

Une heuristique pour le problème de tournées de véhicules régulières

Dominique Feillet¹, Thierry Garaix², Fabien Lehuédé³, Olivier Péton³, Dominique Quadri⁴

¹ École des Mines de Saint-Etienne, CMP Georges Charpak, 880 avenue de Mimet, F-13541 GARDANNE
feillet@emse.fr

² Politecnico di Torino - Corso Duca degli Abruzzi, 24 - I-10129 Torino.
thierry.garaix@polito.it

³ IRCCyN, Ecole des Mines de Nantes, 4 rue Alfred Kastler, F-44307 NANTES.
fabien.lehuede, olivier.peton@emn.fr

⁴ Laboratoire Informatique d'Avignon (LIA), Université d'Avignon et des Pays du Vaucluse, 339 chemin des Meinajaries Agroparc, F-84911 AVIGNON.
dominique.quadri@univ-avignon.fr

Mots-Clés : *VRP, demande variable, heuristique, branch-and-price*

1 Introduction

Les problèmes de tournées de véhicules se concentrent généralement sur la minimisation d'un coût lié au nombre de véhicules utilisés, à la distance ou à la durée des trajets. Optimiser la qualité de service est un critère au moins aussi important dans le cadre du transport de personnes. Lorsque les mêmes clients sont servis de manière répétitive au cours du temps, maintenir une certaine régularité dans les horaires de service peut être grandement apprécié. Cette préoccupation est particulièrement pertinente pour le transport de personnes sensibles aux changements.

Nous nous intéressons au VRP où les client émettent une demande intermittente. Certains clients doivent être transportés tous les jours tandis que d'autres ne doivent être transportés que certains jours de la semaine. Malgré ces variations de la demande, nous souhaitons maintenir des horaires de service réguliers.

2 Modélisation de la régularité

Un article récent de Groër *et al* [1] définit la notion de *consistent VRP* pour un problème de distribution de courrier. Dans leur modèle mathématique, la notion de régularité des horaires se traduit par une contrainte fixant un intervalle de temps pour la livraison de chaque client. Ils imposent en outre une règle de précedence qui fige l'ordre de service aux clients.

Des variations de l'heure de service de l'ordre de la minute ne sont pas ressenties par le client. Les horaires correspondant peuvent donc être considérés comme appartenant à une même *classe horaire*.

La *régularité* du service est liée au nombre de classes horaires par client, plutôt qu'à une mesure continue des différences entre les horaires de service [2].

Nous présentons un modèle de VRP recherchant les tournées de longueur minimale, en limitant le nombre de classes acceptables pour tout client. Le modèle est voisin de celui présenté dans [1]. Les principales différences concernent la définition de la régularité, l'interdiction d'introduire des temps d'attente avec des clients à bord des véhicules, et l'abandon de la règle de priorité.

3 Heuristique et résolution du sous-problème

L'heuristique utilise un voisinage sur les journées, qui consiste à chaque itération à détruire, puis reconstruire, l'ensemble des tournées d'une journée. Lors de la reconstruction, on cherche à contrôler le nombre de classes de chaque client. Considérons un client i ayant c_i classes. La reconstruction des tournées de la journée permet d'obtenir entre $c_i - 1$ et $c_i + 1$ classes. Ne pas augmenter le nombre de classes nécessite de servir i dans une fenêtre horaire compatible avec les heures de service des autres journées. Le sous-problème lié à la reconstruction est donc un VRP à fenêtres horaires multiples, et interdisant l'attente des véhicules en cours de tournée. Ce problème, noté VRPmHTW, est résolu par une méthode de type branch-and-price.

À chaque itération, l'heuristique sélectionne une journée, puis un client parmi ceux ayant le plus grand nombre de classes, et définit le VRPmHTW visant à contrôler le nombre de classes du client sélectionné. La solution fournie du VRPmHTW peut augmenter le nombre de classes des clients non sélectionnés. Cette augmentation peut avoir une influence négative sur la qualité de la solution. Une dégradation temporaire peut être acceptée afin de diversifier la recherche.

L'heuristique construit un front de Pareto en faisant varier le nombre k de classes acceptables entre 1 et le nombre de périodes de l'horizon de planification. Pour chaque valeur de k , la solution de distance minimale est sauvegardée.

4 Expérimentations numériques

Nous reportons les résultats de l'heuristique obtenus sur trois familles d'instances : des petites instances définies par Groër et al. [1], les instances de Christofides et Eilon [3] adaptées de manière à introduire une demande intermittente, et des données réelles concernant le transport de personnes handicapées mentales. Nous comparons les résultats numériques obtenus avec plusieurs versions de l'heuristique et plusieurs profils de demande.

Références

- [1] C. Groër, B. Golden and E. Wasil. The Consistent Vehicle Routing Problem. *Manufacturing & service operations management*, 11(4):307–324, 2009.
- [2] D. Feillet, T. Garaix, F. Lehuédé, O. Péton and D. Quadri. Conception de Tournées de Véhicules Régulières. *Conférence ROADEF 2009*, Nancy, février 2009.
- [3] N. Christofides and S. Eilon, An algorithm for the vehicle dispatching problem. *Operations Research Quarterly*, 20:309–318, 1969.