

Problème de tournées de véhicules avec fenêtres de livraison multiples chez Smile Pickup*

Matthieu Fagot ^{1,2}, Laure Brisoux Devendeville ¹, Corinne Lucet¹

¹ Laboratoire MIS (EA 4290), Université de Picardie Jules Verne, France
{laure.devendeville, corinne.lucet}@u-picardie.fr

² Smile Pickup, France
mfagot@smilepickup.com

Mots-clés : *RO, Routage, Fenêtres de livraison multiples, Date limite de livraison*

1 Introduction

L'entreprise Smile Pickup gère un réseau de points relais pour les gros colis. L'entreprise a pour objectif de développer sa propre solution de transport entre un magasin et les points relais. Le magasin contient l'ensemble des colis qui devront être délivrés dans leur point relais en respectant leur délais de livraison. Chaque point relais possède un ensemble de fenêtres de livraison sur l'horizon et à chaque tournée est associée une capacité limitée. L'objectif est d'optimiser la rentabilité du plan de transport c'est-à-dire minimisation du nombre de tournées et de la distance globale parcourue.

Dans ce modèle, nous avons considéré un sous-ensemble des contraintes du problème réel. Dans un premier temps, nous supposons que l'ensemble des colis à livrer est disponible dès le lundi matin dans le magasin et que la capacité de stockage des points relais est illimitée.

Ce problème communément appelé « problème de tournées de véhicules avec fenêtre de temps » appartient à la catégorie des problèmes NP-difficiles [3]. Sujet de nombreuses recherches, chaque cas d'étude apporte le plus souvent ses propres contraintes [1].

2 Formalisation du problème

L'horizon sur lequel nous travaillons est subdivisé en minutes et s'étend sur 6 jours du lundi au samedi $J = \{0, \dots, 5\}$. Soit $P' = P \cup \{0, n+1\}$, où P est l'ensemble des n points relais (P), 0 et $n+1$ représentant respectivement le magasin de départ et d'arrivée. Le magasin est unique mais reste représenté par deux points distincts dans le modèle. Les distances entre les points sont définies dans la matrice m_{ij} .

Chaque point relais $i \in P'$ propose au plus une fenêtre de livraison $[e_i^\tau, l_i^\tau]$ par jour $\tau \in J$. Nous prenons aussi en compte les horaires d'ouverture et de fermeture du magasin : $[e_0^\tau, l_0^\tau]$ et $[e_{(n+1)}^\tau, l_{(n+1)}^\tau]$.

Soit C l'ensemble des colis disponibles le lundi matin à l'initialisation du modèle. Chaque colis r est liée à un poids s_r , un point relais de destination p_r , ainsi qu'une date limite de livraison dl_r .

Soient $F = \{1, \dots, n_f\}$ l'ensemble des tournées sur l'horizon et F_τ l'ensemble des tournées du jour τ : $F = \bigcup_{\tau \in J} F_\tau$. Chaque tournée possède une capacité de poids maximal autorisée Kl .

* Ce projet est soutenu par le projet PICKOPT (CIFRE n° 2021/0599 entre Smile Pickup et le Laboratoire MIS)

3 Le modèle

L'implémentation que nous utilisons est basée sur un réseau de flot auquel nous ajoutons les contraintes sur les fenêtres de livraison, les délais et les poids associés aux colis ainsi que les contraintes de capacité des tournées. Le modèle utilise deux familles de variables binaires et une de variables entières : $x_{ijk} = 1$ si la tournée k passe du point relais i au point relais j , $y_{rk} = 1$ si la tournée k prend en charge le colis r et t_{jk} est le créneau d'arrivée de la tournée k dans le point relais j . L'unicité des fenêtres de livraison sur une journée et la subdivision de l'horizon en journées permet de gérer les fenêtres multiples sans ajouter de variables au modèle. Nous obtenons ainsi pour chaque jour un sous-problème de tournées avec fenêtre de livraison unique. L'optimisation du problème se fait par la minimisation de

$$\sum_{i \in P'} \sum_{j \in P'} \sum_{k \in F} m_{ij} \times x_{ijk} + \alpha \times \left(n_f - \sum_{k=1}^{n_f} x_{0(n+1)k} \right)$$

où α représente le coût d'une tournée. Le premier terme correspond à la distance parcourue et le second au nombre de tournées utilisées.

4 Résultats

Nous avons implémenté le modèle sous CPLEX 12.8 et l'avons testé sur trois ensembles d'instances différents. Tout d'abord, les instances de Solomon [2] nous ont permis de vérifier la validité du modèle. Néanmoins ces dernières ne correspondant pas entièrement à notre problème, nous avons dû ne considérer qu'un seul colis par point relais et un horizon d'une journée. Pour tester l'intégralité du modèle nous avons créé un générateur d'instances aléatoires dont les paramètres sont le nombre de points relais et le nombre de colis. La distribution des colis est uniforme sur les points relais et l'horizon. Les fenêtres de livraison sont générées afin d'obtenir un maximum d'instances réalisables. CPLEX résout en un temps maximal de 2 heures les instances aléatoires allant jusqu'à 20 points relais et 400 colis. Pour finir, nous avons testé notre modèle sur les instances de l'entreprise Smile Pickup qui restent pour le moment modestes en regard des instances de la littérature. Les plus grandes comprennent environ 20 points relais et 200 colis. Une solution réalisable est trouvée en moins d'une heure.

5 Conclusion et perspectives

Dans cet article nous avons présenté le problème de routage auquel fait face SmilePickup. Nous avons proposé une première modélisation du problème simplifié et l'avons implémentée sous CPLEX. Nous avons pu tester celle-ci sur des benchmarks connus afin de vérifier notre modèle mais aussi sur des instances générées aléatoirement et des instances issues de la base de données de l'entreprise. Les résultats obtenus sur le problème simplifié sont très encourageants. Nous prévoyons maintenant de développer notre modèle afin d'inclure l'ensemble des spécificités du problème de Smile Pickup dont : la notion de véhicule pouvant effectuer plusieurs tournées, la minimisation de ce nombre de véhicules, l'intégration des dépôts de véhicules dans les tournées et la multiplicité des magasins.

Références

- [1] Suresh Nanda Kumar and Ramasamy Panneerselvam. A survey on the vehicle routing problem and its variants. *Intelligent Information Management*, 04, 01 2012.
- [2] Marius M. Solomon. Algorithms for the vehicle routing and scheduling problems with time window constraints. *Operations Research*, 35(2) :254–265, 1987.
- [3] Paolo Toth and Daniele Vigo. *The Vehicle Routing Problem*, volume 9 of *SIAM monographs on discrete mathematics and applications*. SIAM, 2002.