

# Planification opérationnelle de transport de marchandises via des hubs logistiques

Lucas Ligny

LocalSolver, 24 Av. Hoche, 75008 Paris

lligny@localsolver.com

**Mots-clés :** *planification, tournées de véhicules, hub logistique, projet industriel.*

## 1 Introduction

Un hub logistique est une plateforme destinée à toutes les activités liées au transport et à la distribution de marchandises. Les hubs bénéficient d'une localisation privilégiée, de préférence à proximité des grandes villes ou dans les principaux nœuds de communication, ce qui facilite l'organisation des tâches et optimise la chaîne d'approvisionnement du produit. Les hubs permettent également la massification des flux, consistant à utiliser des modules de transports volumineux dans le but de réduire le coût de la tonne-kilomètre transportée et ainsi les émissions des gaz à effet de serre.

Lorsque les clients passent la commande de certaines marchandises, il est courant que celles-ci soient d'abord transportées de l'usine à un hub, avant d'être transportées d'un hub à leur localisation. Ces marchandises peuvent également être entreposées avant d'être transportées par un autre véhicule. Les marchandises sont donc amenées à être déplacées entre de multiples entités avant d'être livrées à leur destinataire. Ces différents déplacements, mêlés au respect des horaires d'expédition et de livraison, conduisent à un problème de planification de tournées de véhicules difficile.

L'enjeu principal du problème d'optimisation est donc de coupler les trajets entre les différents clients et hubs logistiques de façon à minimiser le nombre de véhicules utilisés, pour des objectifs d'efficacité opérationnelle.

## 2 Problème métier

L'entreprise ayant soumis ce problème gère la logistique de transport de pièces de véhicules en Europe. Chaque jour, elle doit organiser le transport de plusieurs centaines de pièces de véhicules ainsi que satisfaire plusieurs dizaines nouvelles demandes de transport.

Le transport des pièces de véhicules ne peut se faire que sur un ensemble de routes prédéfinies. Cette règle a été mise en place afin de n'emprunter que des routes qui ont été validées dans le passé par des critères de praticité et d'optimalité. Les pièces de véhicules peuvent être livrées au passage d'un camion sur une route passant par la localisation du client. Cependant, les seules localisations autorisées pour le déchargement temporaire d'une pièce de véhicule sont les hubs. Au sein des hubs, les pièces de véhicules peuvent être déchargées, entreposées sans limite de temps puis chargées par un autre véhicule. Les hubs sont suffisamment importants pour ne pas considérer leur capacité maximale.

L'évaluation de l'efficacité opérationnelle réside exclusivement dans le nombre de camions utilisés. En effet, cette valeur dimensionne la taille de la flotte à réquisitionner ainsi que le nombre de conducteurs à mobiliser.

D'un point de vue opérationnel, il est suffisant que le planning optimisé ait une granularité de 1 jour. En effet, un processus de micro-management est par la suite mis en place afin de gérer une précision plus importante.

L'élaboration des tournées est sujet à de nombreuses contraintes opérationnelles. Les principales contraintes pour la résolution du problème sont les suivantes :

- La capacité des camions. Les pièces de véhicules étant des marchandises de poids et de taille importants, il est nécessaire de prendre en compte ces caractéristiques dans la solution.
- Le respect des horaires d'expédition et de livraison des pièces de véhicule. Une tolérance de 1 jour est acceptable en pratique.

### 3 Résolution

Étant donné les importants besoins en ré-optimisation engendrés par l'évolution des demandes de livraisons, le moteur d'optimisation doit être en mesure de fournir une solution optimisée en moins de 5 minutes de calcul pour la génération d'un planning sur un horizon glissant d'une dizaine de jours. Le moteur doit être capable de gérer un réseau routier composé de plusieurs dizaines de hubs, de plusieurs centaines de clients et de plusieurs milliers de routes (à combiner entre elles pour former des chemins). Plusieurs centaines de demandes clients, nouvelles et en cours, sont prendre en considération chaque jour.

Le problème a été résolu par un modèle bi-niveau, dans un premier temps en considérant une approche heuristique pour le problème d'affectation des routes estimant le nombre de camions-jours nécessaires à la livraison des clients sur l'horizon, puis en considérant un second problème de packing des marchandises à l'intérieur des camions. La résolution des deux problèmes s'appuient sur LocalSolver [1], un solveur d'optimisation mathématique combinant des techniques de résolution exactes et heuristiques.

### Références

- [1] F. Gardi, T. Benoist, J. Darlay, B. Estellon, and R. Megel. *Mathematical Programming Solver Based on Local Search*, Wiley, 2014.