

Optimisation tactique de réseaux de transport

Sylvain Ducomman¹, Nathalie Herr¹, Nicolas Teypaz¹

Probayes, 38330 Montbonnot Saint-Martin, France

sylvain.ducomman@probayes.com

Mots-clés : *Recherche Opérationnelle, Optimisation tactique, Réseaux de transport, Transport long-courrier de colis*

1 Introduction

Depuis 2003, Probayes développe des solutions sur mesure d'Intelligence Artificielle en collaboration avec les équipes métiers clients. Une équipe de Data Scientists est dédiée à chaque expertise : Machine Learning et Deep Learning, Vision, Traitement Automatique des Langues, Recherche Opérationnelle. Probayes accompagne ses clients depuis l'identification des cas d'usage jusqu'à l'industrialisation des solutions sur mesure, sur les marchés de l'automobile, la défense, la banque, l'énergie, l'industrie, la santé et la logistique.

L'équipe de Recherche Opérationnelle intervient en particulier sur des problématiques de réseaux de transport de colis. Différents projets sont menés depuis 2017 pour accompagner la prise de décisions pour la construction de réseaux logistiques et l'optimisation du transport, à des niveaux de décision stratégique et tactique.

Nous verrons dans un premier temps les différentes problématiques abordées. Dans un second temps, nous expliciterons brièvement les principes de résolution mis en œuvre.

2 Réseaux de transport long-courrier

2.1 Problème de transport long-courrier

Nous retrouvons différentes étapes principales dans un réseau d'acheminement d'un colis : la collecte des colis vers les centres de tri de concentration, le transport long-courrier et la distribution des colis sur le dernier kilomètre.

La problématique que nous étudions se situe au niveau du transport long-courrier et consiste à concevoir le réseau d'acheminement des colis, en permettant différentes opérations logistiques en centres de tri pour mutualiser leur transport et minimiser les coûts. L'objectif principal est de définir les lignes de transport à activer au sein du réseau, pour acheminer tous les flux à moindre coût. Ce type de problématique est connu dans la littérature comme le problème du transport long-courrier de colis (Long-Haul Transportation Problem [1, 2]).

2.2 Caractéristiques du problème d'optimisation

Le problème se caractérise par un ensemble de sites, de différents types : les dépôts de concentration (origine des colis), les dépôts de distribution (destination des colis) et les centres de tri. Nous disposons aussi d'une liste de demandes. Une demande est définie par un volume (un certain nombre de colis) à transporter, depuis un dépôt de concentration jusqu'à un dépôt de distribution. L'objectif est de construire un plan de transport permettant d'acheminer toutes les demandes, en considérant la possibilité de faire transiter les demandes via des centres de tri intermédiaires pour mutualiser l'utilisation des moyens de transport.

Tout l'enjeu de la problématique est (*i*) de sélectionner un ou plusieurs chemins pour chaque demande (un chemin étant une succession de sites visités), en respectant les capacités de tri

des sites, et (ii) de dimensionner le nombre nécessaire de véhicules de chaque type sur chaque ligne de transport, en respectant leurs capacités d'emport. Pour cela, l'objectif global est la minimisation des coûts de transport et des coûts de tri. Pour certains cas d'usage, il est aussi intéressant de privilégier un maximum d'acheminements des colis au plus rapide.

2.3 Spécificités des différents réseaux logistiques

Nous avons jusqu'à présent étudié deux types de réseau logistique différents : des réseaux hiérarchiques et des réseaux en étoile. En plus de sa typologie, chaque réseau de transport est unique, possède des caractéristiques particulières et est associé à des contraintes bien spécifiques. Nous listons ici quelques exemples, non exhaustifs :

- *rattachement des sites en zones de chalandise* : chaque demande à destination d'un dépôt de distribution doit obligatoirement transiter par son centre de tri de rattachement ;
- *sélection des hubs* : les flux peuvent transiter par un centre de tri intermédiaire, appelé hub, entre le tri de concentration et le tri préparant la distribution. Tous les centres de tri peuvent généralement faire office de hub et il est nécessaire de sélectionner un sous-ensemble de ces sites pour lesquels activer cette fonction, de manière à maximiser la mutualisation des transports et minimiser les coûts ;
- *optimisation des opérations logistiques* : sélection de l'opération effectuée sur chaque site logistique, pour chaque véhicule, entre le tri des colis, le cabotage (échange de caisses mobiles entre véhicules) et le co-chargement (ajout de colis dans une caisse mise à quai) ;
- *limitation du nombre de sites connectés en aval* : pour respecter le nombre de quais de chargement, chacun étant associé à une seule destination.

2.4 Pistes de résolutions

Comme vu précédemment, chaque réseau possède des contraintes spécifiques. Probayes mettant l'accent sur le développement d'outils et d'algorithmes sur mesure, nous développons une méthode de résolution dédiée pour chaque cas d'usage. Cette approche permet de fournir des solutions optimisées respectant au mieux les contraintes métier et applicables sur le terrain.

Nous appliquons cependant la même logique de résolution pour chaque cas d'usage, à savoir :

- a. Construction des chemins possibles pour chaque demande ;
- b. Sélection des meilleurs chemins, associés aux opérations effectuées en centres de tri ;
- c. Mutualisation des chemins et remplissage des véhicules.

Ces différentes étapes sont traitées avec des modèles mathématiques sur mesure, résolus avec de la Programmation Linéaire ou de la Programmation Par Contraintes et intégrés dans des heuristiques dédiées. Le découpage de la résolution en plusieurs étapes et la maîtrise des modèles permet de garantir des temps de résolution raisonnables.

3 Conclusions et perspectives

Nous avons présenté brièvement différentes problématiques sur les réseaux de transport long-courrier avec des spécificités propres, nécessitant une résolution adaptée. Probayes intervient dans différentes études de réseaux logistiques et développe des solutions sur mesure pour accompagner les décisions, concernant notamment le dimensionnement des plans de transport.

Références

- [1] Crainic, Teodor Gabriel. *Long-haul freight transportation*. Handbook of transportation science. 451–516. Springer, 2003.
- [2] Van Heeswijk, Wouter and Martijn Mes and Marco Schutten. *Transportation Management*. Operations, Logistics and Supply Chain Management. 469–491. Springer, 2019.