



Recherche Opérationnelle et Génie Industriel

Jean-Charles Billaut
Professeur à Polytech'Tours
Président de la ROADEF
www.roadef.org

Plan

- Qu'est-ce que la RO ?
- Les domaines d'applications
- Quelques exemples d'applications
- Conclusion
- La ROADEF

Qu'est-ce que la RO ?

Ce que la RO n'est pas uniquement

- Le simplexe à deux phases de Dantzig
- de la programmation mathématique...

Trouver $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$

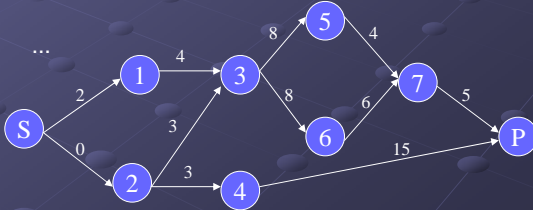
$$\begin{array}{l} \text{Min } Z = 3x_1 + 4x_2 + 7x_3 + \dots - 3x_n \\ \text{s.c. } \left\{ \begin{array}{l} x_1 - 2x_2 + 7x_3 + \dots + x_n \geq 6 \\ -5x_1 + 3x_2 + x_3 - \dots - 7x_n \geq 3 \\ \vdots \\ 2x_1 + 7x_2 - 3x_3 + \dots + 2x_n \geq 4 \end{array} \right. \end{array}$$

Ce que la RO n'est pas uniquement

- La méthode du chemin critique [Roy 1970]

Construction d'une maison individuelle

Tâches	durées	Précédence
F Fondations	2	-
Ma Maçonnerie	10	F
Me Menuiseries	3	Ma
...		
C Couverture	5	...



Une définition

- “La RO est la discipline des **méthodes scientifiques** utilisables pour élaborer de **meilleures décisions**.”
- La RO propose des modèles conceptuels pour analyser des situations complexes et permet aux décideurs de faire les choix les plus efficaces.

Une définition

- La RO est une discipline carrefour associant les mathématiques, l'économie et l'informatique.
- Elle est par nature en prise directe avec l'industrie et joue un rôle clé dans le maintien de la compétitivité.

Ce que recouvre la RO

- L'optimisation pour une aide à la décision
 - des méthodes exactes / approchées
 - des outils du marché (progiciels adaptés, outils de résolution généraux, ...)
- L'aide multicritère à la décision
 - des techniques
 - de modélisation
 - de prise en compte de plusieurs critères (Electre, MacBeth, ...)
 - des outils (Electre, Iris, UTA+, m-macbeth, ...)

Une approche de RO

- Comprendre le problème
- Modéliser le problème
- Proposer des méthodes de résolution, d'aide à la décision
- Tester les méthodes
- Mettre en place les méthodes et les confronter à la réalité

Ce que cela nécessite

- Une connaissance du domaine d'intervention
- Une expertise en RO, donc :
 - en modèles de RO,
 - en méthodes / outils de résolution.
- L'implémentation des méthodes, les tests
- donc des moyens (temps, ...)

Les domaines d'application

Les grands secteurs

- | | |
|----------------------|--|
| ● Actuellement | ● Prochainement |
| ■ Production | ■ Ecologie |
| ■ Transport | ■ Bioinformatique |
| ■ Aéroportuaire | ■ Extraction de connaissances dans les grandes BDD |
| ■ Télécommunications | ■ Réseaux informatiques |
| ■ Spatial | ■ GRID |

Le Génie Industriel

- « *Concevoir et améliorer les systèmes de production ainsi que les produits ou services qu'ils produisent, de manière à les rendre sans cesse plus performants.* »
- Il faut :
 - Modéliser
 - Analyser
 - Optimiser
 - Évaluer
 - et Piloter le système.
- Nécessite des compétences en :
 - Modélisation, ...
 - Observation, diagnostic, organisation du travail, sens du relationnel, management, ...
- Secteur transversal aux sciences de l'ingénieur.

Apports possibles de la RO

- Quelques secteurs
 - La planification de la production, du personnel
 - L'ordonnancement de projet, de la production
 - La conduite de projet, le suivi de production,
 - La logistique (localisation de dépôts, tournées de véhicules, livraisons, stockage, ...)
- La RO peut intervenir dans tout ce qui concerne l'aide à la décision sur les problèmes de GI qui peuvent être abordés par une approche scientifique.

Quelques Exemples d'Applications

Les exemples (en rapport avec l'industrie)

- Ordonnancement dans l'industrie automobile (cas de Renault)
- Un problème d'emballage (cas de Dyadem)
- Équilibrage des stocks (cas de Primagaz)
- Planification de personnel (cas de Vitalicom)

Suite

DYADEM S.A. (Tours)

Vente de consommables
informatiques
(Accessoires Bureau, Jet d'encre, Lasers, etc.)



1. Réception de la commande
2. Préparation de la commande
3. Emballage
4. Livraison



Notre intervention

Le problème

- Dans l'atelier...
 - Réception du bon de livraison
 - Préparation de la commande (passage de l'opérateur et du chariot dans le stock)
 - **Emballage des articles à livrer**
 - **Choix d'un carton**
 - **Placement dans le carton**
 - (livraison par transporteur)

La difficulté?

- Il y a plusieurs milliers de références d'articles et plusieurs centaines de formats d'articles différents.
- Les commandes sont diversifiées.
- Il y a plusieurs dizaines de cartons possibles pour emballer les commandes.
- Le rembourrage coûte cher et essayer plusieurs cartons prend du temps...

La résolution du problème (PFE)

- Reconnaissance du problème = « Bin Packing 3D », classique en Recherche Opérationnelle (problèmes de transbordement, chargements de bateaux, ...)
- Problème difficile à résoudre (plus que 2D, plus que 1D)
- État de l'art (exploration de la littérature)
- Méthodes existantes sur ce problème : aucune (nous avons tous les degrés de liberté)

Méthode proposée

- Méthode approchée : on explore un ensemble de solutions (pas toutes) et on détermine un « bon » placement des articles dans les cartons, pas forcément **le meilleur** placement.
- Par itérations successives sur les différents cartons, on détermine le carton à prendre.
- On explique comment placer les objets à l'intérieur.

The screenshot shows a software interface with several components:

- Visualisation 3D de l'ensemble**: A 3D wireframe model of a warehouse layout at the top left.
- # commande**: A label pointing to a data field in the top right.
- Réf. carton**: A label pointing to a data field in the top right.
- Numéro de l'objet dans le dessin**: A label pointing to a data field in the middle left.
- Référence de l'objet**: A label pointing to a data field in the middle left.
- Coordonnées de l'article**: A label pointing to a data field in the middle left.
- Schémas pour indiquer le positionnement des objets, niveau par niveau**: A label pointing to a vertical column of small diagrams on the right side.

Mise en place

- Avant que le BL n'arrive dans le magasin, le calcul est lancé et fournit le plan au magasinier.
- Le programme a été réalisé, testé sur des jeux de données réels.
- NB : la mise en place sur site a été à la charge de l'entreprise.

[Retour](#)

Conclusion

Ce que peut apporter la RO aux industries

- Beaucoup de choses
 - amélioration générale de l'organisation
 - de meilleures décisions, avec des garanties sur les décisions
 - des gains de productivité, de temps
 - des gains financiers

Les difficultés ?

- Pour les industriels :
 - trouver les bons interlocuteurs
 - universités, écoles, laboratoires de recherche
 - logiciels existants, entreprises privées
 - pour avoir une solution
 - rapidement (souvent)
 - à moindre coût (tout le temps)

Les difficultés ?

- Pour les chercheurs en RO
 - trouver des entreprises pour valider les travaux
 - intéressées par la recherche,
 - prêtes à "financer" la recherche (conventions CIFRE),
 - qui "jouent le jeu".
 - trouver
 - des financements pour les doctorants,
 - des candidats pour faire une thèse.



La ROADEF

www.roadef.org

Qu'est-ce que la Roadef ?

- Une association loi 1901, créée en 1998 (son histoire remonte à 1956)
- membre de EURO et de IFORS,
- qui regroupe plus de 300 adhérents, universitaires, chercheurs, industriels
- qui soutient la discipline RO et en fait la promotion
- assure une cohésion de la communauté.

Quelques actions

- Le congrès annuel
 - Avignon 2003 (315), Tours 2005 (320), Lille 2006 (420)
- La remise de prix
 - Prix Robert Faure tous les 3 ans
 - Récompense d'articles de jeunes chercheurs
- Une revue scientifique 4'OR
- Lettre électronique bimestrielle

Ses objectifs

- Promouvoir et encourager l'emploi de la RO dans tous les secteurs
- Aider à la reconnaissance du rôle et de la qualification professionnelle des chercheurs opérationnels
- Faciliter les relations entre les associations, écoles ou universités et les organisations ou entreprises.

Merci de votre attention.