

Parallélisation des heuristiques relax-and-fix pour résoudre un problème de lot-sizing avec contraintes de capacité

Mehdi Charles^{1,3}, Stéphane Dauzère-Pérès¹, Safia Kedad-Sidhoum², Issam Mazhoud³

¹ Mines Saint-Etienne, Univ. Clermont Auvergne, CNRS, UMR 6158 LIMOS
CMP, Department of Manufacturing Sciences and Logistics, Gardanne, France

² Conservatoire National des Arts et Métiers, CEDRIC, 75003 Paris, France

³ DecisionBrain, 75010 Paris, France

Mots-clés : *lot sizing, temps de setup, relax-and-fix, parallélisation.*

1 Introduction

Nous nous intéressons au problème de lot-sizing avec contraintes de capacité et temps de setup introduit par Trigeiro et al. [1], avec l'addition de ventes perdues et de contraintes de stock en fin d'horizon [2]. Pour résoudre ce problème, nous proposons une version parallélisée de l'heuristique relax-and-fix [3], une des heuristiques les plus utilisées dans la résolution de problèmes difficiles de lot-sizing. A partir d'une formulation linéaire en nombres entiers du problème, le principe de l'heuristique relax-and-fix se base sur une décomposition temporelle de l'horizon et sur des relaxations partielles de sous-ensembles de variables binaires de la formulation. Nous proposons une extension de cette heuristique afin de résoudre un problème industriel avec contraintes de continuité sur les lancements en production [4].

2 Relax-and-fix parallélisé

L'approche parallélisée que nous proposons, tout comme l'heuristique relax-and-fix classique, est une approche itérative qui se base sur une décomposition temporelle des variables binaires en sous-ensembles et sur une optimisation de problèmes partiellement relâchés à chaque itération. A la fin de chaque itération, les variables binaires d'un des sous-ensembles sont fixées pour les itérations futures. La principale différence entre l'heuristique relax-and-fix classique et l'approche parallélisée concerne l'ordre de sélection des sous-ensembles de variables binaires à fixer. L'heuristique classique n'optimise qu'un seul sous-problème à chaque itération et fixe les sous-ensembles dans l'ordre chronologique. Notre heuristique optimise plusieurs sous-problèmes en parallèle à chaque itération afin de déterminer le sous-ensemble de variables binaires le plus pertinent à fixer pour les itérations futures (voir Figure 1).

La sélection des variables binaires à fixer se base sur différentes stratégies de sélection. En particulier, l'une de ces stratégies consiste à reconstruire à chaque itération une solution réalisable pour le problème à partir de chaque solution partielle.

3 Application industrielle avec contraintes de continuité sur les lancements en production

L'heuristique du relax-and-fix parallélisé ne peut pas être utilisée telle quelle pour résoudre certains problèmes de lot-sizing, en particulier pour des problèmes avec contraintes de continuité de setups entre les périodes. Nous avons donc proposé une extension de l'heuristique

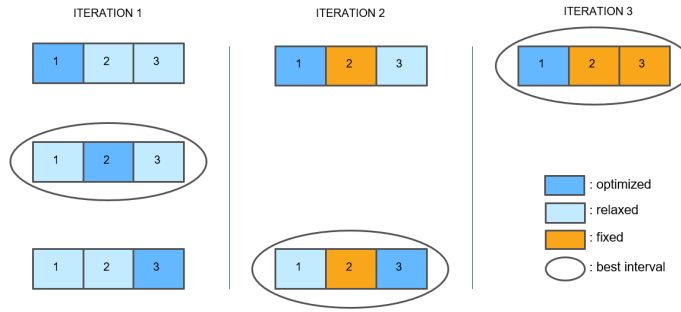


FIG. 1 – Illustration de l’heuristique relax-and-fix parallélisée

introduite dans la Section 2 que nous avons appliquée à un problème industriel. Cette extension préserve le schéma de décomposition des variables binaires en sous-ensembles ainsi que les différentes stratégies de sélection. Cette heuristique se différencie de l’heuristique de la Section 2 de deux manières :

- Seulement une partie des variables binaires sélectionnées sont fixées à chaque itération.
- Contrairement à l’heuristique de relax-and-fix où les sous-ensembles de variables binaires sont définis par une décomposition temporelle, l’heuristique que nous proposons considère d’autres types de décomposition (e.g. par produits).

L’adaptation de l’heuristique proposée dans la Section 2 est motivée par les problèmes industriels résolus chez DecisionBrain¹. En particulier, nous avons testé cette heuristique sur un problème d’optimisation de la production contenant différentes contraintes liantes entre les périodes, telles que les contraintes de continuité des lancements en production et des contraintes de production minimale s’étalant sur plusieurs périodes.

4 Conclusions et perspectives

Les résultats numériques obtenus montrent que la parallélisation de l’heuristique du relax-and-fix et l’introduction des stratégies de sélection des variables binaires à fixer à chaque itération permettent d’améliorer les performances de l’heuristique relax-and-fix classique. L’adaptation de cette heuristique pour la résolution d’un problème industriel avec contraintes de continuité des lancements en production montrent que ce schéma de résolution est pertinent et peut résoudre des problèmes complexes de lot-sizing, en adaptant la décomposition et la fixation des variables à chaque itération.

Références

- [1] William W. Trigeiro, L. Joseph Thomas, and John O. McClain. Capacitated Lot Sizing with Setup Times. *Management Science*, 35(3) :353–366, March 1989.
- [2] Mehdi Charles, Stéphane Dauzère-Pérès, Safia Kedad-Sidhoum, and Issam Mazhoud. Minimum and maximum ending inventories for the capacitated lot-sizing problem with setup times. Technical Report EMSE CMP-SFL 2021/1, Mines Saint-Etienne, Gardanne, France, 2021.
- [3] Nabil Absi and Safia Kedad-Sidhoum. MIP-based heuristics for multi-item capacitated lot-sizing problem with setup times and shortage costs. *RAIRO - Operations Research*, 41(2) :171–192, April 2007.
- [4] Christopher Suerie and Hartmut Stadtler. The Capacitated Lot-Sizing Problem with Linked Lot Sizes. *Management Science*, 49(8) :1039–1054, 2003.

1. <https://www.decisionbrain.com/>