Challenge AG41 (Printemps 2014)

Olivier Grunder

9 avril 2014

1 Introduction

Le challenge AG41 vise à confronter les étudiants à un problème de recherche opérationnelle concret afin qu'il puisse appliquer et adapter les techniques qui auront été vues en cours.

Il sera évalué suivant 3 critères :
- Le travail réalisé par l'équipe qui sera mesuré en termes de performances obtenues pour les jeux d'essais utilisés pour l'évaluation, mais également en considérant l'originalité de la démarche, la rigueur du travail accompli, ainsi que la clareté des codes sources,
- Un rapport d'une dizaine de pages qui explique la méthode adoptée pour solutionner le problème considéré,
- Une soutenance d'une dizaine de minutes au cours de laquelle vous exposerez votre travail.

2 Problème de livraison et de stockage

Le système étudié est composé d'un fournisseur, de 1 transporteur à capacité limitée et de plusieurs clients (m). On s'intéresse à la planification de la livraison et du stockage de n produits entre le fournisseur et les clients. On appelle « lot » ou « batch » tous les produits transportés en même temps. Le transporteur a une capacité c qui détermine le nombre de produit maximal pouvant être livrés en une seule fois. On supposera pour simplifier que tous les produits ont un volume unitaire. L'objectif est de minimiser la somme des coûts de transport et de stockage.

Par exemple, sur la figure 1 sont représentés 1 dépot ou fournisseur (carré), 4 clients (ronds) et les différentes connexions possibles pour le transport de produits. Pour aller du dépot représenté vers le client 1, il y a une distance de 100. Il est possible également de se déplacer d'un client vers un autre, par exemple du client 1 vers le client 2 avec une distance de 10.

2.1 Modèle mathématique

Il y a m différents clients, et n produits à livrer. Chaque client h ($h = 1, ..., m$) commande n_h jobs ou produits qui doivent être livrés depuis le fournisseur : $n = \sum_{h=1}^{m} n_h$. Chaque produit/job i est caractérisé par :
- une date due d_i (le job i doit être livré chez le client avant d_i) : on suppose que les jobs sont classées par ordre croissant des dates dues d_i.

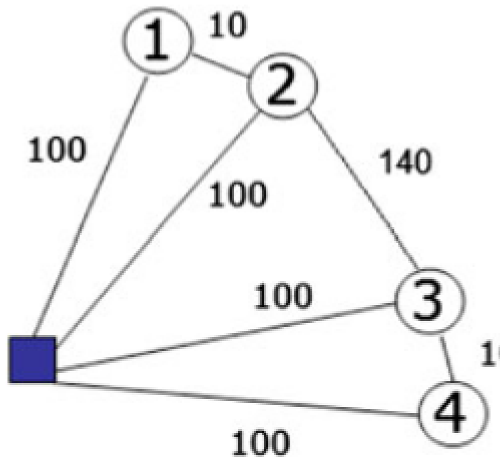

FIGURE 1 – Exemple avec 4 clients

– un client cl_i qui demande le produit i.
Le transporteur a une capacité c et son coût de transport est supposé proportionnel à la durée du transport. On notera τ_{ij} le temps de transport entre le client i et le client j, avec $i, j = 0, ..., m$. τ_{oi} (resp τ_{i0}), avec $i = 1, ..., m$, représente le temps de transport du fournisseur vers le client i (resp. du client i vers le fournisseur). Le coût de transport pour aller de i à j sera : $\eta\tau_{ij}$ avec η un coefficent non nul.

Le coût de stockage unitaire chez le client h sera noté β_h. Pour un produit i qui arrive à la date C_i et dont la date due est d_i ($C_i \leq d_i$), son coût de stockage sera : $\beta_h(d_i - C_i)$.

3 Travail à réaliser

Vous pouvez choisir d'utiliser une méthode de résolution exacte ou approchée. Pour les exemples donnés ci-dessous, on suppose : $n = 5$, $m = 4$, $c = 5$, $\eta = 2$, $\beta_h = 3h/2$ pour tous les clients et les τ_{ij} sont donnés par la figure 1.

3.1 Méthodes exactes

Les étudiants intéressés par les méthodes exactes qui permettent d'obtenir la solution optimale ne considérerons pas les tournées entre plusieurs clients. Dans ce cas de figure, le transporteur ne fera que des allers-retours simples entre le fournisseur et un client.

Si les produits sont à livrer suivant les données du tableau 1, alors la solution suivante :
– tournée 1 : 2 produits livrés au client 1 (en aller-retour) à la date 40
– tournée 2 : 3 produits livrés au client 3 (en aller-retour) à la date 240
donnera un coût de transport de $\eta(200 + 200) = 2 \times 400 = 800$ et un coût de stockage de :
– arrivée chez le client 1 à $t_1 = 40$: $\beta_1(250 - 40) * 2 = 3/2 \times 420 = 630$
– retour au fournisseur à $t' = t_1 + 100 = 140$
– arrivée chez le client 3 à $t_3 = t' + 100 =$ **240** : $\beta_3\,[(240 - 240) + (300 - 240) + (340 - 240)]$ $= 9/2 \times 160 = 720$
Soit un coût total pour cette solution de : $800 + 630 + 720 = 2150$

i	1	2	3	4	5
cl_i	1	1	3	3	3
d_i	250	250	240	300	340

Table 1 – Dates dues et clients associés aux produits demandés

i	1	2	3	4	5
cl_i	1	2	3	4	4
d_i	250	250	240	300	340

Table 2 – Dates dues et clients associés aux produits demandés

3.2 Méthodes approchées

Les étudiants souhaitant utiliser les méthodes approchées devront considérer l'ensemble des contraintes du problème notamment les tournées entre plusieurs clients. Dans ce cas de figure, le transporteur ne fait plus de simples allers-retours entre le fournisseur et un client, mais doit définir des itinéraires avec les différents clients visités.

Si les produits sont à livrer suivant les données du tableau 2, alors la solution suivante :
– tournée 1 : 1 produit pour le client 1, 1 pour le client 2, 1 pour le 3 et 2 pour le 4
donnera un coût de transport de $\eta(100 + 10 + 140 + 10 + 100) = 2 \times 360 = 720$ et un coût de stockage de :
– arrivée chez le client 1 à $t_1 = 90$: $\beta_1(250 - 90) = 3/2 \times 160 = 240$
– arrivée chez le client 2 à $t_2 = t_1 + 10 = 100$: $\beta_2(250 - 100) = 3 \times 2/2 \times 150 = 450$
– arrivée chez le client 3 à $t_3 = t_2 + 140 = \mathbf{240}$: $\beta_3(240 - 240) = 0$
– arrivée chez le client 4 à $t_4 = t_3 + 10 = 250$: $\beta_4(50 + 90) = 3 \times 4/2 \times 140 = 840$
Soit un coût total pour cette solution de : $720 + 240 + 450 + 840 = 2250$