

Planification intégrée des camions et des employés dans une plateforme de cross-docking

Anne-Laure Ladier¹, Gülgün Alpan¹

Univ. Grenoble Alpes, G-SCOP, F-38000 Grenoble, France

CNRS, G-SCOP, F-38000 Grenoble, France

{anne-laure.ladier, gulgun.alpan}@g-scop.fr

Mots-clés : *Cross-docking, planification, résolution séquentielle, résolution itérative*

1 Introduction

Dans une plateforme de cross-docking, les produits en provenance de fournisseurs sont déchargés, triés puis rechargés directement dans des camions en direction des clients, ce qui permet de minimiser le stockage intermédiaire. Au total, les produits auront passé moins de 24 heures dans la plateforme.

Dans des travaux précédents, nous avons proposé deux modèles distincts d’optimisation des opérations de la plateforme. Le premier [2] permet de planifier les arrivées et départs des camions (entrants et sortant) ainsi que le transfert des palettes. Un programme linéaire noté IP permet de résoudre le problème sur des petites instances, tandis qu’une heuristique H2 de décomposition en deux programmes linéaires plus petits est proposée pour résoudre les problèmes de plus grande taille. Un second modèle [3] propose de générer les emplois du temps hebdomadaires et quotidiens des employés de la plateforme. On résout séquentiellement trois programmes linéaires mixtes qui traitent le problèmes à des échelles différentes : MILP1 détermine le nombre d’heures travaillées par les employés chaque jour (par exemple “7h”), MILP2 raffine ce résultat en décidant des horaires exacts (par exemple “9h-16h”), tandis que MILP3 affecte les employés aux tâches à l’échelle de la journée.

On montre maintenant comment combiner le modèle de planification de camions d’une part, et le modèle de génération des emplois du temps des employés d’autre part, afin de traiter les deux aspects de façon intégrée.

2 Approche séquentielle

L’approche séquentielle (voir Figure 1a) est une approche intuitive qui pourrait être utilisée par un manager ; elle consiste à résoudre d’abord IP ou H2 (planification des camions) pour en déduire une charge de travail qui sert de donnée d’entrée aux modèles de génération d’emploi du temps hebdomadaires MILP1 et MILP2. L’emploi du temps quotidien est calculé chaque jour par MILP3 à partir de la charge de travail calculée précédemment, et des horaires des employés pour la semaine.

3 Approche itérative

On adapte à notre problème une idée proposée par Weide et al. [4] pour la gestion des opérations aéroportuaires, qui consiste à résoudre les deux modèles l’un après l’autre de façon itérative, jusqu’à atteindre un point stable. Deux approches itératives sont proposées qui suivent cette idée : l’une (Figure 1b) qui résout d’abord le modèle dédié aux employés, et l’autre (Figure 1c) qui commence par le modèle de planification des camions. Les contraintes

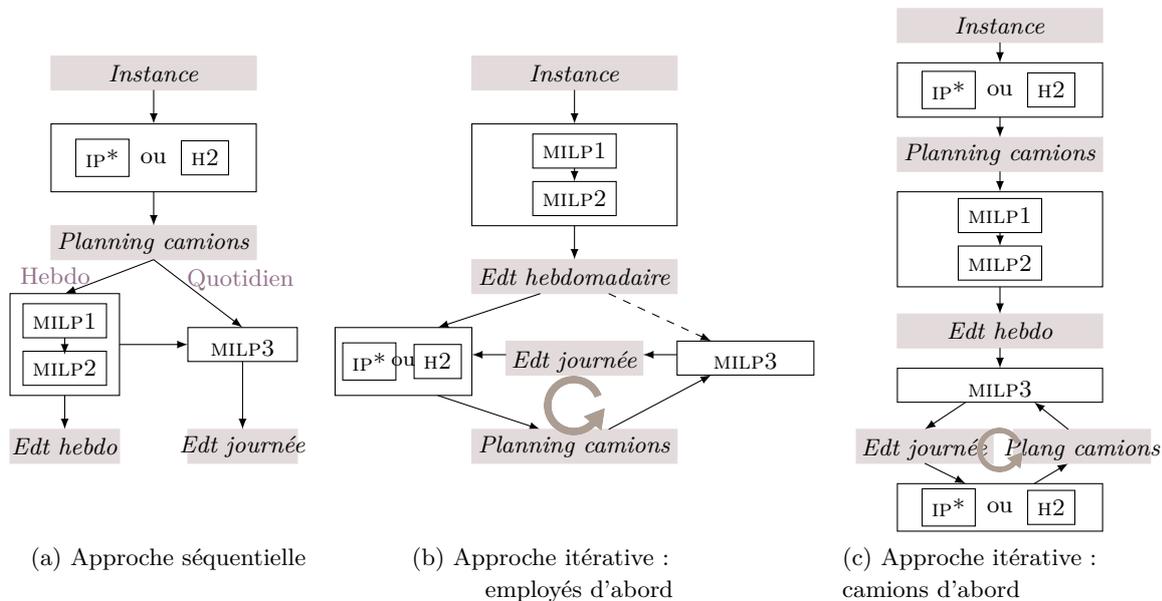


FIG. 1 – Principe des trois différentes approches

d'IP d'une part et de MILP3 d'autre part sont légèrement modifiées, afin d'introduire davantage de souplesse pour permettre à chaque modèle d'influencer l'autre, et pour les relier via de nouveaux éléments dans les fonctions objectif.

4 Résultats et conclusion

Les résultats numériques sur une série d'instance réalistes (s'appuyant sur des données industrielles) permettent de montrer que l'approche itérative domine l'approche séquentielle. Des tests numériques sur une série d'instances de petite taille permettent également de montrer que les meilleurs résultats pour l'approche itérative sont obtenus lorsqu'on détermine le planning de camions en premier.

Les limites de cette approche résident dans le fait qu'aucun modèle complètement intégré n'est disponible, par conséquent les solutions obtenues par l'approche itérative ne peuvent pas être comparées à la valeur optimale. Un modèle intégrant toutes les contraintes industrielles des deux modèles serait probablement trop difficile; néanmoins, des méthodes de décomposition pourraient être utilisées pour résoudre de façon exacte le problème intégré, notamment la génération de coupes proposée par Guyon et al. [1]. La structure de leur problème est proche du nôtre, parce que les sous-problèmes de faisabilité sont des problèmes de flot maximum. Une résolution par décomposition de Benders serait également envisageable.

Références

- [1] Olivier GUYON, Pierre LEMAIRE, Éric PINSON et David RIVREAU : Cut generation for an integrated employee timetabling and production scheduling problem. *European Journal of Operational Research*, 201(2):557–567, 2010.
- [2] Anne-Laure LADIER et Gülgün ALPAN : Scheduling truck arrivals and departures in a crossdock : earliness, tardiness and storage policies. *In International Conference on Industrial Engineering and Systems Management*, Rabat, Marocco, 2013.
- [3] Anne-Laure LADIER, Gülgün ALPAN et Bernard PENZ : Joint employee weekly timetabling and daily rostering : A decision-support tool for a logistics platform. *European Journal of Operational Research*, 234(1):278–291, 2014.
- [4] Oliver WEIDE, David RYAN et Matthias EHRGOTT : An iterative approach to robust and integrated aircraft routing and crew scheduling. *Computers & Operations Research*, 37(5):833–844, 2010.