

# Méthode d'optimisation pour la planification d'une chaîne logistique de type flowshop hybride

Michel Gourgand<sup>1</sup>, David Lemoine<sup>2</sup>, Sylvie Norre<sup>1</sup>

<sup>1</sup> LIMOS UMR 6158 - Université Blaise Pascal, Complexe scientifique des Cézeaux, 63173 AUBIERE.

`gourgand@isima.fr`, `norre@moniut.univ-bpclermont.fr`

<sup>2</sup> IRCCyN UMR 6597 - Ecole des mines de Nantes, 4 rue Alfred Kastler, La Chantrerie, BP 20722, 44307

Nantes

`david.lemoine@emn.fr`

**Mots-Clés :** *Planification tactique, chaîne logistique, Lot Sizing, métaheuristique*

## 1 Introduction

La planification industrielle joue un rôle majeur au sein de la gestion de la production et la planification tactique, dont l'un des buts prépondérants est l'élaboration de plans de production, en constitue l'un des volets les plus importants. Longtemps restreinte à la planification d'un seul site de fabrication, cette dernière a cependant commencé à évoluer vers la prise en compte de plusieurs sites en vue d'aboutir, in fine, à l'élaboration de plans de production pour l'ensemble des acteurs de la chaîne logistique intervenant dans le processus de fabrication. Cependant, dans une chaîne logistique, l'élaboration de tels plans suppose une synchronisation (dite horizontale) de tous ces acteurs afin d'assurer la fabrication et la mise à disposition en temps utile des composants nécessaires à l'obtention des produits finis, afin de répondre au mieux à la demande client tout en minimisant les coûts engendrés. Pour tenter de répondre à cette problématique et obtenir un compromis entre ces deux critères antagonistes, des modèles mathématiques dérivés des modèles mono-site (généralement des modèles dit de «Lot-sizing») auxquels ont été adjointes des contraintes destinées à prendre en compte l'aspect multi-site d'une telle planification (transport, ...), ont été élaborés. Cependant, et comme le montrent les diverses classifications des modèles de «lot-sizing» [2], les problèmes d'optimisation liés à cette problématique sont souvent NP-difficiles, rendant ainsi illusoire le fait de déléguer à un solveur la résolution de tels modèles et justifiant également l'utilisation de méthodes approchées.

Dans ce résumé, nous nous intéressons à un problème de planification pour une chaîne logistique dont la topologie s'apparente à celle d'un Flowshop Hybride. Nous proposons une méthode d'optimisation s'appuyant sur l'hybridation d'une métaheuristique à base de recuit-simulé et d'une heuristique permettant la répartition de la production sur chaque «étage» de la chaîne logistique.

## 2 La méthode proposée

La topologie sous-jacente à la chaîne logistique étudiée permet de déployer une stratégie de résolution basée sur une décomposition en deux sous-problèmes :

- Le premier sous-problème s'obtient en agrégeant les usines de chaque étage en une «usine étage» afin de se ramener à une topologie de type Flowshop. il s'agit donc de déterminer pour chaque «usine étage», un plan de production permettant de répondre à la demande client et minimisant les coûts de lancement de production et de stockage. Ce problème s'apparente à un Multi-Level Capacitated Lot Sizing Problem (MLCLSP) à nomenclature série [1].
- Le second sous-problème consiste à répartir la production de chaque «usine étage» sur chaque usine de l'étage tout en minimisant les coûts de lancement de production.

Une fois le second sous-problème résolu, nous obtenons une solution pour le problème de planification initiale que nous pouvons donc évaluer. La méthode de résolution que nous proposons s'appuie sur cette décomposition en deux sous-problèmes et s'architecture autour d'une métaheuristique à base de recuit-simulé, comme l'illustre la figure 1.

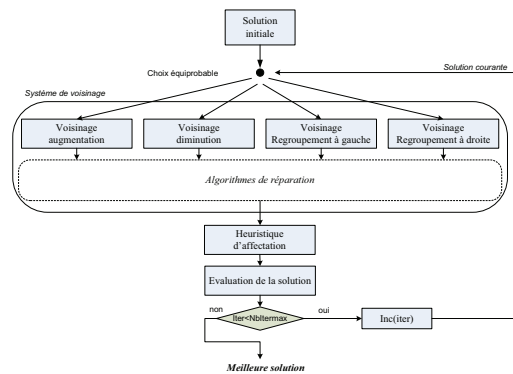


FIGURE 1 – Schéma d'optimisation

Pour le premier sous-problème nous utilisons un système de voisinage basé sur quatre mouvements qui vont, pour une «usine étage» aléatoirement choisie, modifier les quantités fabriquées pour un produit et une période donnée, soit en les augmentant (voisinage augmentation) ou les diminuant (voisinage diminution), soit en regroupant la production avec celle de la période précédente (voisinage regroupement à gauche) ou suivante (voisinage regroupement à droite). Ce faisant, nous créons une désynchronisation des différentes «usines étages» (apparition de stock négatif) d'où l'utilisation d'algorithmes de réparation permettant de rétablir l'admissibilité de la solution obtenue. Les plans de production de chaque «usines étages» sont ensuite passés à l'heuristique d'affectation dont le rôle consiste à résoudre le second sous-problème : répartir la production de chaque «usine étage» sur chaque usine de l'étage, tout en minimisant les coûts de lancement.

Les résultats que nous avons obtenus sur des instances de très grandes tailles (10 produits finis à planifier sur un horizon de 100 périodes) sont très satisfaisants mais mettent en exergue les temps de calcul importants engendrés par les algorithmes de réparation. Nous travaillons donc actuellement sur une version utilisant un solveur se substituant, entre autres, aux algorithmes de réparation et qui permettrait d'améliorer l'efficacité de la méthode.

## Références

- [1] J. Blackburn et R. Millen. An evaluation of heuristic performance in multi stage lot sizing systems. *International Journal of Production Research*, 23(5):857–866, 1985.
- [2] M. Comelli, M. Gourgand et D. Lemoine. A review of tactical planning models. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 17(2):204–229, 2008.