



# Introduction à la RECHERCHE OPERATIONNELLE

## Partie 1

S4 INFORMATIQUE

**Karine DESCHINKEL**

# 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, finances, santé)
- ▶ Méthode scientifique (**recherche**) au carrefour de 3 disciplines : Mathématique, Informatique et Économie
- ▶ Aider à prendre les meilleurs décisions possibles relativement à la conduite et à la coordination d'**opérations** dans une organisation
- ▶ Meilleures décisions possibles = solutions optimales

# 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 (optimisation des implantations de radars de surveillance)**
- ▶ **Invention de la méthode du Simplex par Dantzig (1947) pour la programmation linéaire**
- ▶ **Implantation à l'aide des premiers ordinateurs**

# Impact de la RO

---

- ▶ **La RO est utilisée dans l'industrie et le secteur public :**
  - **Systemes de distribution de marchandises**
  - **Gestion des inventaires de marchandises**
  - **Planification des réseaux (transport, télécommunications)**
  - **Confection d'horaires (personnel, ligues sportives)**
  - **Gestion des files d'attente**
- ▶ **Pourtant peu connue du grand public:**
  - **Enseignement dispersé ( génie industriel, civil, électrique, informatique, mathématiques, administration)**
  - **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)
  - ROADEF (Société française de RO)
- ▶ **Impact industriel**
  - Plusieurs compagnies spécialisées dans le développement de logiciels généraux ou pour des applications particulières
- ▶ **Enseignement universitaire**

# Démarche scientifique en RO

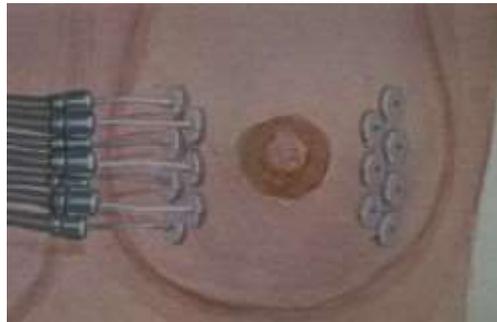
---

- 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**

# Exemple : traitement par curiethérapie d'une tumeur cancéreuse

## PROBLEME

- ▶ Curiethérapie HDR (à haut débit de dose)
- ▶ Radiothérapie interne
- ▶ Utilisation de sources radioactives introduites par une machine dans des cathéters placés dans le corps du patient

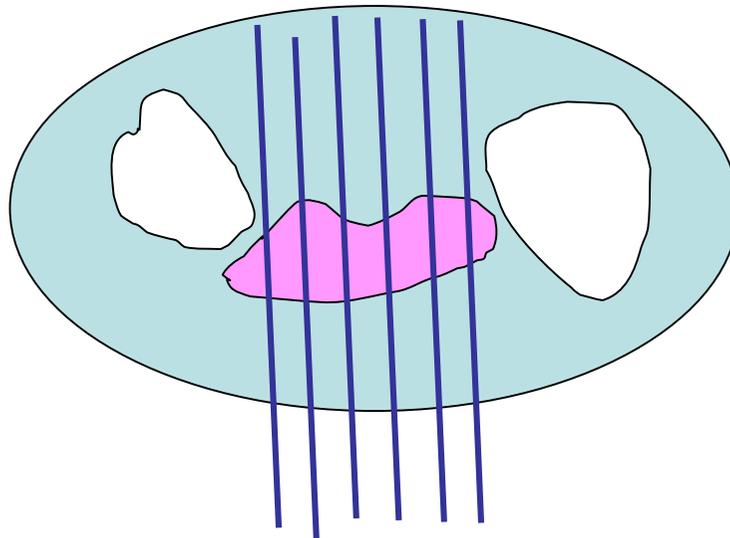


# Exemple : traitement par curiethérapie d'une tumeur cancéreuse

---

## PROBLEME

- ▶ Irradier convenablement la tumeur
- ▶ Protéger les organes à risque

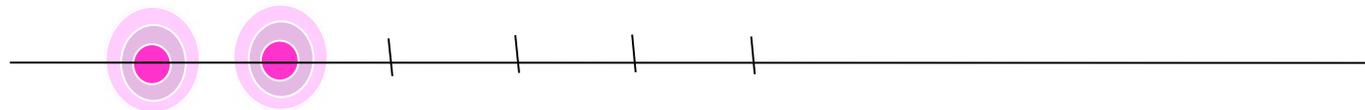


# Exemple : traitement par curiethérapie d'une tumeur cancéreuse

---

## PROBLEME

- ▶ Source se déplace le long du cathéter et s'arrête pour un temps donné à intervalles réguliers
- ▶ **OBJECTIF** : calculer les temps d'arrêt de la source pour traiter correctement la tumeur



# Exemple : traitement par curiethérapie d'une tumeur cancéreuse

## MODELE

### ► Données du problème

- E ensemble des points de calcul ,|E|=N
- $\alpha_i, \beta_i$  coefficients de pénalités pour les violations
- $D_i^{\text{inf}}, D_i^{\text{sup}}$  bornes inférieures et supérieures de l'intervalle de dose
- J ensemble des positions possibles de la source

### ► Variables du problème

- $U_i, V_i$  écart de dose
- $t_j$  temps d'arrêt en position j

### ► $\min (\sum_{i \in E} \alpha_i U_i + \beta_i V_i) / N$

$$\sum_{j \in J} D(i,j) \cdot t_j + U_i \geq D_i^{\text{inf}} \quad \forall i \in E$$

$$\sum_{j \in J} D(i,j) \cdot t_j - V_i \leq D_i^{\text{sup}} \quad \forall i \in E$$

$$U_i \geq 0, V_i \geq 0 \quad \forall i \in E$$

$$t_j \geq 0 \quad \forall j \in J$$

# Exemple : traitement par curiethérapie d'une tumeur cancéreuse

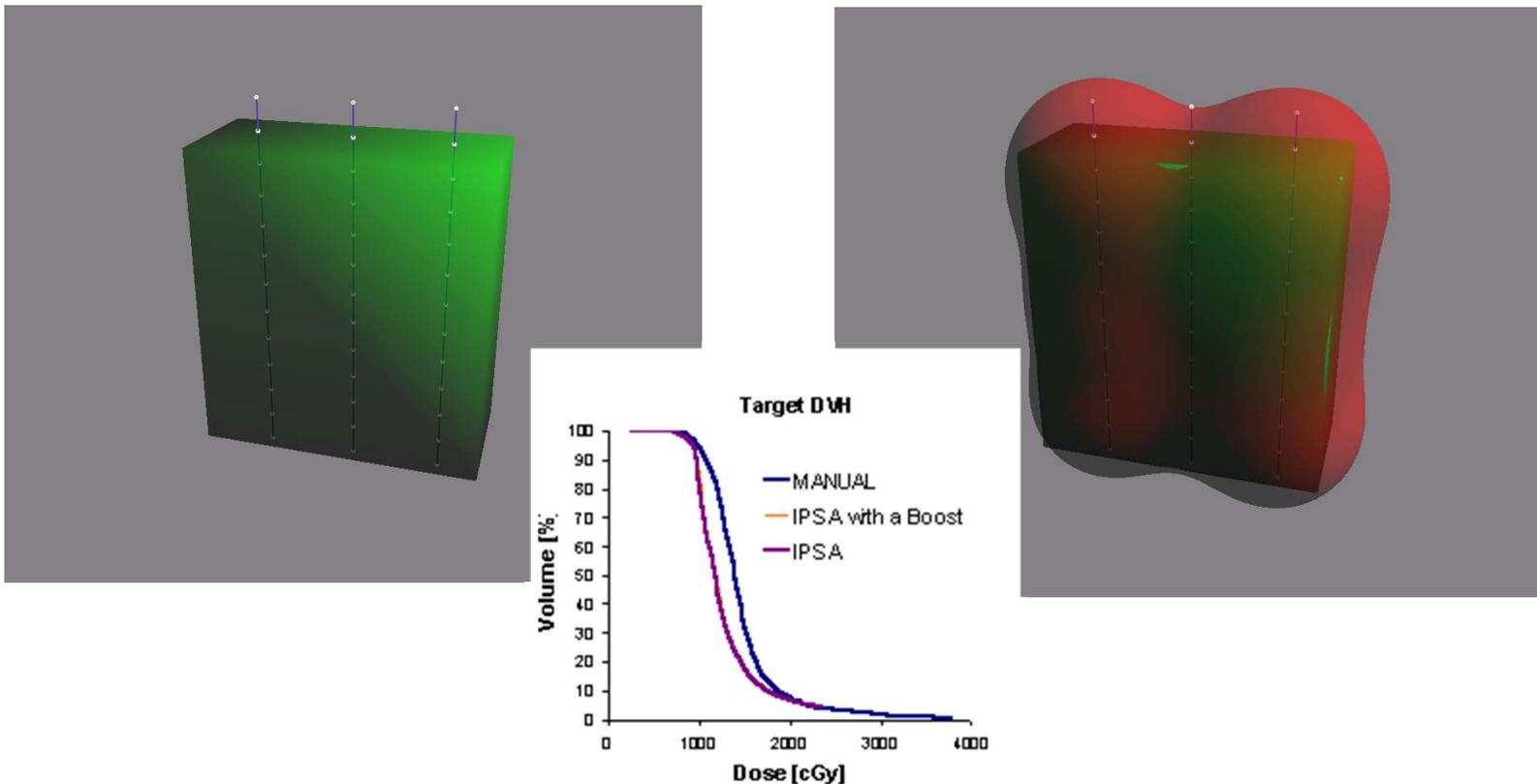
---

## ALGORITHME DE RESOLUTION

**Méthode du Simplexe**  
**pour résoudre le modèle linéaire**

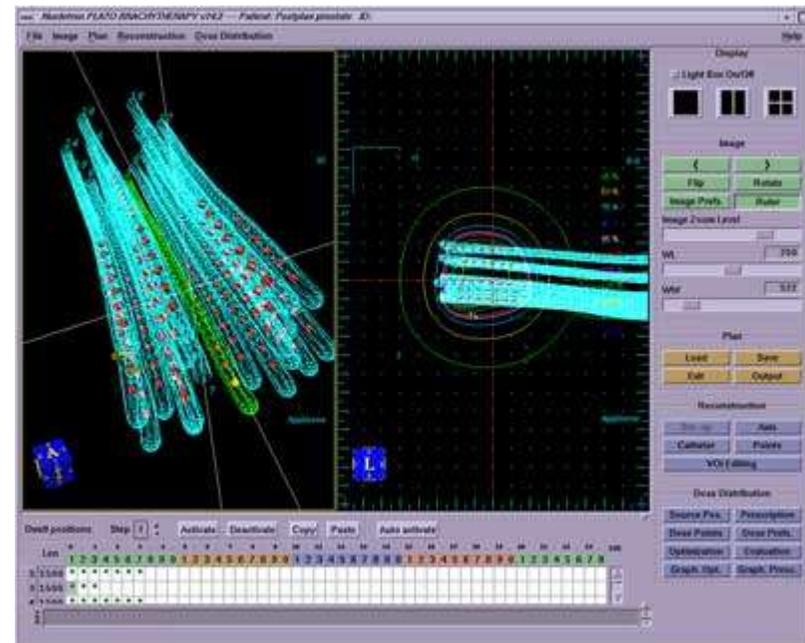
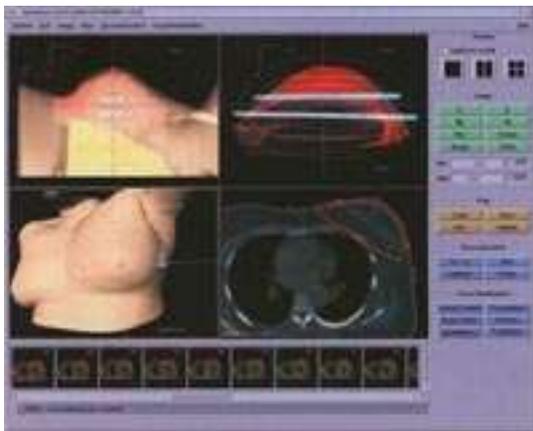
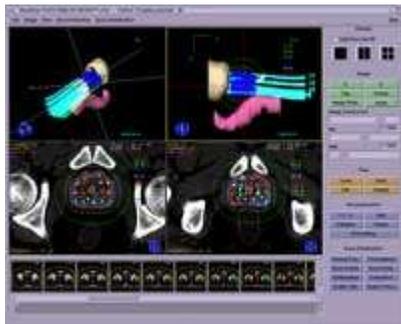
# Exemple : traitement par curiethérapie d'une tumeur cancéreuse

## TEST DU MODELE INFORMATISATION



# Exemple : traitement par curiethérapie d'une tumeur cancéreuse

## LOGICIEL DE TRAITEMENT



# Exemple : problème du Bin Packing

