

Un problème intégré de planification et d’ordonnancement pour l’optimisation de la préparation de commandes pharmaceutiques

Limeme Ben Ali^{1,2}, Jean-Charles Billaut¹, Patrick Martineau¹,
Ameur Soukhal¹, Pascal Bouziguet³

¹ LIFAT EA 6300, ROOT ERL CNRS 7002, 64 avenue Jean Portalis, 37200 Tours
limeme.benali@etu.univ-tours.fr,
{jean-charles.billaut, patrick.martineau, ameur.soukhal}@univ-tours.fr

² SANOFI-AMD, 748 rue du Maréchal Juin – 45200 AMILLY - France
limeme.ben-ali@sanofi.com

³ SANOFI, Site CSVB V4.900, 82-84 Avenue Raspail 94250 Gentilly, France
pascal.bouziguet@sanofi.com

Mots-clés : *ordonnancement, distribution, préparation des commandes, optimisation.*

1 Introduction

Dans un contexte où les entreprises recherchent une productivité accrue, due aux tensions économiques, et se tournent vers de nouvelles technologies, l’optimisation de la préparation de commandes devient cruciale dans les centres de distribution. Compte tenu des évolutions techniques, industrielles et sociales, la gestion des flux intra-logistiques au sein d’un centre de distribution doit prendre en compte un environnement de plus en plus contraint et multifactoriel. Ainsi, du simple ordonnancement de la préparation on est passé désormais à un ordonnancement intégré considérant la diversité des activités (mode de préparation, réapprovisionnement, . . .), des acteurs et des enjeux (humains, machines, transporteur . . .) dans un même système complexe plutôt qu’en les adressant séparément [2].

Notre étude porte sur la préparation et la livraison des commandes de clients appartenant à divers canaux de distribution, dans un centre de distribution. Ce centre de distribution se charge de la préparation des commandes, de constituer les palettes et de les affecter aux transporteurs tout en respectant un ensemble de contraintes très restreintes. Comme cas d’application, il peut s’agir des commandes en médicaments où les canaux de distribution sont alors des hôpitaux, pharmacies, para-pharmacies, ou encore des grossistes. Dans un tel centre, le nombre d’unités et de colis expédiés chaque jour peut être très important. La minimisation du retard lié à la fois à la préparation et à la livraison des commandes est un enjeu essentiel, aussi bien pour respecter les contrats établis au préalable avec les clients et les transporteurs que pour optimiser la performance des lignes de préparation, ainsi que la performance globale du centre de distribution.

2 Description du problème

Dans le cadre de l’optimisation des flux intra-logistique, nous nous intéressons à la minimisation du nombre de commandes qui peuvent être en retard de préparation et de livraison tout en respectant les contraintes de capacité de préparation et du plan transport fixé au préalable par des contrats avec les différents transporteurs. Certaines commandes peuvent être enlevées ensemble et d’autres non, selon des caractéristiques spécifiques liées aux commandes (poids, nombre de colis, direction, type du canal, etc.).

Le premier problème porte sur la génération d'un plan de production (constitution de la charge de travail à préparer) sous forme de paquets cohérents (enlèvements) contenant les commandes clients qui ont des caractéristiques communes (Order Batching Problem, Lot-sizing) [1, 3]. A partir d'un portefeuille de commandes à préparer pour la journée (l'horizon de planification), plusieurs paquets de commandes sont constitués. Ces paquets de commandes sont affectés aux remorques dédiées à la livraison aux clients finaux (canaux de distribution) ou bien vers des Hubs. Notre objectif est de minimiser le nombre de commandes en retard tout en respectant les contraintes de capacité de l'atelier, la capacité des remorques, les contraintes temporelles et les contraintes de compatibilité.

Le deuxième problème consiste à déterminer les dates de fin au plus tard des enlèvements créés lors de la première phase. L'horizon de temps est décomposé en T périodes. On considère un ensemble de lignes de préparations avec leurs capacités et leurs disponibilités, un ensemble d'enlèvements, la charge induite par chaque enlèvement sur les lignes de préparation, leur durée d'exécution et leurs dates dues. La date due d'un enlèvement correspond à la date de départ de la remorque du transporteur qui lui est associé. Le problème d'ordonnement consiste à déterminer la charge prévisionnelle à préparer sur chacune des lignes de préparation durant chaque intervalle de temps $t \in T$.

3 Modélisation et méthodes de résolution

Au niveau de la modélisation, ces deux problèmes peuvent être considérés d'une manière globale. Toutefois, compte tenu de la complexité du problème et de la grande taille des modèles, seules de petites instances pourraient être résolues de façon optimale. Afin de résoudre efficacement des instances de plus grande taille correspondant à la charge préparée et distribuée durant une journée, nous utilisons une méthode itérative optimisant successivement le problème de mise en enlèvement pour la livraison qui permet de déterminer la composition des enlèvements (i.e. quelles commandes seront livrées ensemble par le même transporteur), ainsi que trouver l'affectation des enlèvements aux remorques et le problème d'ordonnement des enlèvements sur les lignes de préparation.

Chaque problème est modélisé par un Programme Linéaire en Nombres Entiers (MILP1 & MILP2). Le MILP1 (resp. MILP2) correspond au problème de planification (resp. d'ordonnement) à résoudre sur l'horizon de planification. Dans ces modèles, l'ensemble des commandes à préparer est supposé connu. Les résultats expérimentaux montrant l'efficacité de la méthode seront présentés lors de la conférence ROADEF 2022.

Références

- [1] Mohammad Rostami and Omid Kheirandish and Nima Ansari *Minimizing maximum tardiness and delivery costs with batch delivery and job release times*. Applied Mathematical Modelling. 2015 doi :<https://doi.org/10.1016/j.apm.2015.03.052>.
- [2] Azadeh Kaveh and De Koster René and Roy Debjit *Robotized and Automated Warehouse Systems : Review and Recent Developments* Transportation Science 2019 doi : <https://doi.org/10.1287/trsc.2018.0873>.
- [3] Haouassi, Mustapha and Kergosien Yannick and Mendoza Jorge E. and Rousseau Louis-Martin *The integrated orderline batching, batch scheduling, and picker routing problem with multiple pickers : the benefits of splitting customer orders* Flexible Services and Manufacturing Journal 2021 doi :<https://doi.org/10.1007/s10696-021-09425-8>.