

Résolution d'un problème réel de type job-shop flexible multi-ressources

David Lemoine¹, Odile Bellenguez-Morineau¹, Christelle Guéret¹, Najib Najid²

¹ IRCCyN / Ecole des mines de Nantes, 4 rue Alfred Kastler, La Chantrerie, BP 20722, 44307 Nantes
{odile.morineau, christelle.gueret, david.lemoine}@emn.fr

² IRCCyN / IUT de Nantes, 2, avenue du pr. Jean Rouxel, BP 539, 44475 Carquefou.
najib.najid@univ-nantes.fr

Mots-Clés : *application industrielle, Job-Shop flexible Multi-Ressources, Metaheuristique*

Nous présentons dans cet article une métaheuristique de type Kangourou pour résoudre le problème réel d'ordonnancement d'une entreprise de mécanique. Ce problème intègre plusieurs fonctions objectifs prenant plus ou moins d'importance suivant que l'entreprise est en sous-charge ou surcharge de travail, suivant l'importance des clients du moment, etc. L'approche proposée permet de tenir compte de ces différents objectifs suivant un ordre de priorité donné, offrant ainsi à l'utilisateur des solutions adaptées au contexte.

1 Présentation du problème

Nous considérons dans cet article un problème réel d'ordonnancement d'une entreprise de mécanique produisant des pièces, regroupées par lots. Chaque lot de pièces est fabriqué suivant une gamme composée d'opérations devant être exécutées dans un ordre précis (job-shop). Chaque opération nécessite une ou plusieurs machines (multi-ressource). De plus, certaines opérations peuvent être réalisées sur plusieurs machines au choix (flexibilité). Le problème contient d'autres caractéristiques devant également être prises en compte (temps de réglage sur certaines machines, opérateur non nécessaire pendant toute la durée d'une opération, réglage de certaines machines réalisé en temps masqué, temps de séchage nécessaires après certaines opérations...). L'entreprise est intéressée par l'optimisation d'un certain nombre de critères, suivant le contexte (surcharge, sous-charge, clients importants, etc). Ces critères sont les suivants : minimisation de la date de fin de l'ordonnancement, minimisation de la somme pondérée des retards (afin d'avoir la possibilité de favoriser certains clients importants), minimisation du plus grand retard, etc.

Ce problème industriel est un job shop multi-ressources avec flexibilité de ressources comportant des contraintes additionnelles. Ce problème a notamment été étudié dans [1], [2], [6] et [7].

2 Méthode d'optimisation proposée

L'approche que nous avons retenue s'appuie sur l'utilisation d'un Kangourou [3], une métaheuristique issue du recuit simulé, conjointement à une fonction multi-objectif hiérarchisée. Notre méthode de résolution s'appuie sur l'utilisation successive des trois modules suivants :

- *Génération d'un séquençements.* Partant d'un séquençement donné (représenté par un vecteur de lots de production), le but de ce module est de fournir n nouveaux séquençements en utilisant un système de voisinage basé sur des mouvements d'insertion et de permutation.
- *Construction de solutions.* En utilisant les séquençement fournis par le module précédent, le but de ce module est donc d'affecter la production aux ressources nécessaires en utilisant diverses règles de gestion afin de fournir, pour chaque séquençement, un ordonnancement de la production.
- *Evaluation des solutions.* Dans ce module, les diverses solutions obtenues par le module précédents sont évaluées grâce à l'utilisation d'une fonction multi-objectif hiérarchisée. Cette fonction est construite en utilisant un ordre lexicographique sur les divers objectifs à atteindre (la minimisation du makespan, la maximisation de la «stabilité» de la solution etc.). Le séquençement de la meilleure solution obtenue est ré-injectée dans le premier module.

L'utilisation de ces trois modules indépendants ainsi que l'utilisation de ce type de fonction objectif permet une grande adaptabilité de notre méthode aux divers problèmes d'ordonnancement et permet de généraliser l'approche développée par [4]. De plus, à l'instar des problèmes de planification [5], l'utilisation d'une fonction objectif hiérarchisée dans un problème d'ordonnancement permet de qualifier plus finement les solutions obtenues en prenant en compte divers critères selon différents degrés d'incidence.

Références

- [1] P. Brucker and J. Neyer. Tabu search for the multi-mode jobshop problem. *OR-Spectrum*, 20:21–28, 1998.
- [2] S. Dauzère-Pérès, W. Roux and J.B. Lasserre J.B. Multi-resource shop scheduling with resource flexibility. *European Journal of Operational Research*, 107(2):289–305, 1998.
- [3] G. Fleury. Méthodes stochastiques et déterministes pour les problèmes NP-difficiles. *Thèse de doctorat de l'université Blaise Pascal*, Clermont Ferrand, 1993.
- [4] M. Gourgand, N. Grangeon and S. Norre. Metaheuristics for the hybrid flowshop problem. *RAIRO - APPII - JESA*, 34(9):1107–1135, 2000.
- [5] M. Gourgand, D. Lemoine and S. Norre. Metaheuristic for the Capacitated Lot Sizing Problem : a software tool for MPS elaboration. *International Journal of Mathematics in Operational Research (IJMOR)*, à paraître.
- [6] M. Mastrolilli and L.M. Gambardella. Effective neighborhood functions for the flexible job shop problem. *Journal of Scheduling*, 3(1):3–20,2000.
- [7] Y. Mati and X. Xie. A genetic-search-guided greedy algorithm for multi-resource shop scheduling with resource flexibility *IIE Transactions*, 40(12):1228–1240, 2008.