

Planification du plan de transport hebdomadaire type par Cross-docks avec contraintes de lissage.

Justin AUGER^{1,2}, H. Murat AFSAR¹, Issa BOU ZEID², Mohamed-Amine KHATOUF²

Université de Technologie de Troyes, France¹

{justin.auger, murat.afsar}@utt.fr

Renault Group, France²

{mohamed-amine.m.khatouf, issa.bou-zeid}@renault.com

Mots-clés : *Planification, livraison indirecte, network design, Supply Chain.*

1. Introduction

Les stratégies de livraisons industrielles sont complexes et doivent être adaptées en fonction de nombreux paramètres et contraintes. La livraison indirecte est parfois utilisée par les entreprises notamment lorsque le besoin ne permet pas une livraison directe dans des camions remplis suffisamment. C'est le cas pour Renault dont une partie du plan de transport fait appel à des plateformes de groupages appelées des Cross-Docks. Ils se chargent de collecter les marchandises chez les fournisseurs et de livrer les clients selon des jours définis contractuellement. Cela permet notamment de regrouper les livraisons aux usines en provenance de différents fournisseurs mais également de regrouper la collecte chez les fournisseurs pour les différentes entités du groupe (Usines, AILN, entrepôts etc..).

Les problèmes de *Cross-Docking* sont nombreux tout comme les méthodes de résolution proposées. L'objectif est généralement de minimiser le temps de transfert des marchandises entre les camions en entrée de la plateforme vers ceux en sortie pour la livraison des clients à l'image de [1].

Dans ce papier nous proposons d'étudier une version ciblée sur l'optimisation des coûts de transport d'une entreprise utilisant les Cross-Docks comme prestataires de transport. Pour Renault, les coûts dépendent de la fréquence et de la quantité ramassée chez chaque fournisseur et du nombre de livraisons en sortie du Cross-Dock. Nous sommes donc dans un problème de *Network Design* avec des décisions pour le moyen-long terme, pouvant s'inscrire dans la classification proposée par [2]. L'objectif étant de planifier les jours de collectes et de livraisons afin de regrouper intelligemment les fournisseurs et les clients. Le problème impliquant uniquement les flux du groupe Renault, il est donc nécessaire de considérer les livraisons inter-Cross-Docks fréquentes lors des livraisons à l'international.

2. Définition du problème

Le problème est modélisé sous la forme d'un PLNE. Une partie de la fonction objective étant non-linéaire, une simplification par coût fixe a été appliquée pour limiter la complexité du problème. Il est défini sur un horizon d'analyse en jour J extrait d'un historique. Un besoin à la semaine est déterminé pour chaque couple fournisseur et client (u,p) . A chaque couple est associé un Cross-Dock d en charge de la collecte fournisseurs et éventuellement un inter-Cross-Dock i effectuant la livraison au client, Trois flux de camions sont donc à considérer :

Flux de collecte $xs_{sdip}^j \in \{0, 1\}$ / **Flux inter-Cross-Dock** $kt_{di}^j \in \mathbb{N}$ / **Flux livraison client** $k_{ip}^j \in \mathbb{N}$

La subtilité du problème est de réussir à optimiser les flux inter-Cross-Docks, cependant l'interdépendance entre tous les Cross-Docks nécessiterait de tous les optimiser en même temps. Pour le moment, les analyses sont faites sur un seul Cross-Dock (MonoXD) voire deux au maximum. Ces derniers sont donc inclus dans l'ensemble ($D = I$) et donc optimisés. Les autres sont considérés comme des destinataires finaux (clients p) ou des expéditeurs (fournisseurs $Xd f$) à différencier des fournisseurs réels s ($U = F \cup S$). Un flux supplémentaire s'ajoute donc pour la réception de ces marchandises : Flux fournisseur-XD $ks_{fd}^j \in \mathbb{N}$.

Un coût pour chaque camion utilisé est appliqué $c_{exp-dest}$, la fonction objectif étant :

$$\min \Theta = \sum_{s,d,j}^{S,D,J} x_{sd}^j \cdot c_{sd} + \sum_{f,d,j}^{F,D,J} ks_{fd}^j \cdot c_{fd} + \sum_{d,i,j}^{D,I,J} kt_{di}^j \cdot c_{di} + \sum_{i,p,j}^{I,P,J} k_{ip}^j \cdot c_{ip}$$

Où le premier terme est linéarisé mais est en réalité un coût dépendant de la quantité ramassée $y_{udip}^j \in \mathbb{R}$ et de la distance du fournisseur, donc linéaire par morceaux.

3. Résultats prototype

La comparaison des résultats avec l'existant est parfois difficile à cause de la relaxation de certaines contraintes par le modèle mais également au niveau des données opérationnelles utilisées. A l'heure actuelle seuls les simulations MonoXD ont été analysées en détail, c'est-à-dire sans flux inter-Cross-Docks. Les résultats de l'optimisation du Cross-Dock de Valladolid ont été comparés à l'analyse effectuée manuellement en plusieurs semaines montrant ainsi le potentiel de l'outil.

X-Dock	Nb fournisseurs	Nb Clients	Temps (s)	Horizon (jours)	Gain théorique (mois)	Type analyse
Tours	100	16	1200	20	-10% (20k)	MonoXD
Valladolid	130	30	1200	20	-15% (50k)	MonoXD

TAB. 1 – Résultats analyses juin 2023

4. Conclusions et perspectives

Aujourd'hui, l'outil est toujours en phase de test et d'analyse pour représenter au mieux les besoins métiers et identifier les gains. Les simulations ont été effectuées sur plusieurs Cross-Docks de tailles différentes allant jusqu'à plus de cent fournisseurs et une trentaine de clients, impliquant au moins 600 flux fournisseurs-clients différents. Le temps de calcul est fixé à 20 minutes pour assurer une solution acceptable peu importe la taille du problème. La simulation à plus grande échelle (MultiXD) permettra de prendre en compte les flux inter-Cross-Docks. Les premiers tests démontrent la faisabilité de ces analyses malgré la démultiplication des flux à optimiser. La modélisation MultiXD proposée et l'optimisation en deux étapes permettent de limiter la complexité croissante.

Références

- [1] W. Yu, P J. Egbelu. Scheduling of inbound and outbound trucks in cross docking systems with temporary storage. European Journal of Operational Research, 184 :377-396, 2008.
- [2] Teodor Gabriel Crainic, Service network design in freight transportation. European Journal of Operational Research, 122 :272-288, 2000.