'information*.
- A.F.C.E.T., *Travaux du groupe combinatoire*.
- A.F.C.E.T. J.E., 14-16 juin 1979, Mons, *Dynamique des systèmes*.
- B. WALLISER, *Systèmes et modèles, Introduction critique à l'analyse de systèmes*, Seuil, Paris, 1977.
- J. LESOURNE, *Les systèmes du destin*, Dalloz Économie, Paris, 1976.
- J. F. MARCOTORCHINO et P. MICHAUD, *Optimisation en analyse des données*, Masson, Paris, 1979.
- R. FAURE, P. TOLLA et C. ROUCAIROL, *Chemin et flots, ordonnancements*, Gauthier-Villars, Paris, 1979.
- R. FAURE et Ph. CHRÉTIENNE, *Processus stochastiques, leurs graphes, leurs usages*, Gauthier-Villars, Paris, 1974.