

Split Delivery Routing Problem avec Hexaly

Baptiste Prévost

Hexaly, 251 boulevard Pereire, 75017 Paris, France
bprevost@hexaly.com

Mots-clés : *recherche opérationnelle, routing, split delivery, SDVRP.*

1 Introduction

Le *Split Delivery Vehicle Routing Problem (SDVRP)* a été proposé pour la première fois par Dror *et al.* [1] comme une relaxation du *Capacited Vehicle Routing Problem (CVRP)* qui autorise plusieurs véhicules à visiter un même client. L'objectif reste de minimiser la distance totale parcourue par la flotte de véhicules en respectant leur limite de capacité. Contrairement à un *CVRP* classique, le *SDVRP* nécessite d'introduire une décision quantitative sur le volume livré à chaque client par chaque véhicule, ce qui le différencie d'un pur problème combinatoire.

Hexaly est un solveur d'optimisation mathématique basé sur différentes techniques de recherche opérationnelle, combinant des méthodes exactes, telles que la programmation linéaire, non linéaire et par contraintes, et heuristiques, comme la recherche locale [2].

Cet exposé décrit comment combiner une modélisation ensembliste et linéaire pour décrire ce problème avec Hexaly. On montrera également que les performances du solveur sur des instances de la littérature s'approchent des meilleures solutions connues.

2 Modélisation

2.1 Données du problème

Comme dans le *CVRP*, le modèle s'appuie sur une matrice de distances complète entre les clients, ainsi qu'un vecteur de distances au dépôt. Pour chaque client, une demande est renseignée. Les véhicules sont tous supposés identiques, et ont donc tous la même capacité C .

2.2 Modèle

La formulation du *SDVRP* s'obtient comme couplage d'un modèle de tournées de véhicules standard et un modèle d'affectation.

Pour chaque véhicule k une variable de liste $customerSequences[k]$ est introduite pour représenter sa tournée sous forme d'un sous-ensemble ordonné de l'ensemble des clients. Ainsi $customerSequences[k][i]$ est l'indice du i -ème client visité par le véhicule k .

Pour chaque véhicule k et chaque client i , une variable flottante $quantity[k][i]$ modélise la quantité de bien livrée par ce véhicule à ce client.

L'opérateur "cover" est utilisé pour modéliser le fait que chaque client doit être servi par au moins un véhicule.

Il est nécessaire de contraindre la quantité livrée par chaque véhicule à ne pas dépasser sa capacité. Enfin, la quantité livrée à chaque client par l'ensemble des véhicules doit être au moins égale à sa demande.

```
...  
constraint cover[k in 0...nbTrucks](customerSequences[k]);
```

```

for [i in 0...nbCustomers] {
    quantityServed[i] <- sum[k in 0...nbTrucks](quantity[k][i]
        * contains(customersSequences[k], i));
    constraint quantityServed[i] >= demands[i];
}
...

```

3 Résultats

Le tableau suivant compare les résultats d’Hexaly à ceux de la littérature pour 95 instances réparties en 4 familles d’instances. L’écart moyen pour un groupe d’instances est calculé comme la moyenne des écarts relatifs de l’objectif (distance totale des véhicules) calculé en 60 secondes avec Hexaly par rapport à la meilleure solution connue [7].

Famille d’instances	Nb. instances	Nb. clients min.	Nb. clients max.	Ecart moyen
S. Chen et al. [3]	21	8	288	0.90%
J.M. Belenguer et al. [4]	14	50	100	1.12%
C. Archetti et al. [5]	49	50	200	2.04%
G. Reinelt (TSPLIB) [6]	11	20	100	0.40%

TAB. 1 – Ecart moyen aux meilleures solutions connues

4 Conclusion

Le *SDVRP* et ses extensions comme par exemple l’*Inventory Routing Problem (IRP)* sont utilisés en production pour des applications dans différentes industries. La modélisation du *SDVRP* avec Hexaly permet d’obtenir une formulation simple et des résultats proches de l’état de l’art avec un solveur générique en combinant des approches heuristiques avec de la programmation mathématique.

Références

- [1] M. Dror, G. Laporte, P. Trudeau. Savings by split delivery routing *Transportation Science*, 1989
- [2] F. Gardi, T. Benoist, J. Darlay, B. Estellon, et R. Megel. Mathematical Programming Solver Based on Local Search *Wiley*, 2014
- [3] S. Chen, B. Golden, E. Wasil. The split delivery vehicle routing problem : Applications, algorithms, test problems, and computational results. *Net. Int. J.*, 2007
- [4] J.M. Belenguer, M.C. Martinez, E. Mota. A lower bound for the split delivery vehicle routing problem. *Operations Research*, 2000
- [5] C. Archetti, M.G. Esperanza, M.W. Savelsbergh. An optimization-based heuristic for the split delivery vehicle routing problem. *Transportation Science*, 2008
- [6] G. Reinelt. TSPLIB - A Traveling Salesman Problem Library *Informatics*, 1991
- [7] M.M. Silva, A. Subramanian, L.S. Ochi. An Iterated Local Search for the Split Delivery Vehicle Routing Problem *Computers and Operations Research*, 2015