

Renforcements de la recherche à voisinage large pour les problèmes de tournées de véhicules généralisés

Dorian Dumez¹, Katharina Olkis², Stefan Irnich²
Fabien Lehuédé¹, Olivier Péton¹, Christian Tilk²

1 : IMT Atlantique, LS2N (UMR CNRS 6004)

4 rue Alfred Kastler, 44300 Nantes cedex 3, France

2 : Chair of Logistics Management, Gutenberg School of Management and Economics,

Johannes Gutenberg University Mainz

Jakob-Welder-Weg 9, D-55128 Mainz, Germany

Les services de e-commerce se sont beaucoup développés ces dernières années et proposent aujourd’hui un très large choix de produits et une livraison rapide. Un des principaux freins au développement du e-commerce reste le coût du dernier kilomètre, qui représente, selon les sources, entre 25% et 40% des coûts de distribution. Les livraisons manquées, qui concernent environ 14% des livraisons [Allen et al., 2016], peuvent expliquer ce chiffre élevé. C’est pourquoi des solutions innovantes sont cesse testées, comme les livraisons dans le coffre des voitures [McFarland, 2018] ou les livraisons dans des consignes et point de retrait, dont le nombre a augmenté de 33% en France et en Allemagne entre 2008 et 2014 [Morganti et al., 2014].

Le problème de tournées de véhicules avec options de livraison (Vehicle Routing Problem with Delivery Options, VRPDO) [Dumez et al., 2019] cherche à livrer, au moindre coût, un ensemble de colis à des clients ayant donné plusieurs options de livraison. Lorsqu’un client passe une commande, il propose plusieurs lieux et horaires de livraison possibles et classe ces options de livraison par niveau de préférence. Une option peut avoir un lieu de livraison individuel (domicile) ou partagé (relais colis, conciergeries, consignes). Pour les lieux partagés, un nombre maximum de colis livrés peut être défini. Le VRPDO consiste à construire un ensemble de tournées permettant de livrer chaque client sur une de ses options en respectant les fenêtres horaires des lieux de livraison visités, la capacité des lieux de livraison partagés et la qualité de service requise. Ainsi, le VRPDO est un problème de tournées de véhicules avec de multiples options de livraison et des ressources synchronisées [Drexler, 2012].

Pour résoudre le VRPDO, nous proposons une heuristique de recherche à voisinage large (Large Neighborhood Search, LNS) [Shaw, 1998] couplée avec la résolution d’un problème de partitionnement (Set Partitioning Problem, SPP) et l’utilisation du voisinage de Balas-Simonetti [Balas, 1999], avec diverses composantes adaptatives. L’heuristique LNS utilise plusieurs opérateurs issus de la littérature ainsi que des opérateurs spécifiques au VRPDO. La résolution d’un modèle d’un SPP adapté au VRPDO permet de recombinaison des tournées générées lors d’itérations différentes. Pour ce composant, les adaptations dynamiques de la fréquence de résolution et du nombre de tournées mémorisées proposés dans Tellez et al. [2018] et Dumez et al. [2019] ont été améliorées. Enfin l’utilisation du voisinage de Balas-Simonetti via la résolution d’un plus court chemin sous contraintes de ressources dans un graphe auxiliaire permet d’améliorer des solutions élités.

Nos expérimentations sur des instances générées aléatoirement montrent qu’il est possible de réduire significativement les coûts de livraison en considérant des options de livraison [Dumez et al., 2019]. Cette différence, face au cas où seule la livraison au domicile est considérée, devient très importante lorsque les fenêtres de temps sont étroites.

D’un point de vue méthodologique, nous montrons que l’hybridation entre le LNS, le SPP et l’utilisation du voisinage de Balas-Simonetti permet également d’obtenir de bons résultats numériques sur divers problèmes voisins du VRPDO. Nous présentons les résultats numériques obtenus sur des instances test du Generalized Vehicle Routing Problem with Time Windows [Moccia et al., 2012], du Vehicle Routing Problem with Roaming Delivery Locations [Reyes et al., 2017] et du Vehicle Routing Problem with Multiple Time Windows [Belhaiza et al., 2014].

Références

- Julian Allen, Maja Piecyk, and Marzena Piotrowska. Analysis of the parcels market and parcel carriers operations in the UK. Technical report, University of Westminster, 2016.
- Egon Balas. New classes of efficiently solvable generalized traveling salesman problems. *Annals of Operations Research*, 86 :529–558, 1999.
- Slim Belhaiza, Pierre Hansen, and Gilbert Laporte. A hybrid variable neighborhood tabu search heuristic for the vehicle routing problem with multiple time windows. *Computers & Operations Research*, 52 :269–281, 2014.
- Michael Drexl. Synchronization in vehicle routing a survey of VRPs with multiple synchronization constraints. *Transportation Science*, 46(3) :297–316, 2012.
- Dorian Dumez, Fabien Lehuédé, and Olivier Péton. A large neighborhood search approach to the vehicle routing problem with delivery options. *Working paper*, 2019.
- Matt McFarland. Amazon now delivers to the trunk of your car. *CNN business*, 2018. URL <https://money.cnn.com/2018/04/24/technology/amazon-key-in-car-delivery-review/index.html>.
- Luigi Moccia, Jean-François Cordeau, and Gilbert Laporte. An incremental tabu search heuristic for the generalized vehicle routing problem with time windows. *Journal of the Operational Research Society*, 63(2) :232–244, 2012.
- Eleonora Morganti, Saskia Seidel, Corinne Blanquart, Laetitia Dablanc, and Barbara Lenz. The impact of e-commerce on final deliveries : alternative parcel delivery services in France and Germany. *Transportation Research Procedia*, 4 :178–190, 2014.
- Damián Reyes, Martin Savelsbergh, and Alejandro Toriello. Vehicle routing with roaming delivery locations. *Transportation Research Part C : Emerging Technologies*, 80 :71–91, 2017.
- Paul Shaw. Using constraint programming and local search methods to solve vehicle routing problems. In *International Conference on Principles and Practice of Constraint Programming*, pages 417–431. Springer, 1998.
- Oscar Tellez, Samuel Vercraene, Fabien Lehuédé, Olivier Péton, and Thibaud Monteiro. The fleet size and mix dial-a-ride problem with reconfigurable vehicle capacity. *Transportation Research Part C : Emerging Technologies*, 91 :99–123, 2018.