

1. La RO: problèmes, méthodes, historique



Origines de la RO

- Deuxième guerre mondiale (1939-45): **recherche sur les opérations** militaires
- Groupes de scientifiques travaillant sur ces sujets aux États-Unis et en Grande-Bretagne
- Invention de la méthode du simplexe (Section 2 du cours) par **Dantzig** (1947)
- Implantation à l'aide des premiers ordinateurs
- L'informatique (Computer Science) n'existait pas encore!



Qu'est-ce que la RO?

- Aider à la prise de décisions au sein d'organisations complexes, quelque soit leur domaine d'application (transports, télécommunications, finance, santé)
- Méthode scientifique (**recherche**)
- Aider à prendre les meilleures décisions possibles relativement à la conduite et à la coordination des **opérations** dans une organisation
- Meilleures décisions possibles = solutions **optimales**



Impact de la RO

- La RO est utilisée dans l'industrie et le secteur public:
 - Systèmes de distribution des marchandises
 - Gestion des inventaires de marchandises
 - Planification des réseaux (transports, télécommunications)
 - Confection d'horaires (personnel, ligues sportives)
 - Gestion des files d'attente
- Pourtant peu connue du grand public...
 - Enseignement dispersé (génies industriel, civil, électrique, informatique, mathématiques, administration)
 - Enseignement surtout aux cycles supérieurs (M.Sc., Ph.D.)
 - Science jeune (contrairement à la physique)
 - N'est pas associée à une réalisation technologique visible (contrairement à l'informatique)



La RO dans le monde

- Plusieurs associations professionnelles
 - IFORS (International Federation of OR Societies)
 - INFORMS (Institute for OR and the Management Sciences)
 - SCRO (Société canadienne de RO)
- Impact industriel
 - Plusieurs compagnies spécialisées dans le développement de logiciels généraux ou pour des applications particulières
 - Consulter la revue *Interfaces* pour des articles sur des applications industrielles (exemples: tableau 1.1, p. 4 H&L)
- Enseignement universitaire
 - MIT OR Center
 - Stanford Management Science & Engineering Dept.
 - Écoles de génie et d'administration



La RO à Montréal

- Enseignement:
 - DIRO
 - École Polytechnique (Maths appliquées & génie industriel)
 - HEC (Méthodes quantitatives), UQAM, McGill, Concordia
 - RROM (Réseau en RO de Montréal)
- Recherche:
 - Centre de recherche sur les transports (CRT)
 - Étude et recherche en analyse des décisions (GERAD)
- Industrie:
 - GIRO (horaires de chauffeurs d'autobus)
 - AdOpt-Kronos (horaires des équipages aériens)
 - INRO (planification des réseaux de transport urbain)



Démarche scientifique en RO

1. Définir le problème et collecter les données
2. Formuler un modèle mathématique du problème
3. Développer un algorithme pour résoudre le modèle
4. Tester le modèle et l'algorithme (raffiner au besoin)
5. Préparer l'implantation informatisée du modèle
6. Implanter le modèle au sein de l'organisation

Le cours portera surtout sur les étapes:

2. **Modélisation**
3. **Méthodologie**



Modélisation

- Modèle = représentation idéalisée d'un problème
- Exemple: un modèle d'optimisation

$$\text{Maximiser } Z = 3x_1 + 5x_2$$

$$x_1 \leq 4$$

$$2x_2 \leq 12$$

$$3x_1 + 2x_2 \leq 18$$

$$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0$$



Vocabulaire de base en modélisation

- Variables: x_1, x_2
- Fonction objectif: $3x_1 + 5x_2$
- Contrainte: $3x_1 + 2x_2 \leq 18$
- Paramètres: 3, 2 et 18 dans $3x_1 + 2x_2 \leq 18$
- Analyse de sensibilité: quelle est la sensibilité du modèle à des changements de valeurs des paramètres?
- Modélisation = art: compromis entre précision (représentation adéquate du problème) et efficacité de résolution



Méthodologie

- Développement d'algorithmes (exacts ou heuristiques) de résolution de modèles
- Pour un modèle d'optimisation, un algorithme exact permet d'identifier au moins une solution optimale:
 - Solution satisfaisant toutes les contraintes (réalisable)
 - Solution correspondant à la plus grande (dans le cas d'une maximisation) valeur de la fonction objectif
- **Une seule** valeur optimale, mais possible d'avoir **plusieurs** solutions optimales
- Un algorithme heuristique permet d'identifier au moins une solution réalisable, mais sans garantir que cette solution soit optimale