Planification du transport des personnes à mobilité réduite : Retour d'expérience et perspectives

Tayeb OULAD KOUIDER¹

VIACTIS by Nocratès
tayeb.oulad-kouider@nocrates.com

Mots-clés : *recherche opérationnelle, optimisation, PMR, DARP, TAD.*

1 Introduction

Viacitis propose une solution de gestion et d'optimisation du transport à la demande, principalement pour les personnes à mobilité réduite (PMR). Cette solution est basée sur un moteur d'optimisation permettant de répondre aux différentes demandes de transport et de les planifier avec les ressources disponibles (véhicules, conducteurs,...).

La problématique traitée par le moteur est un *dial a ride problem (DARP)* [1]. Problématique dont l'exemple d'application le plus courant est le service de transport porte-à-porte pour les personnes âgées ou handicapées [5].

2 Problématique traitée

La problématique traitée au sein de Viacitis se modélise en un variant du DARP qui prend en considération plusieurs contraintes et aspects non traités dans le cas classique. Notre problématique est modélisée pour des cas réels et elle évolue et s'adapte selon le besoin des clients. Les contraintes et aspects caractérisant notre problématique sont :

- **Prise de décision** : la résolution est initialement statique [7] à partir des données disponibles à son lancement. Puis, à chaque nouvelle demande et/ou modification des ressources, la solution est recalculée. Malgré l'aspect statique initial, nous traitons donc un DARP dynamique [6].
- **Horaires des voyageurs** : l'utilisation des fenêtres horaires est imposée aux services de transport par les règlements d'usage établis. Nous les considérons donc pour les horaires de prise en charge et de dépose [2].
- **Considération des conducteurs** : Dans le DARP classique, les tournées sont faites par des véhicules sans mention des conducteurs. Cette non considération suppose et implique que chaque véhicule a un conducteur attribué, ce qui n'est pas le cas dans la pratique. Dans notre modélisation, les conducteurs et les véhicules sont deux entités distinctes avec leurs définitions et contraintes propres.
- **Disponibilités des conducteurs par segments** : Dans le DARP classique, les véhicules, et donc les conducteurs, sont disponibles toute la journée. Dans la pratique, cela est impossible. Dans notre modélisation, la disponibilité des conducteurs est exprimée en segments, et un nombre maximum d'heures travaillées est donné par segment et par jour. Cette modélisation permet de respecter les lois en vigueur et de mieux traduire les politiques de gestion de flotte d'une entreprise.
- **Multi-dépôts** : Chaque segment de chaque conducteur peut avoir un dépôt de début et un dépôt de fin distincts. Ces dépôts doivent être déterminés a priori [4].
- **Hétérogénéité des voyageurs** : Un voyageur PMR nécessite un type de place spécifique dans le véhicule. Nous en considérons autant que nécessaire. Aussi, un voyageur peut

accepter plusieurs types de places. Par exemple, un voyageur ayant un fauteuil pliable peut prendre une place "fauteuil" ou "assise".

- **Différentes configurations des véhicules** : Un véhicule peut avoir plusieurs configurations de places et il existe deux méthodes pour changer la configuration d'un véhicule. Entre les configurations dites *équivalentes*, le conducteur peut modifier la configuration à n'importe quel moment de sa tournée. Et, entre les configurations dites *incompatibles*, il est nécessaire d'être au dépôt pour modifier la configuration.
- **Multi-objectifs** : Notre solution permet d'avoir plusieurs fonctions objectifs, et l'optimisation se fera selon leur ordre lexicographique [3].

3 Résolution

Notre solution se base sur la programmation par contraintes. Cette méthode s'adapte bien à notre problématique puisqu'elle permet de tirer "profit" du grand nombre de contraintes auxquelles nous faisons face. De plus, la propagation par contrainte réduit itérativement les domaines de définition des variables, ce qui convient parfaitement pour les heures de prise en charge et de dépose exprimées en intervalles (fenêtres de temps).

Deux résolutions de notre problématique sont possibles avec la propagation par contraintes : une résolution globale où plusieurs demandes sont traitées simultanément et une résolution séquentielle où les demandes sont traitées une par une dans un ordre donné. La résolution globale assure la solution optimale mais est exponentielle par rapport au nombre de demandes. D'un autre côté, la résolution séquentielle est efficace en terme de temps d'exécution mais ne permet pas de garantir la solution optimale. Dans notre solution, nous avons choisi d'utiliser majoritairement la résolution séquentielle car elle est réactive et efficace. Notre solution planifie jusqu'à 600 courses par jour par client.

4 Perspectives

Notre objectif est de confronter notre méthode de résolution à des algorithmes plus modernes avec pour finalité sa validation et/ou son amélioration. C'est pour cela que nous travaillons sur une résolution avec une combinaison d'heuristiques de construction et de méta-heuristiques.

Références

- [1] J.-F. CORDEAU et G. LAPORTE. "The Dial-a-Ride Problem (DARP) : Variants, modeling issues and algorithms". In : *4OR* 1 (juin 2003).
- [2] S. DELEPLANQUE et A. QUILLIOT. "Dial-a-Ride Problem with time windows, transshipments, and dynamic transfer points". In : *IFAC Proceedings Volumes* 46.9 (2013).
- [3] F. GUERRIERO et al. "Multi-objective Optimization in Dial-a-ride Public Transportation". In : *Transportation Research Procedia* 3 (2014).
- [4] I. MALHEIROS et al. "A hybrid algorithm for the multi-depot heterogeneous dial-a-ride problem". In : *Computers & Operations Research* 129 (2021).
- [5] E. MELACHRINOUDIS, A. B. ILHAN et H. MIN. "A dial-a-ride problem for client transportation in a health-care organization". In : *Computers & Operations Research* 34.3 (2007).
- [6] S. VALLEE, A. OULAMARA et W. R. CHERIF-KHETTAF. "New online reinsertion approaches for a dynamic Dial-a-Ride Problem". In : *Journal of Computational Science* 47 (2020).
- [7] Z. XIANG, C. CHU et H. CHEN. "A fast heuristic for solving a large-scale static dial-a-ride problem under complex constraints". In : *European Journal of Operational Research* 174.2 (2006).