

Techniques Quantitatives de Gestion II

2^{ème} année de la Licence Spéciale en Gestion

B. Mareschal

Campus Plaine - Bâtiment NO

Bureau 2.N.3.214

Tél. 650.5884

E-mail : bmaresc@ulb.ac.be

Plan du cours :

1. Introduction

Historique

Modélisation

2. Programmation Linéaire

Exemples - Définitions

Algorithme du Simplexe

Modélisation de problèmes de gestion

Logiciels (solver Excel, MPL4)

Applications

3. Applications de la Théorie des Graphes

Définitions

Chemins plus longs - plus courts

Gestion de projets

Réseaux de transport

4. Aide à la Décision

Approches unicritères et multicritères

Prise de décision de groupe

Logiciels

Applications

1. Introduction

Contexte :

Augmentation de la taille et de la complexité des organisations.

- Division du travail, spécialisation, décentralisation des responsabilités et de la gestion.
- Nouveaux problèmes liés à la spécialisation :
 - Autonomie des départements à l'intérieur des organisations
- • Manque de coordination,
 - Objectifs souvent divergents,
 - Difficulté d'allouer les ressources disponibles aux différents départements de la façon la meilleure pour l'organisation.

Historique :

2ème Guerre Mondiale :

Allocation de ressources limitées aux opérations militaires.

- **Idée** : faire appel à des techniques scientifiques (UK - USA).
- “**Research on Operations**” par des équipes multidisciplinaires de scientifiques (Cf. “Blackett’s Circus” en Angleterre).

Succès important : amélioration de l'efficacité des opérations militaires complexes (Cf. Bataille d'Angleterre, Guerre dans le Pacifique, Débarquement en Normandie) :

- politique de déploiement des radars en Angleterre,
 - contrôle de la DCA,
 - détermination de la taille des convois maritimes,
 - détection des sous-marins ennemis, ...
- Usage généralisé en Angleterre dès 1941.
 - Puis, un peu plus tard aux USA, mais à plus grande échelle.
 - Nombreux résultats fondamentaux.

Après-Guerre :

2 facteurs de diffusion :

- **Reprise** de l'industrialisation, évolution technologique.
→ Relance des problèmes liés à la complexité et à la spécialisation.
- **Succès des applications militaires.**
→ Intérêt des entreprises pour la R.O.
- **Applications civiles**, d'abord dans les grandes entreprises industrielles : (notamment dans l'industrie pétrolière : utilisation de la programmation linéaire pour la planification de la production)
En effet : recherche coûteuse
- Ensuite, les résultats obtenus sont exploités (à moindres frais) par des entreprises plus petites.
- Dans les années 60, applications dans le secteur public et dans le secteur des services.

R.O. bien établie dès les années 50 en Angleterre, puis aux USA.

2 facteurs de développement importants :

- **évolution rapide** des techniques (engouement des équipes formées pendant la guerre) : algorithme du simplexe en 1947, principaux outils développés avant 1950,
- **informatique** : puissance de calcul nécessaire à la mise en oeuvre des techniques.

Croissance très rapide de l'utilisation de la R.O. :

Aux USA : en 1972 : 22% des 500 plus grandes entreprises
en 1979 : 36%
en 1983 : 25% des 1500 plus grandes entreprises

Techniques les plus utilisées :

Programmation linéaire, simulation, PERT/CPM, gestion de stocks, analyse statistique, ...

Tentatives de définition de la Recherche Opérationnelle :

- Une approche scientifique de la prise de décision, dans le cadre du fonctionnement des organisations.

- **ORS (Operational Research Society of Great Britain) :**

Operational research is the application of the methods of science to complex problems arising in the direction and management of large systems of men, machines, materials and money in industry, business, government, and defense. The distinctive approach is to develop a scientific model of the system, incorporating measurements of factors such as chance and risk, with which to predict and compare the outcomes of alternative decisions, strategies or controls. The purpose is to help management determine its policy and actions, scientifically.

- **ORSA (Operations Research Society of America) :**

Operations research is concerned with scientifically deciding how to best design and operate man-machine systems, usually under conditions requiring the allocation of scarce resources.

N.B.

- **SOGESCI-B.V.W.B. (Société Belge de Recherche Opérationnelle) :**

- Congrès annuel ORBEL.
- Prix SOGESCI-B.V.W.B.
- Représentation de la Belgique dans EURO.

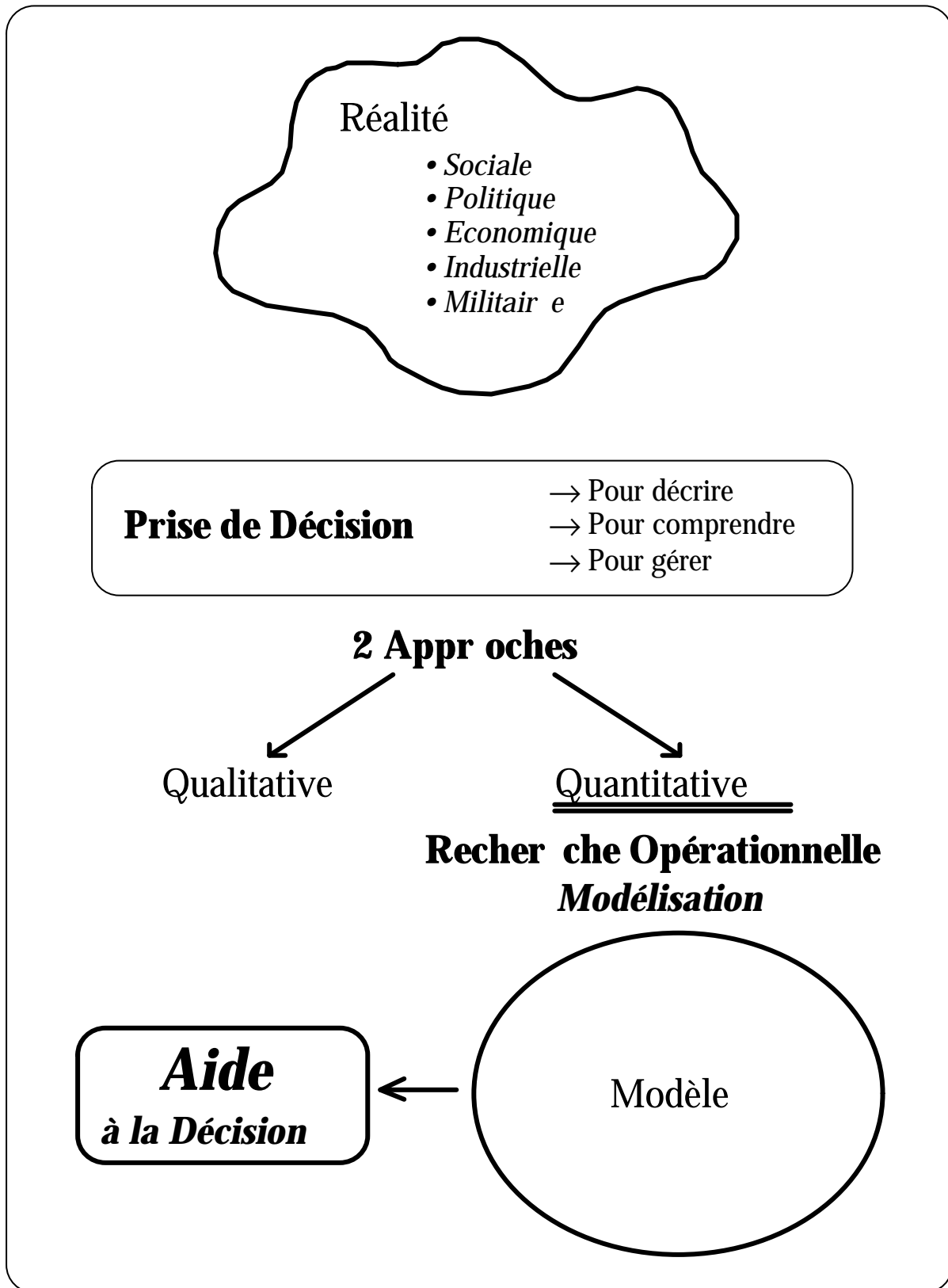
- **INFORMS (U.S.A.) :**

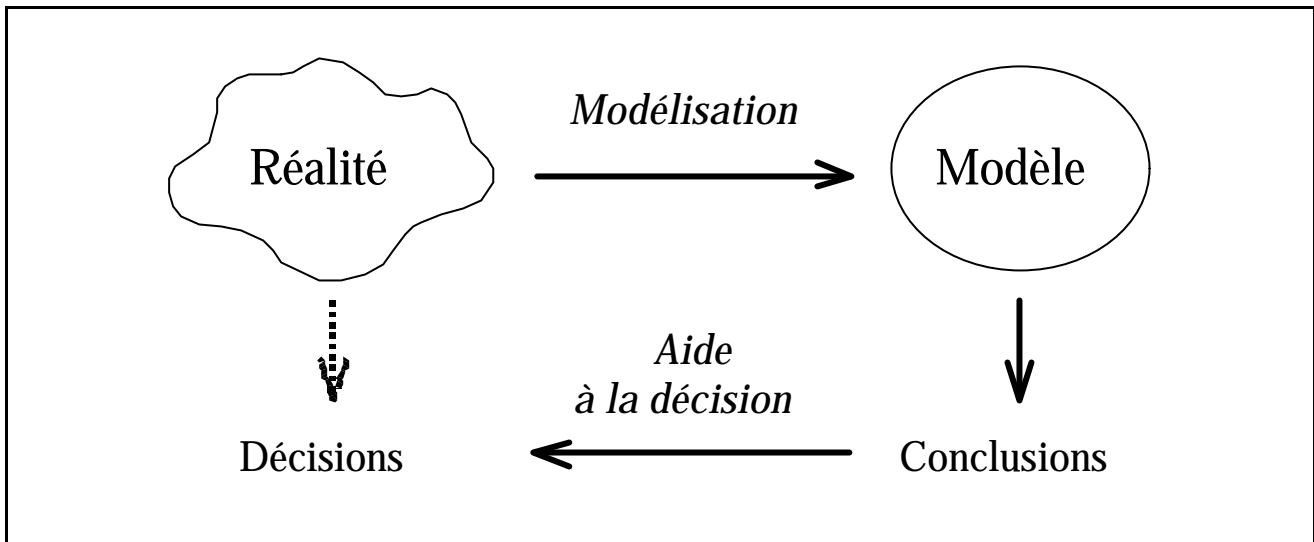
OR/MS Today, Interfaces, Congrès, ...

• Caractérisation de la Recherche Opérationnelle :

- **Opérationnelle** : comment conduire les activités propres à une organisation (commerciale, militaire, publique, ...)
- **Recherche** : utiliser une approche scientifique :
 1. observation et formulation du problème;
 2. construction d'un modèle.
 - Recherche scientifique dans le cadre de la gestion pratique d'une organisation.
 - Fournir aux décideurs un support efficace et aisé à interpréter.
 - Aide à la décision.
- **Point de vue global** : au niveau de l'organisation
 - Résoudre les conflits entre les départements.
- **Recherche de solutions optimales** (les meilleures possibles).
- **Equipes pluridisciplinaires** : pour pouvoir aborder les différents problèmes qui se posent dans une organisation.
 - Formation en :
 - . mathématique,
 - . statistique et probabilité,
 - . économie,
 - . gestion,
 - . informatique,
 - . ingénierie,
 - . techniques spéciales de la R.O., ...

Modélisation :





Etapes importantes :

1. Formulation du problème :

- Quels sont :
- les objectifs ?
 - les actions possibles ?
 - les contraintes ?

2. Construction d'un modèle mathématique :

Représentation du problème sous une forme convenant à l'analyse

-
- fonctions économiques, critères
 - variables
 - contraintes mathématiques, paramètres

Avantages :

Concision et utilisation d'outils mathématiques et informatiques.

Attention : Approximation de la réalité.

- Tester et contrôler la qualité du modèle.

3. Obtention d'une solution à partir du modèle :

Utilisation d'un algorithme

-
- solution optimale
 - solution satisfaisante (Cf. heuristiques pour réduire le temps de calcul ou le coût)

4. Aide à la décision :

Solution proposée au décideur, implémentation de la solution, ...

Structure du Cours :

- Description de modèles adaptés à la représentation de problèmes de décision typiques (Etape 2).
- Description d'algorithmes permettant l'obtention de solutions correspondant à ces modèles (Etape 3).

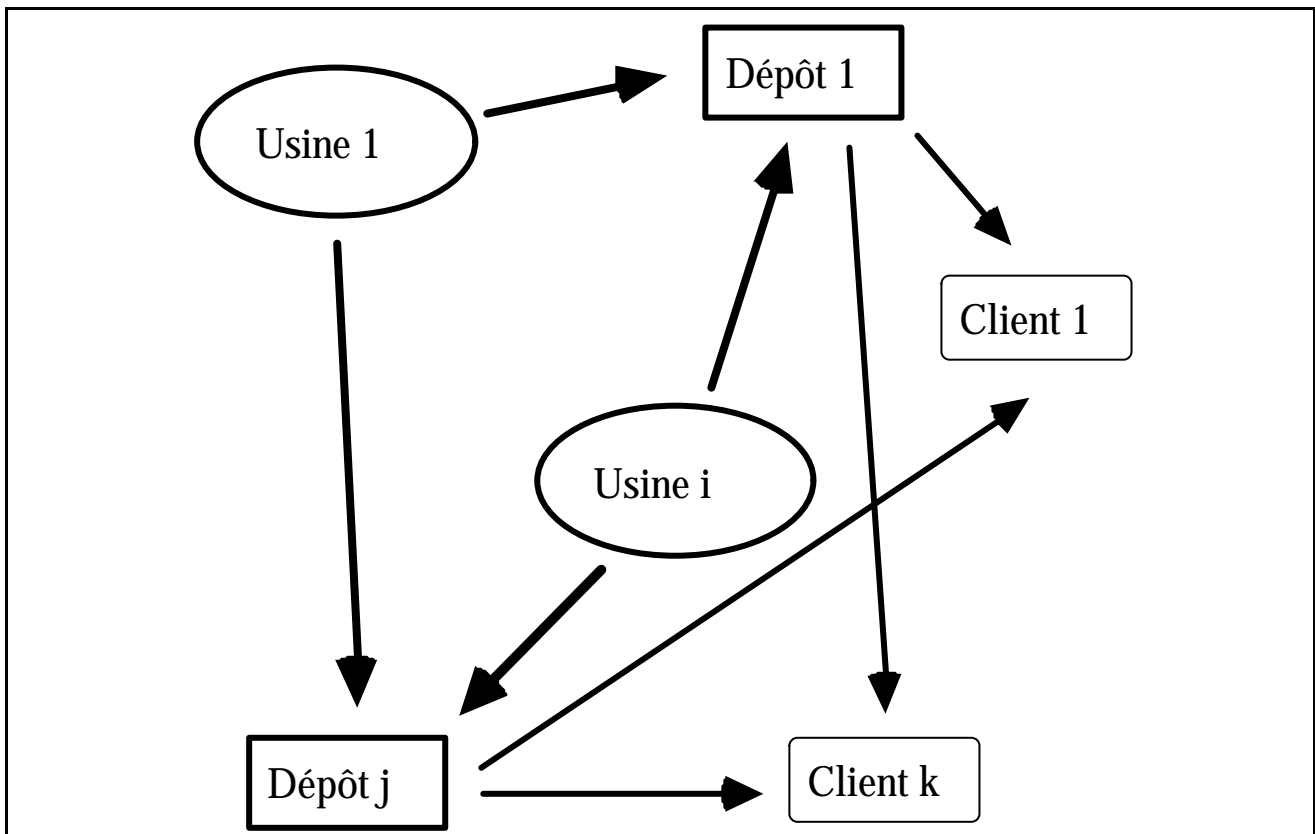
Branches Principales de la R.O. :

- Programmation mathématique
(optimisation sous contraintes)
- Théorie des graphes - Réseaux
(gestion de projets, problèmes de transport, ...)
- Gestion de la production
- Gestion des stocks
- Logistique
- Fiabilité des équipements
- Aide à la décision
- Aide à la décision multicritère
- Négociation et décision de groupe
- Simulation
- Files d'attente
- Programmation dynamique
- Théorie des jeux
- ...

Un Exemple Réel :

Integrated Production and Distribution Facility Planning at Ault Foods (John Pooley, *Interfaces*, 24:4, July-august 1994, pp.113-121.)

Problème : optimiser la production et la distribution des produits d'une laiterie industrielle en Ontario.



- 10 usines (sites de production), (indice i)
- 13 dépôts (pour approvisionner les clients), (indice j)
- 48 clients, (indice k)
- 6 produits (lait, crème, ...) (indice l)

Questions :

- Quels produits, et en quelles quantités, produire dans chaque usine ?
- Faut-il fermer certaines usines ?
- Comment acheminer les produits vers les dépôts ?
- A partir de quels dépôts faut-il approvisionner les clients ?

Objectif : Minimiser les coûts de production et de distribution.

Modèle mathématique :1° variables de décision :

A_i = 0 si l'usine i est fermée, 1 sinon,

B_j = 0 si le dépôt j est fermé, 1 sinon,

C_{jk} = 1 si le client k est servi à partir du dépôt j , 0 sinon,

X_{ijl} = quantité du produit l transportée de l'usine i vers le dépôt j

2° paramètres :

P_i = capacité de production (annuelle) de l'usine i ,

W_j = capacité du dépôt j ,

e_i = coût fixe lié à l'usine i ,

f_j = coût fixe lié au dépôt j ,

p_{il} = coût de production unitaire du produit l dans l'usine i ,

v_j = coût variable unitaire moyen au dépôt j ,

c_{ijl} = coût de transport unitaire pour le produit l de l'usine i vers le dépôt j ,

h_{jkl} = coût de transport total pour le produit l du dépôt j vers le client k ,

d_{kl} = demande du client k pour le produit l .

3° programme linéaire mixte :

Minimiser :

$$\sum_i \left\{ e_i A_i + \sum_{j,l} p_{il} X_{ijl} \right\} + \sum_j \left\{ f_j B_j + v_j \sum_{k,l} C_{jk} d_{kl} \right\} \\ + \sum_{i,j,l} c_{ijl} X_{ijl} + \sum_{j,k,l} h_{jkl} C_{jk}$$

sous les contraintes suivantes :

- capacité de production : $\sum_{j,l} X_{ijl} \leq A_i P_i \quad \forall i$
 - capacité des dépôts : $\sum_{i,l} X_{ijl} \leq B_j W_j \quad \forall j$
 - production = demande : $\sum_{i,j} X_{ijl} = \sum_{j,k} C_{jk} d_{kl} \quad \forall l$
 - approvisionnement : $\sum_j C_{jk} = 1 \quad \forall k$
- $X_{ijl} \geq 0, \quad A_i, B_j, C_{jk} = 0 \text{ ou } 1.$

→ 1427 variables et 77 contraintes.

4° résolution :

15 à 90 minutes de temps de calcul sur un PC 386.

250.000 \$ d'économie par an.