

# Méthode de réapprovisionnement multi-période et multi-article applicable dans divers cas de remises unitaires

Agathe Métaireau<sup>1,2</sup>, Rabin Sahu<sup>1</sup>, Simon Delecourt<sup>1</sup>, Alexandre Gerussi<sup>1</sup>, Manuel Davy<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Vekia, 143 rue d'Athènes, 59000, Lille

<sup>2</sup> Univ. Lille, CNRS, Centrale Lille, UMR 9189 - CRISTAL

`agathe.metaireau.etu@univ-lille.fr`

**Mots-clés :** *Planification multi-période, Approvisionnement multi-article, Gestion des stocks, Programmation linéaire en nombres entiers.*

## 1 Introduction

Dans le domaine du réapprovisionnement, une grande partie des recherches se concentre sur la gestion des stocks pour un seul article. La finalité de nombreux articles est de trouver la meilleure politique de gestion des stocks et ses paramètres pour obtenir un contrôle optimal ou quasi-optimal des stocks pour des situations et des objectifs donnés.

Cependant, il existe des cas industriels pour lesquels traiter les articles séparément n'est pas la meilleure stratégie, car il existe des interactions entre eux. Par exemple, certains fournisseurs appliquent un coût fixe sur les commandes, ou des remises à partir d'une certaine quantité commandée. Ces contraintes s'appliquent sur la totalité de la commande, et nécessite donc de prendre en compte les différents articles qui la composent de façon conjointe. Dans de tels contextes, le problème ne peut pas se réduire à plusieurs problèmes simple-article, et il est donc nécessaire de développer des méthodes d'optimisation multi-article.

De plus, obtenir des remises nécessite dans de nombreux cas de commander plus, et donc de couvrir non pas le besoin d'une seule période à couvrir mais de plusieurs. Dans de tels cas, il est pertinent de trouver un compromis entre commander plus pour obtenir la remise, et donc stocker plus longtemps, ou ne commander que ce dont on a besoin pour une période car le stockage coûte plus cher que les économies offertes par la remise. Ces aspects rendent intéressante une vision multi-période du problème, afin de prendre une décision éclairée sur les quantités à commander.

## 2 Modèle et approche de résolution

Le problème de réapprovisionnement multi-période et multi-article (*Multiperiodic joint replenishment problem*) est NP-difficile ([1]). Par conséquent, il n'est pas possible de le résoudre de manière exacte en temps raisonnable sur des instances réelles. Pour résoudre le problème de manière approchée, nous avons choisi de réduire l'espace de solution par modélisation.

Dans ce modèle, les commandes que l'on peut passer sont représentées par des objets que l'on appelle "blocs". Un bloc représente la quantité à commander pour un certain nombre de périodes à couvrir (voir Figure 1). Une période à couvrir est définie comme le plus petit intervalle de temps entre deux réceptions de commande. Les quantités à commander sont obtenues grâce à un moteur de commande simple-période et simple-article, décrit dans l'article [2]. Chaque bloc contient donc une quantité à commander, une date de début et une date de fin, et un coût. Le coût des blocs est obtenu par le moteur de commande simple-période et simple-article. L'objectif d'optimisation sera donc de trouver la combinaison de blocs qui minimise le coût total sur l'horizon de temps considéré, en prenant en compte le coût des blocs (*i.e.* le coût des

articles pris individuellement) et les coûts multi-item (*i.e.* coût fixe de commande, pénalité de Franco, remises unitaires, etc.).

Pour répondre à cette problématique, nous avons choisi de mettre en place un programme linéaire en nombres entiers. Ce programme prend en entrée les attributs des blocs, les caractéristiques des contraintes multi-item (coûts, seuils de remise) et l’horizon de temps choisi. Il renvoie la combinaison optimale de blocs, et donc le plan de commande pour chaque article.

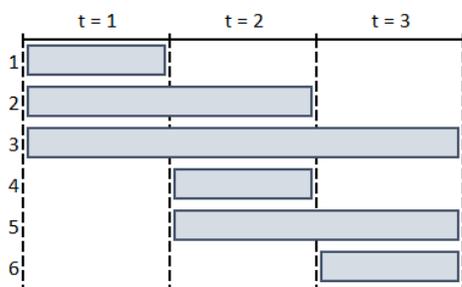


FIG. 1 – Blocs possibles pour un article et trois périodes

### 3 Protocole expérimental

Afin de valider notre approche et de montrer son intérêt, nous avons choisi de comparer le processus d’optimisation des commandes simple-période et simple-article au processus multi-période et multi-article. Pour ce faire, nous avons choisi l’exemple du Franco, pour lequel le fournisseur applique un coût fixe de commande si la quantité commandée ne dépasse pas un certain seuil. Nous avons choisi de comparer les approches en évaluant le coût total sur un horizon donné, et mis en place le protocole suivant.

1. Pour chaque article, effectuer un tirage aléatoire de la demande en suivant la distribution choisie sur l’horizon de temps considéré.
2. Pour chaque période, chaque article, lancer le moteur simple-période et simple-article. Simuler le processus de commande et de demande, et mettre à jour les stocks. Répéter 1. et 2. jusqu’à la fin de l’horizon de temps.
3. Calculer le coût total engrangé par le processus simple-période et simple-article.
4. Lancer le moteur multi-période et multi-article, et simuler le processus de commande et de demande sur l’horizon de temps considéré.
5. Calculer le coût total engrangé par le processus multi-période et multi-article.

Nous avons généré 20 instances sur lesquelles nous avons effectué les tests. Ces instances contiennent chacune dix articles. Nous avons supposé une demande stochastique stationnaire suivant une loi de Poisson pour chacun des articles, des ventes perdues, et avons choisi un horizon de temps de dix périodes. En suivant le protocole décrit ci-dessus, nous obtenons une réduction des coûts moyenne de 8,7 % en utilisant la méthode multi-article et multi-période.

### Références

- [1] Rabin Sahu, Clarisse Dhaenens, Nadarajen Veerapen, and Manuel Davy. An approximate method for integrated stochastic replenishment planning with supplier selection. In *International Conference on Operations Research and Enterprise Systems-ICORES 2020*, 2020.
- [2] Rabin Kumar Sahu. *General framework and optimization methods for stochastic replenishment planning in industrial contexts*. Theses, Université de Lille, August 2020.