



**HAL**  
open science

## Approche de résolution d'un problème industriel de lot-sizing avec réglages dépendant de la séquence

François Larroche, Odile Bellenguez, Guillaume Massonnet

► **To cite this version:**

François Larroche, Odile Bellenguez, Guillaume Massonnet. Approche de résolution d'un problème industriel de lot-sizing avec réglages dépendant de la séquence. ROADEF 2020 : 21ème Congrès Annuel de la Société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision, Feb 2020, Montpellier, France. hal-03365352

**HAL Id: hal-03365352**

**<https://hal.science/hal-03365352v1>**

Submitted on 5 Oct 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Approche de résolution d'un problème industriel de lot-sizing avec réglages dépendant de la séquence

François Larroche<sup>1</sup>, Odile Bellenguez<sup>1</sup>, Guillaume Massonnet<sup>1</sup>

IMT Atlantique, LS2N, La Chantrerie, 4 rue Alfred Kastler, 44307 Nantes France  
{francois.larroche, odile.bellenguez, guillaume.massonnet}@imt-atlantique.fr

**Mots-clés** : *planification, lot-sizing, recherche opérationnelle, optimisation.*

## 1 Introduction

Ce travail est réalisé en collaboration avec l'entreprise VIF, qui crée des logiciels d'aide à la décision principalement pour des industriels dans le milieu de l'agroalimentaire. L'objectif de ce projet est de développer des méthodes d'optimisation pour la planification de production en respectant plusieurs contraintes spécifiques à ce secteur d'activité. Ce travail préliminaire est dédié à la prise en compte des temps de réglages dans les séquences de production.

## 2 Définition

Le problème que nous étudions est une extension du problème de lot-sizing. Celui-ci est particulièrement étudié depuis de nombreuses années et a été modélisé formellement pour la première fois par Wagner et Whitin [5] et enrichi par l'ajout de nouvelles caractéristiques par la suite. Dans notre cas, nous considérons plusieurs références ( $\mathcal{I} = \{1, \dots, N\}$ ), des machines parallèles ( $\mathcal{M} = \{1, \dots, M\}$ ), un horizon de temps composé de  $T$  périodes avec des capacités de production finies (dépendantes du temps et des machines), des ventes perdues, un stock de sécurité et des *sequence dependent setups*, c'est-à-dire qu'on cherche à établir un ordre dans la production au sein même des périodes. Nous intégrons de plus dans notre problème la possibilité de dépasser la capacité en temps des machines (*overtime*), dans une limite définie. [1] a étudié un problème prenant en compte plusieurs références, des capacités sur une unique machine, des ventes perdues et un stock de sécurité mais ne traite pas des séquences de production ni des overtimes. [2] a traité un problème considérant des *sequence dependent setup times* et une capacité avec *overtime* sur une seule machine sans les autres caractéristiques. Enfin [3] a considéré seulement plusieurs références et des machines parallèles. A notre connaissance, le problème avec l'ensemble de ces extensions n'a jamais été traité dans la littérature.

## 3 Approches

Dans ce travail, nous nous sommes particulièrement intéressés aux *sequence dependent setups*. La classe de problème traitant cette extension est souvent appelée *lot-sizing and scheduling problem*. En pratique, pour des problèmes de taille industrielle, prendre en compte les *sequence dependent setups* rend la résolution difficile. [4] fait un état de l'art des méthodes utilisées pour résoudre cette classe de problème et propose une nouvelle modélisation SCF (*single commodity flow*) que nous avons testée et comparée à une autre approche originale basée sur le développement d'une méthode d'approximation des *setups* induits par une séquence qui permet d'obtenir rapidement de bonnes solutions sur des problèmes de grandes tailles.

Cette méthode consiste à regrouper les produits par famille, pour ensuite ne tenir compte dans la résolution que de la séquence de production entre familles. En effet, dans le cas de l'agroalimentaire, des ensembles de produits peuvent partager des similitudes et peu d'opérations seront alors nécessaires pour passer d'une production à une autre. En revanche, le passage de la production d'une famille d'articles à une autre implique généralement des opérations plus chronophages et/ou plus nombreuses (nettoyage, reconfiguration, etc.) et nécessite donc un temps de changement très long. Nous notons  $\mathcal{J}$  l'ensemble des familles et  $\mathcal{I}_j$  les articles qui appartiennent à la famille  $j \in \mathcal{J}$ . Ainsi, on considère que les séquences dépendantes sont dépendantes des familles et que le lancement d'un produit d'une famille implique un setup time indépendant de la séquence à l'intérieure de celle-ci. Le calcul des setup times des produits et des séquences dépendantes des familles sont approchés de façon à ce que la solution trouvée respecte la contrainte de capacité. La procédure proposée inclut également un algorithme pour reconstruire l'ordonnancement en fin de résolution.

## 4 Résultats et perspectives

Nous testons notre approximation sur trois formulations MIP existantes pour les problèmes de lot-sizing : la formulation dite agrégée, celle basée sur le problème de facility location et celle basée sur le shortest path. Pour plus de détails sur ces deux dernières formulations, se référer à [1] et [3]. Ces reformulations sont plus fortes et permettent d'obtenir une meilleure relaxation linéaire.

Nous implémentons ces trois formulations avec CPLEX et comparons pour chacune d'entre elles la modélisation SCF à celle basée sur le regroupement par famille pour la gestion des séquences dépendantes. Nous avons effectué nos tests sur un ensemble d'instances générées en s'inspirant des problèmes rencontrés par les clients de VIF. Nous avons fixé un temps d'exécution court (inférieur à 5 min) de façon à s'approcher de l'utilisation finale voulue par VIF et ainsi vérifier la robustesse en conditions réelles d'utilisation. Nos résultats préliminaires nous permettent d'observer que pour des problèmes de grande taille, la méthode que nous proposons atteint de meilleures solutions pour chacune des trois formulations choisies. Les perspectives futures de nos recherches porteront sur le développement d'heuristiques constructives pour réduire le temps d'exécution en vue d'une utilisation industrielle.

## Références

- [1] Nabil Absi and Safia Kedad-Sidhoum. The multi-item capacitated lot-sizing problem with safety stocks and demand shortage costs. *Computers & Operations Research*, 36(11) :2926–2936, November 2009.
- [2] Alistair R. Clark, Reinaldo Morabito, and Eli A. V. Toso. Production setup-sequencing and lot-sizing at an animal nutrition plant through atsp subtour elimination and patching. *Journal of Scheduling*, 13(2) :111–121, April 2010.
- [3] Diego Jacinto Fiorotto and Silvio Alexandre de Araujo. Reformulation and a Lagrangian heuristic for lot sizing problem on parallel machines. *Annals of Operations Research*, 217(1) :213–231, June 2014.
- [4] Luis Guimarães, Diego Klabjan, and Bernardo Almada-Lobo. Modeling lotsizing and scheduling problems with sequence dependent setups. *European Journal of Operational Research*, 239(3) :644–662, December 2014.
- [5] Harvey M. Wagner and Thomson M. Whitin. Dynamic Version of the Economic Lot Size Model. *Management Science*, 5(1) :89–96, October 1958.