

# Métaheuristique gloutonne pour un problème de transport en milieu urbain avec transferts

Alexis Godart<sup>1</sup>, Hervé Manier<sup>1</sup>, Christelle Bloch<sup>2</sup>, Marie-Ange Manier<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Univ. Bourgogne Franche-Comté, Institut FEMTO-ST/CNRS, Rue Thierry-Mieg (UTBM), 90010 Belfort Cedex, France

{alexis.godart, herve.manier, marie-ange.manier}@utbm.fr

<sup>2</sup> Univ. Bourgogne Franche-Comté, Institut FEMTO-ST/CNRS, 1 Cours Leprince-Ringuet, 25200 Montbéliard, France

christelle.bloch@univ-fcomte.fr

**Mots-clés** : *transport urbain avec transferts, optimisation, algorithme génétique, heuristiques gloutonnes, multimodalité*

## 1 Introduction

Nos travaux s'intéressent à la résolution d'une variante statique d'un problème de tournées de collecte et livraison avec transferts (Pickup and Delivery Problems with Transfers [1], ou PDP-T) en milieu urbain. Dans cette variante nous cherchons à satisfaire des demandes de transport de personnes et de marchandises avec une flotte de véhicules limitée. Le contexte urbain de ce problème ajoute de nombreux éléments de complexité supplémentaires que nous avons décidé de prendre en compte. En particulier, chaque demande est exprimée par une fenêtre de temps pour le ramassage et une seconde pour la dépose. Les dépôts de véhicules, les sites origine/destination ainsi que les points de transferts sont également définis par une fenêtre de temps. En ces points chaque demande peut passer d'un véhicule à un autre, avec ou sans synchronisation temporelle des ressources de transport. Le stockage de la marchandise est limité par la capacité des points de transfert qui doit être respectée à tout instant. Enfin, cette variante est résolue en considérant plusieurs objectifs à minimiser : le retard max sur les fenêtres de temps des demandes et des sites, et la distance totale parcourue par l'ensemble des véhicules.

## 2 Méthode

Une formulation ainsi qu'une modélisation par programmation linéaire ont été proposées pour résoudre des instances de petite taille générées pour cette variante [2]. Dans l'optique de résoudre des instances de plus grande taille en un temps acceptable, nous avons élaboré une méthode de type métaheuristique hybride, intégrant l'exploration de l'espace des solutions d'affectation des véhicules aux demandes par un algorithme évolutionnaire, puis la construction des tournées par l'utilisation d'une méthode exacte (MILP résolu avec CPLEX) [3]. Cependant cette démarche n'est pas adaptée pour résoudre des instances de taille réelle (50 à 150 demandes) en un temps abordable.

Nous proposons de résoudre ces instances avec le même algorithme évolutionnaire enrichi avec différentes stratégies de génération des solutions initiales pour le problème d'affectation. Ensuite, le processus de construction des tournées avec transferts par MILP est remplacé par un ensemble d'heuristiques gloutonnes. L'approche séquentielle et l'utilisation de méthodes approchées pour résoudre chaque sous-problème permet d'obtenir des solutions de bonne qualité en temps raisonnable. L'une des complexités majeures est la navigation au sein de l'espace

des solutions puisque celles-ci sont évaluées à partir de 3 critères : la minimisation du retard maximal sur les demandes, sur les sites, et la distance.

### 3 Résultats obtenus

En reprenant les jeux d'instances créés pour cette variante, et en adaptant des jeux d'instances trouvées dans la littérature proche (Peng, Ropke, Chassaing), nous sommes en mesure d'obtenir des solutions sans retard dans la plupart des cas.

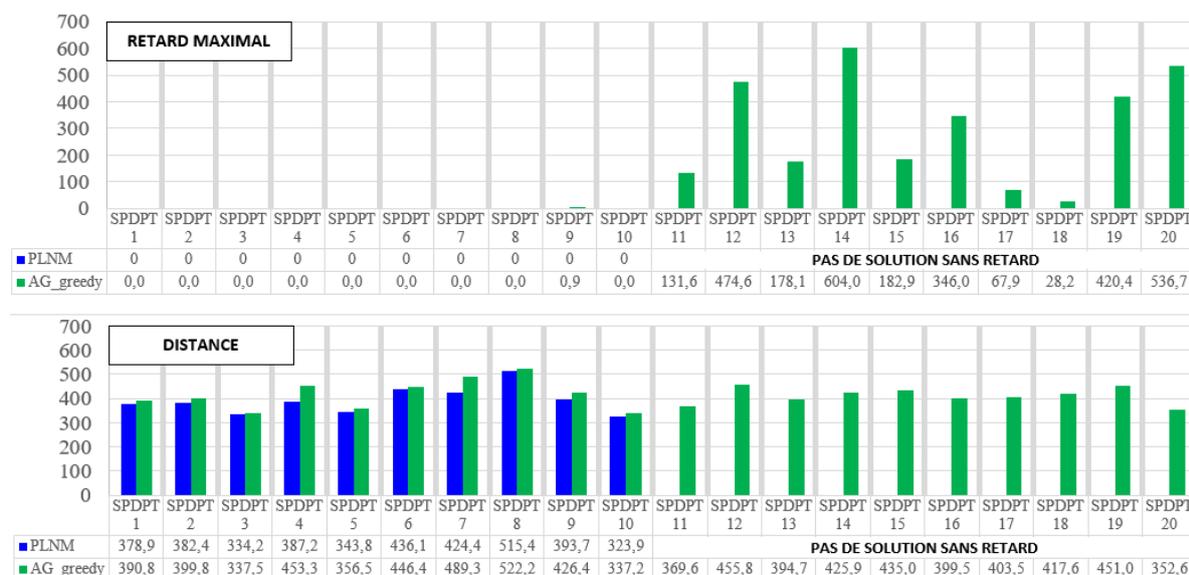


FIG. 1 – Résultats obtenus sur le jeu d'instances de Peng et al. (2018) - 2 véhicules et 5 demandes

Nous mettons ici en lumière les résultats obtenus sur le jeu d'instances de Peng et al. (2018). La distance totale obtenue est légèrement plus importante que les solutions optimales obtenues par programmation linéaire (SPDPT1-10). Néanmoins, nos méthodes permettent de répondre à la problématique majeure de notre variante : il n'est pas possible de savoir s'il existe une solution sans retard a priori. En effet, les ressources de transport sont limitées contrairement à la quantité de demandes. Ainsi, cette méthode permet de trouver des solutions minimisant les retards lorsqu'il n'est pas possible d'en trouver sans retard (SPDPT11-20). Des pistes d'amélioration sont envisagées sur la construction des tournées et l'insertion de transferts. Une piste en particulier semble prometteuse : l'utilisation d'heuristiques d'insertion dynamique des opérations au sein des tournées.

### Références

- [1] C. E. Cortés, M. Matamala, and C. Contardo, *The pickup and delivery problem with transfers : Formulation and a branch-and-cut solution method*. Eur. J. Oper. Res., vol. 200, no. 3, pp. 711–724, 2010.
- [2] A. Godart, H. Manier, C. Bloch, and M.-A. Manier, *Un modèle d'optimisation linéaire pour résoudre un problème riche de tournées de véhicules en milieu urbain*. ROADEF 2018.
- [3] A. Godart, H. Manier, C. Bloch, and M.-A. Manier, *Métaheuristique hybride pour un problème de tournées de véhicules multimodales et multi-visites*. ROADEF 2019.

*Projet Mobilitech financé par la région Franche-Comté (CPER 2015-2020), labellisé par le Pôle Véhicule du Futur.*