

Une heuristique pour le problème du dimensionnement de lots avec contrainte de capacité et machines parallèles

Benjamin Vincent¹, Christophe Duhamel¹, Nikolay Tchernev¹

¹ LIMOS (UMR CNRS 6158), Université Blaise Pascal
Complexe scientifique des Cézeaux 63173 AUBIERE cedex – France
{vincentb, christophe.duhamel, tchernev}@isima.fr

Mots-clés : *Lot-Sizing, PCC, heuristique.*

1 Introduction

Dans cet article nous nous intéressons au problème de dimensionnement de lots à un seul étage avec temps de préparation qui consiste à produire plusieurs items sur un ensemble de machines parallèles non identiques communément connu comme Capacitated Lot-Sizing Problem for Parallel machine (CLSP). Un plan de production doit être déterminé sur un horizon de temps discrétisé afin de répondre à la demande prévue, en respectant la capacité des machines et en minimisant la somme des coûts de production, de préparation des machines (set-up), et du stockage.

Il est bien connu que la présence de temps de préparation pose de sérieuses difficultés à la résolution du problème [1]. [2] a montré que le problème de trouver une solution faisable était NP-complet. Ce travail présente une heuristique basée sur une modélisation linéaire du problème avec des machines parallèles non identiques proposée par [3]. Cette dernière permet de reformuler le problème de planification comme un problème de plus court chemin.

2 Reformulation du problème

Le CLSP a été étudié en premier par [4]. Un modèle linéaire mixte et une heuristique de relaxation Lagrangienne ont été proposés. Plus tard une formulation est proposée par [3] qui est une généralisation de celle de [5]. Cette dernière se base sur un problème de plus court chemin appliqué à un graphe défini tel que : chaque nœud du graphe représente une période, un nœud supplémentaire est ajouté représentant une dernière période fictive. Les nœuds sont tous reliés deux à deux par des arcs orientés chronologiquement. Le coût de chaque arc correspond au coût total de production et de stockage nécessaire pour produire toutes les demandes entre la période associée au nœud d'origine et la période associée au nœud d'arrivée sans prendre en compte cette dernière. L'objectif consiste à trouver le plus court chemin du nœud associé à la période 1 jusqu'au nœud associé à la période fictive.

3 Principe de l'heuristique proposée

La résolution du modèle linéaire donne une solution potentiellement fractionnaire due aux contraintes de capacité. La méthode de résolution proposée par [3] se base sur la combinaison d'une

relaxation lagrangienne et d'une décomposition de Dantzig-Wolf. Nous avons, pour notre part combiner la résolution de ce problème de plus court chemin (PCC) avec une heuristique dédiée. Pour se faire la modélisation proposée a été adaptée en relâchant les contraintes de capacité, pour ainsi revenir à un modèle simplifié plus proche de celui initialement proposé par [5]. L'heuristique est alors une méthode itérative dont le principe général peut être résumé en quatre principales étapes :

- La première étape consiste à résoudre le PCC sur le graphe de base.
- Dans un deuxième temps, on cherche l'arc appartenant au chemin trouvé qui correspond à la capacité la plus limitante (i.e. la capacité des machines sur les périodes concernées par l'arc par rapport à la demande). Cette capacité permet de définir la quantité de production qui sera affectée à cette itération.
- La troisième étape utilise une approche qui définit une priorité pour l'affectation de la production associée à chaque arc.
- La dernière étape consiste à mettre à jour le graphe. Les coûts des arcs sont mis à jour en fonction des machines restantes partiellement inoccupées et les nœuds du graphe sont changés ainsi : (i) les périodes dont la capacité des machines est totalement utilisée n'ont plus de sommets associés ; (ii) les sommets correspondant à une période dont la demande est déjà satisfaite sont supprimés. Il faut noter que l'absence d'un nœud représentant une période dans le graphe n'empêche en rien l'utilisation de la capacité des machines au court de cette période.

Ces quatre étapes sont répétées jusqu'à ce que la demande soit intégralement traitée ou qu'un nombre d'itérations maximales soit atteint. Le point négatif de cette méthode est que la solution obtenue peut ne pas satisfaire entièrement la demande. Cependant cette méthode a l'avantage de fournir très rapidement une solution approchée de très bonne qualité en respectant les contraintes de capacité.

4 Conclusions et perspectives

Le problème étudié est le CLSPP. La principale contribution de ce travail fut de développer une nouvelle heuristique, basée sur une formulation sous forme de PCC initiée par [3], qui permet de fournir des solutions approchées très rapidement. La solution obtenue n'est cependant pas assurée de respecter la demande.

La suite de ce travail consiste à travailler sur une heuristique de réparation afin d'améliorer la méthode proposée.

Références

- [1] Trigeiro, W.W. The effect of setup time on production lot sizes. *Production and Inventory Management*, 28, 50–52, 1987.
- [2] Maes, J., McClain, J.O., Van Wassenhove, L.N. Multilevel capacitated lot-sizing and complexity. *European Journal of Operational Research*, 53, 131–148, 1991.
- [3] Fiorotto, D. J., de Araujo, S. A., & Jans, R. Hybrid methods for lot sizing on parallel machines. *Computers & Operations Research*, 63, 136-148, 2015.
- [4] Toledo, F. M. B., & Armentano, V. A.. A Lagrangian-based heuristic for the capacitated lot-sizing problem in parallel machines. *European Journal of Operational Research*, 175(2), 1070-1083, 2006.
- [5] Eppen, G. D., & Martin, R. K.. Solving multi-item capacitated lot-sizing problems using variable redefinition. *Operations Research*, 35(6), 832-848, 1987.