

# Thème du Projet d'Optimisation Stochastique, Polytech-Paris-Sud 2015

## Problème du voyageur de commerce

Encadrants: Abdel Lisser, Adrien Chan Hon Ton  
mailto:lisser@lri.fr, adrienchanhonton@gmail.com

### 1 Présentation du Projet :

Le problème du voyageur de commerce consiste à déterminer un circuit hamiltonien de valeur minimale dans un graphe complet dont tous les arcs sont valués par un coût positif ou nul. Un circuit hamiltonien étant un circuit qui passe par tous les sommets du graphe une et une seule fois.

#### Les données du problème

- $G = (V, E)$  un graphe orienté complet de  $n$  sommets,
- $c_{ij}$  est le coût de l'arc  $(v_i, v_j)$ .

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si et seulement si l'arc (i,j) du premier niveau est retenu dans le circuit,} \\ 0 & \text{sinon.} \end{cases}$$

$$y_{ij}^s = \begin{cases} 1 & \text{si et seulement si l'arc (i,j) du deuxième niveau est retenu dans le circuit pour le scénario s,} \\ 0 & \text{sinon.} \end{cases}$$

L'objectif : Minimiser le coût total composé de la fonction du premier niveau et celle du problème de recours.

$$\sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_1} c_{ij} x_{ij} + \sum_{s=1}^K p_s \sum_{i=1}^{n_2} \sum_{j=1}^{n_2} \delta_{ij}^s y_{ij}^s.$$

où  $n = n_1 + n_2$ .

### 2 Modèle mathématique

Le problème du voyageur de commerce stochastique peut être formulé à l'aide du programme linéaire en variables binaires suivant :

$$\begin{aligned}
& \min_{x,y} \left\{ \sum_{i=1}^{n_1} \sum_{j=1}^{n_1} c_{ij} x_{ij} + \sum_{s=1}^K p_s \sum_{i=1}^{n_2} \sum_{j=1}^{n_2} \delta_{ij}^s y_{ij}^s \right\} \\
& \text{s.t.} \\
& \sum_{j=1}^{n_1} x_{ij} = 1, \quad i = 1, \dots, n, \tag{1a} \\
& \sum_{i=1}^{n_1} x_{ij} = 1, \quad j = 1, \dots, n, \tag{1b} \\
& \sum_{i|v_i \in S_1} \sum_{j|v_j \in S_1} x_{ij} \leq |S_1| - 1 \quad S_1 \subset \{v_1, \dots, v_{n_1}\} \text{ et } S_1 \neq \emptyset, \tag{1c} \\
& \sum_{j=1}^{n_2} y_{ij} = 1 - \sum_{j=1}^{n_1} x_{ij}, \quad i = 1, \dots, n_2, \tag{1d} \\
& \sum_{i=1}^n y_{ij} = 1 - \sum_{i=1}^{n_1} x_{ij}, \quad j = 1, \dots, n_2, \tag{1e} \\
& \sum_{i|v_i \in S_2} \sum_{j|v_j \in S_2} y_{ij} \leq |S_2| - 1 - \sum_{i|v_i \in S_1} \sum_{j|v_j \in S_1} x_{ij} \quad S_2 \subset \{v_1, \dots, v_{n_2}\} \text{ et } S_2 \neq \emptyset, \tag{1f} \\
& x_{ij} \in \{0, 1\}, \quad 1 \leq i, j \leq n. \tag{1g}
\end{aligned}$$

La fonction objectif exprime le coût total du circuit à minimiser. Les contraintes (1a-1c) expriment les contraintes du premier niveau. Les contraintes (1d-1f) expriment les contraintes du deuxième niveau.

### 3 Travail à faire :

Le projet consiste à implémenter le recuit simulé pour résoudre le problème du voyageur de commerce **déterministe** et le problème du voyageur de commerce **stochastique** décrit par le modèle (1). L'algorithme de résolution du problème stochastique sera présenté en cours. Chaque groupe doit fournir aux responsables du projet les documents suivants :

**Document technique :** ce document décrit plus en détail le sujet traité. Il doit présenter le modèle mathématique commenté. Il doit présenter les voisinages choisis, le(s) type(s) de mouvement(s) ainsi que les réglages nécessaires pour l'algorithme du recuit simulé. Le challenge consiste à essayer de résoudre les instances obligatoires pour la partie déterministe et le modèle stochastique pour un sous-ensemble d'instances qui sera précisé ultérieurement.

**Document organique :** ce document présente l'ossature du logiciel de résolution du problème. Il décrit de manière détaillée les différentes classes (C++, Java) du programme (variables, méthodes, données,...) et leurs rôles dans le logiciel.

**Document utilisateur :** ce document décrit le mode d'emploi du logiciel qui doit contenir une interface graphique pour lire et visualiser les instances et les résultats de l'optimisation.

**Document de synthèse des résultats :** il constitue la deuxième partie du document technique. Il doit présenter les résultats détaillés et commentés des différentes approches et

des comparaisons avec les résultats de la littérature qu'on trouve au même endroit que les instances.

**Le projet donnera lieu à deux notes : une note sur les documents rendus et une note sur la qualité des résultats, la démo et la soutenance. Les 2 notes compteront pour le cours de Programmation Stochastique**

## 4 Calendrier

- 10 Janvier 2015 : documents technique, organique et manuel d'utilisateur ;
- 24 Janvier 2015 : les divers documents corrigés, le logiciel et les jeux de test ;
- soutenances : à fixer ultérieurement.

Pénalité de retard : - 2 points/jour .

## 5 Annexe : Données

Les jeux de données doivent être télécharger à l'URL *[http : //www.iwr.uni – heidelberg.de/groups/comopt/software/TSPLIB95/](http://www.iwr.uni-heidelberg.de/groups/comopt/software/TSPLIB95/)*. Le format des jeux des données est très simple. En général, trois informations sont données par noeud : les coordonnées et la distance.