

# Planification opérationnelle de tournées de véhicules sanitaires

Nicolas Blandamour

Hexaly, 251 Boulevard Pereire 75017 Paris, France

[nblandamour@hexaly.com](mailto:nblandamour@hexaly.com)

**Mots-clés** : *planification, tournées de véhicules, transport de personnes, application industrielle.*

## 1 Introduction

Le transport sanitaire occupe une importance croissante dans l'accessibilité des soins pour les patients en incapacité de se déplacer en autonomie. Cette activité est appelée à continuer à se développer dans les années à venir en raison notamment du vieillissement de la population et de l'augmentation de la prévalence de maladies chroniques nécessitant un traitement ou un suivi régulier.

L'augmentation du volume des missions à réaliser et la concentration croissante des acteurs du transport sanitaire augmentent les opportunités d'optimisation des tournées de véhicules et des plannings des employés responsables de la réalisation du transport sanitaire. Les enjeux de l'accroissement de l'efficacité opérationnelle du transport sanitaires sont multiples : amélioration et fiabilisation de l'accessibilité aux soins des patients, réalisation d'économies pour la sécurité sociale ou encore amélioration des conditions de travail des ambulanciers grâce à une meilleure prévisibilité des emplois du temps.

L'activité de transport sanitaire est constituée de différentes missions très variées. Nous nous intéressons ici uniquement à la planification opérationnelle du Transport Assis Professionnalisé (TAP) réalisée la veille pour lendemain, qui constitue à elle seule un problème d'optimisation difficile sujet à des contraintes complexes liées au transport de personnes et au milieu médical.

## 2 Problème métier

Les prestations de Transport Assis Professionnalisé sont réalisées par des taxis conventionnés et des Véhicules Sanitaires Légers (VSL). À l'inverse des missions d'urgence réalisées par des ambulances, les missions de TAP sont largement prévisibles la veille de la réalisation des missions, ce qui permet d'obtenir une vision suffisamment précise de l'activité pour créer en amont des tournées de véhicules qui seront réalisées par les employés le lendemain.

Pour des missions de TAP, les véhicules sont conduits par un unique employé. Chaque véhicule est affecté à un dépôt d'où il partira en début de tournée et rentrera à la fin de celle-ci. Certaines missions nécessitent des caractéristiques de véhicules ou des compétences d'employés spécifiques (par exemple pour du transport bariatrique) et ne peuvent donc être réalisées que par une association véhicule / employé compatible.

Les décisions du problème d'optimisation sous-jacent sont la création des associations véhicule / employé et la création des tournées de missions de chaque employé. Une des particularités importantes du transport sanitaire pour les missions de transport assis réside en la possibilité de transporter plusieurs personnes à la fois (jusqu'à 3) dans un même véhicule. De tels transports simultanés ou partagés permettent de réaliser très efficacement des missions lorsque les origines et destinations des missions sont proches ou situées sur l'itinéraire d'une autre mission. La possible réalisation de certaines missions en simultané est conditionnée à des contraintes

sur la durée des détours engendrés et le respect des fenêtres de temps associées aux missions. Cette caractéristique du problème correspond au Dial-A-Ride Problem [2].

Le planning des employés est en outre régi par de nombreuses contraintes contractuelles et réglementaires. En particulier, l'activité de transport sanitaire impose la prise de pauses réglementaires ou de pauses repas à différents moments de la journée selon l'amplitude horaire et les heures d'embauche et de débauche des employés.

L'objectif du problème est de maximiser un score économique correspondant au chiffre d'affaires réalisé par heure travaillée. Ainsi, les transports simultanés sont privilégiés car ils permettent de réduire le temps nécessaire à la réalisation des missions. Le choix du type de véhicule (Taxi ou VSL) dépend quant à lui principalement de la typologie des missions, les VSL étant plus intéressants sur les missions courte distance ( $< 20$  km) et les taxis sur les missions longue distance.

L'optimisation est réalisée sur des secteurs géographiques correspondant à un ou deux départements français, où chacun des secteurs représente un volume quotidien de 500 missions à planifier, avec environ 50 employés et véhicules disponibles.

### 3 Résolution du problème

Le problème est résolu par le solveur d'optimisation mathématique Hexaly Optimizer [1], anciennement nommé LocalSolver. La modélisation s'appuie la capacité d'Hexaly Optimizer à optimiser plusieurs objectifs de manière lexicographique pour prioriser le respect des contraintes relatives aux missions, employés et véhicules grâce à une modélisation sous la forme de contraintes souples. Cela permet de proposer à l'utilisateur un planning contenant l'intégralité des missions même en cas de déséquilibre ponctuel entre la charge et les ressources disponibles, en proposant dans ce une solution minimisant la violation des contraintes. Le moteur propose des solutions optimisées en 5 minutes de calcul, ce qui laisse la possibilité de réaliser plusieurs optimisations lors de la journée de planification pour s'adapter à l'évolution de la demande et des ressources.

### 4 Application industrielle

Une application web dédiée aux planificateurs a été développée, permettant aux utilisateurs de lancer l'optimisation du modèle avec Hexaly Optimizer et de visualiser les tournées optimisées. Cette application permet également un réglage fin des paramètres et des contraintes pour s'adapter à la richesse métier et aux spécificités de chacune des régions. En particulier, l'utilisateur a la possibilité d'imposer certaines décisions au moteur d'optimisation, ce qui permet de gérer des "contraintes humaines" difficilement modélisables dans un système d'information et offre une grande flexibilité à l'utilisation.

Cette application est utilisée quotidiennement en production chez l'une des principales entreprises françaises spécialisées dans le transport sanitaire. La présentation évoquera les gains obtenus grâce à un tel outil d'optimisation par rapport aux tournées auparavant créées manuellement, les impacts organisationnels associés au déploiement d'un tel outil, ainsi que les enjeux et perspectives de l'optimisation du transport sanitaire pour cette entreprise.

### Références

- [1] F. Gardi, T. Benoist, J. Darlay, B. Estellon, and R. Megel. *Mathematical Programming Solver Based on Local Search*, Wiley, 2014.
- [2] J-F Cordeau, G. Laporte, *The dial-a-ride problem : models and algorithms*, Ann Oper Res 153, 29–46, 2007.