

# Planification industrielle appliquée à la production de matelas

Olivier Rigal

LocalSolver, 24 Avenue Hoche, Paris, France  
orignal@localsolver.com

**Mots-clés :** *planification, production industrielle, recherche locale, projet industriel.*

## 1 Introduction

Une entreprise doit produire différents types de matelas au sein de ses lignes de production. Les matelas produits doivent être ceux dont les commandes sont les plus prioritaires. De plus, le planning de production doit respecter de nombreuses contraintes métier portant sur différents aspects du problème : tailles et types des moules sélectionnés, caractéristiques du latex utilisé, changements de type de matelas produit au cours de la semaine, etc.

L'utilisation standard de l'application fournit des plannings d'une semaine pour 5 lignes de production ayant chacune ses caractéristiques. L'optimisation est effectuée la semaine précédant la production afin d'avoir un planning le plus proche possible des besoins actuels.

## 2 Problème métier

Chaque ligne de production correspond à un carrousel avec un nombre fixe de positions. Sur chacune de ces positions, on peut placer un moule qui permet de produire un type de matelas particulier. Le carrousel tourne à une vitesse constante et un tour complet de celui-ci, appelé cycle, permet de fabriquer un matelas sur chacune de ces positions. Les différentes étapes d'un cycle pour une position sont le remplissage du moule par du latex liquide, la fermeture du moule, la cuisson, l'ouverture du moule puis le démoulage du matelas (1). Les changements de moules ne peuvent être effectués qu'entre l'étape de démoulage et celle de remplissage. Les carrousels considérés ont en moyenne 60 positions et effectuent une centaine de cycles par semaine.

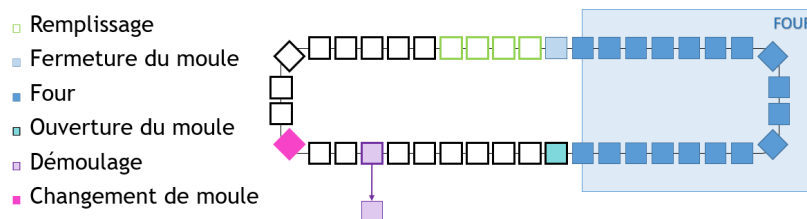


FIG. 1 – Exemple de ligne de production

Le problème d'optimisation consiste à choisir pour chaque position le planning des matelas produits durant la semaine. Pour chaque type de matelas pouvant être produit, on dispose d'un ensemble de commandes qui ont chacune des priorités différentes en fonction de leurs caractéristiques. Ainsi, pour le même produit, on a plusieurs valeurs de priorité.

De plus, lorsque l'on change de type de matelas fabriqué sur une position, un changement de moule est alors nécessaire. Cependant puisque les moules ne peuvent être changés que lorsqu'ils sont fermés, deux cycles de production sont perdus lors de chaque changement.

Enfin, les moules peuvent être redimensionnés afin de produire différents types de matelas. Cependant, ces redimensionnements étant très longs à effectuer pour les ouvriers, leur nombre doit être limité. De plus, les moules initialement présents sur le carrousel doivent être privilégiés afin de limiter le nombre de changements lors de la mise en place initiale du carrousel pour la semaine.

Le problème consiste donc à trouver un compromis satisfaisant entre les 3 éléments suivants :

- Produire les matelas des commandes les plus prioritaires ce qui engendre des périodes de production courtes et donc de nombreux changements de moules et un nombre de matelas produits plus faible.
- Produire chaque type de matelas sur la période la plus longue possible afin de limiter les changements et ainsi maximiser la quantité totale produite.
- Utiliser les moules de façon à éviter les redimensionnements et les changements initiaux. Cet élément peut empêcher de produire certains matelas prioritaires si aucun des moules potentiels n'a initialement la bonne dimension.

En plus de ce compromis, le planning doit respecter de nombreuses contraintes métier supplémentaires. Parmi celles-ci, on retrouve par exemple :

- Les produits utilisant le même type de latex doivent être placés consécutivement sur le carrousel.
- Le nombre de moules pouvant être changés lors d'un même cycle sur l'ensemble du carrousel est limité. De plus, ces changements simultanés doivent être éloignés d'au moins 4 positions.
- La somme des tailles des produits consécutifs sur le carrousel doit rester dans un intervalle limite afin de ne pas déséquilibrer le carrousel.

### 3 Résolution

Ce problème initial complexe a été découpé en plusieurs sous-problèmes successifs permettant d'obtenir des solutions de qualité pour un temps de résolution total d'une dizaine de minutes.

1. Un modèle attribuant à chacune des positions un type de latex. Ce modèle permet de respecter la contrainte de consécuité sur les types de latex dans le carrousel. Dans ce modèle, on teste différentes allocations sur un modèle relâché où l'on tente de produire au maximum sur la semaine. On sélectionne l'allocation permettant de maximiser cette production.
2. Un modèle décidant des produits et des quantités associés fabriqués sur chacune des positions, ainsi que les moules utilisés pour chacune de ces productions. Dans ce modèle, on affecte un certain poids au changement de moules, celui-ci est comparable aux priorités des commandes, afin de limiter le nombre de changements dans le planning. Plus ce poids sera faible, plus on produira les matelas des commandes les plus prioritaires au détriment de la limitation du nombre de changements. Le nombre de redimensionnements est dans ce modèle à la fois limité par une valeur maximale et minimisé dans la fonction objectif afin d'éviter d'en effectuer de manière superflu.
3. Un modèle d'ordonnancement permettant d'ordonner les différentes productions sur chacune des positions ainsi que d'échanger ces ensembles de productions entre les positions. Ce modèle permet de respecter les contraintes sur les changements simultanés.

La résolution de ces différents modèles a été effectué avec LocalSolver [1], un solveur d'optimisation mathématiques basé sur différentes techniques de recherche opérationnelle. Les résultats sont présentés sous forme de diagrammes de Gantt.

### Références

- [1] F. Gardi, T. Benoist, J. Darlay, B. Estellon, and R. Megel. *Mathematical Programming Solver Based on Local Search*, Wiley, 2014.