

Avant-propos

L'optimisation est un domaine des mathématiques où l'on s'intéresse à la minimisation (ou à la maximisation) d'un certain objectif, tel qu'une valeur économique ou encore une énergie. Ce sujet est à la fois très ancien – les premiers problèmes d'optimisation remontent à Euclide – et relativement jeune – le développement des méthodes numériques telles que la programmation linéaire a connu un réel essor depuis la seconde moitié du XX^e siècle. On peut penser, pour se faire une idée, au problème de la recherche d'une route en temps minimal reliant deux points d'une carte. Certains paramètres du problème peuvent être incertains – il est possible que l'on rencontre par exemple des embouteillages sur la route – et l'optimisation va alors consister à rechercher le meilleur compromis entre tous les aléas possibles.

En présence de l'incertain, l'optimiseur (ou décideur) va souvent bénéficier d'informations sur le système à optimiser qui arriveront de manière dynamique, c'est-à-dire qu'au fur et à mesure que le temps passe et que l'on teste les routes, on apprend celles qui sont les plus sujettes aux embouteillages. La difficulté du problème d'optimisation sera alors étroitement liée à la quantité d'information qui est nécessaire à la prise de décision optimale. On parle de grand problème lorsque cette quantité d'information est trop importante pour employer brutalement les techniques classiques de résolution.

Cet ouvrage est divisé en deux parties : la première concerne la programmation et la deuxième concerne l'optimisation. Dans la partie programmation, on présente des outils de la recherche opérationnelle comme la programmation linéaire, la programmation en nombres entiers, la programmation binaire, la programmation dynamique et la programmation stochastique. La recherche opérationnelle est apparue en Grande-Bretagne durant la Seconde Guerre mondiale, lorsqu'on décida d'employer des méthodes scientifiques pour étudier divers aspects des opérations militaires. Depuis lors, la recherche opérationnelle est devenue un élément important du processus de prise de

décision dans de nombreux contextes commerciaux, industriels et gouvernementaux, car elle permet d’appréhender de façon systématique la complexité toujours grandissante des problèmes de gestion auxquels sont confrontés tant le secteur privé que public.

À la suite des succès obtenus dans le domaine militaire durant la Seconde Guerre mondiale, la recherche opérationnelle a été appliquée durant de nombreuses années à des problèmes de nature opérationnelle dans l’industrie et le secteur public. Depuis une dizaine d’années, le champ d’application de la recherche opérationnelle s’est élargi à des domaines comme l’économie, la finance, le marketing et la planification d’entreprise. Plus récemment, la recherche opérationnelle a été utilisée pour la gestion des systèmes de santé et d’éducation, pour la résolution de problèmes environnementaux et dans d’autres domaines d’intérêt public. Les principaux utilisateurs de la recherche opérationnelle sont les entreprises de fabrication, de distribution et de commerce au détail dans les secteurs miniers, de l’énergie, du transport et de la construction, les entreprises de service comme les banques, ainsi que de nombreux organismes gouvernementaux. Parmi les sujets d’application récents de la recherche opérationnelle, on peut mentionner : les études logistiques, la sécurité ferroviaire, la conception d’emballages, la gestion prévisionnelle du personnel, le transport aérien, les opérations forestières, l’optimisation du carburant nucléaire, la planification de la production, etc.

La partie optimisation aborde trois chapitres : optimisation combinatoire, l’optimisation non linéaire sans contraintes et l’optimisation non linéaire sous contraintes. Cette partie est entièrement consacrée aux algorithmes numériques d’optimisation, à leurs fondements théoriques et propriétés de convergence, ainsi qu’à leur mise en œuvre, leur utilisation et d’autres aspects pratiques. L’objectif est de familiariser le lecteur avec ces algorithmes numériques : comprendre leur comportement dans la pratique, utiliser correctement l’outil Matlab, concevoir et mettre en œuvre de manière adéquate les algorithmes, diagnostiquer correctement les causes d’éventuelles difficultés.

Chaque chapitre débute par des rappels de résultats essentiels, ce qui ne doit pas empêcher le lecteur d’aller consulter les références indiquées à la fin de l’ouvrage. L’approche retenue est celle d’une progression linéaire au sens strict. Généralement, les concepts sont illustrés par des exemples. On termine chaque chapitre par l’utilisation de l’outil Matlab.

Remerciements

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l’élaboration de cet ouvrage, en particulier les élèves-ingénieurs et les doctorants de l’INSA de Rouen que nous avons eu en charge au cours de ces dernières années.