

Planification du transport pour le *e-commerce* : un problème de multiflots revisité

Romain Montagné¹, Amal Chalouah¹, Mohamed Longou¹, Denis Montaut¹

EURODECISION, 78000 Versailles, France

{romain.montagne,amal.chalouah,mohamed.longou,denis.montaut}@eurodecision.com

Mots-clés : *e-commerce, messagerie, plan de transport, recherche opérationnelle, optimisation, multiflots*

1 Introduction

Il n'aura échappé à personne que la crise du COVID 19 a significativement stimulé le secteur du *e-commerce*. En 2020, le groupe *La Poste* a par exemple effectué trois années de croissance en une seule, avec 450 millions de colis traités [1]. Ceci a des implications économiques, mais aussi sociales et environnementales. Plus que jamais, l'optimisation devient un outil indispensable pour les décideurs concernés devant maintenir un niveau de performance élevé pour satisfaire des clients de plus en plus exigeants, dans un contexte de plus en plus compétitif, avec des contraintes environnementales croissantes.

Les problématiques transport liées au e-commerce sont nombreuses ; nous proposons dans cet article de nous attarder sur l'une d'entre elles, peut-être moins connue que le fameux *last mile*, et un peu en amont de celui-ci : la planification du transport entre les centres de tri et les agences de distribution, véritable clé d'un réseau logistique efficient. Derrière cette problématique se cache une variante du problème de multiflots [2].

2 Un problème de multiflots revisité

Il s'agit de déterminer d'une part l'itinéraire de chacun des colis entre un point de départ (le centre de tri) et d'arrivée (l'agence de distribution) donnés, ainsi que les vecteurs de transports associés. Deux problématiques sont ainsi emboîtées l'une dans l'autre. Par exemple, en se référant à la Figure 1 ci-après, nous sommes en présence de deux colis devant circuler entre les sommets b et d , et de un colis devant circuler entre les sommets a et d . A gauche, la demande (b, d) est d'abord transportée dans un camion rose, avant d'être transférée en c dans le camion bleu transportant la marchandise (a, d) . De cette manière les coûts sont mutualisés sur l'arc (c, d) . A droite, l'option sans mutualisation est illustrée. Il n'est en effet pas toujours possible opérationnellement de transférer la marchandise d'un camion à un autre. A cette contrainte dite de transbordement s'ajoutent des fenêtres de temps, des contraintes de capacité (sur les sommets et les arcs), ou encore la possibilité d'ouvrir et de fermer certains sites du réseau. Enfin, typiquement deux objectifs opposés sont à prendre en compte : la minimisation des coûts, et la maximisation *du taux de $j + 1$* , à savoir la part des colis acheminés en moins de 24h.

Afin de résoudre ce problème à forte combinatoire, nous proposons de séparer le calcul de l'itinéraire des colis, de celui des vecteurs de transport. Autrement dit nous séparons les camions de leur contenu.

Le calcul des itinéraires des colis, indépendamment donc de leur vecteur de transport associé, est une variante du problème de multiflots. A la différence de la version classique ([2]), la fonction de coût sur les arcs n'est pas linéaire mais par paliers : celle-ci s'active dès lors qu'une

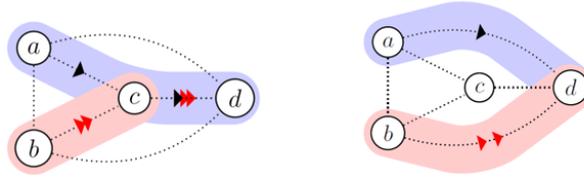


FIG. 1 – Itinéraire des colis, et vecteurs de transport associés

unité de flot emprunte un arc, et s'incrémente d'autant si Q unités de flot supplémentaires empruntent ce même arc (Q peut être vue comme la capacité du véhicule). Ce problème est résolu sous sa forme décomposée [4], les itinéraires étant sélectionnés à partir d'un ensemble préalablement calculé de façon judicieuse.

L'ensemble des itinéraires forment alors un nouveau graphe orienté, qu'il faut recouvrir par des sous-chemins [3], représentant les trajets des véhicules. L'ensemble de ces chemins est calculé dynamiquement par génération de colonnes [4], de manière à éviter l'explosion combinatoire, inévitable sur des cas industriels.

3 Deux cas d'étude

EURODECISION a traité cette problématique pour deux acteurs de la messagerie : *Gefco* et *Hopps-Colis Privé*. Les modèles et algorithmes proposés ont permis au premier de réaliser des gains allant jusqu'à 5% du budget transport (soit 2M d'euros), avec une réduction de 11% des kilomètres parcourus (soit une réduction de 4000 tonnes de CO2 par an). Pour le second, en plus des économies logistiques substantielles, le taux de livraisons en $j + 1$ a été significativement amélioré (80% du territoire) [6].

4 Conclusions et perspectives

Les problématiques de transport ne sont pas nouvelles, mais sont soumises à un nombre croissant de contraintes dont il faut tenir compte pour rester compétitif, et respecter les législations environnementales évoluant à grands pas devant la menace du changement climatique et des contractions des ressources. Nul ne peut douter que le respect des engagements des accords de Paris ne pourra être réalisé sans l'application de contraintes encore plus fortes, et ceci dans un secteur fortement émetteur en CO2, dans lequel se multiplient les acteurs, où évoluent les technologies, et où la demande des consommateurs est à la hausse.

Plus que jamais, la recherche opérationnelle semble indispensable pour relever ce défi. Le *multiflots* n'a pas dit son dernier mot.

Références

- [1] www.lapostegroupe.com/fr/la-nouvelle-plateforme-colis-dile-de-france-mise-en-service
- [2] Ahuja, Ravindra K and Magnanti, Thomas L and Orlin, James B. *Network flows.*, Cambridge, Mass. : Alfred P. Sloan School of Management, Massachusetts, 1988
- [3] walkccc.me/CLRS/Chap26/Problems/26-2/
- [4] Desaulniers, G., Desrosiers, J., Solomon, M. M. *Column generation (Vol. 5)*. Springer Science & Business Media.
- [5] www.transportissimo.com/gefco-une-nouvelle-optimisation-du-plan-de-transport/
- [6] www.eurodecision.com/clients/hopps-group-mutualisation-refonte-reseau-transport-colis