

Planification multi-périodes, multi-sourcing d’approvisionnements avec délais stochastiques, prix dégressifs et coûts de flexibilité de livraison

Belgacem Bettayeb¹, Oussama Ben-Ammar², Alexandre Dolgui³

¹ CESI LINEACT UR7527, Lille, France

`bettayeb@cesi.fr`

² EuroMov Digital Health in Motion, Univ Montpellier, IMT Mines Ales, Ales, France

`oussama.ben-ammar@mines-ales.fr`

³ IMT Atlantique, LS2N, France

`alexandre.dolgui@imt-atlantique.fr`

Mots-clés : *Planification, Approvisionnement multiple, Délais stochastiques, Prix dégressifs, Flexibilité de livraison.*

1 Introduction

Contrôler l’incertitude et réduire ses effets sur les performances de la chaîne d’approvisionnement est devenu, depuis plusieurs décennies, une préoccupation majeure des décideurs et des communautés de recherche en gestion de la chaîne d’approvisionnement (SCM). Cette préoccupation est renforcée par le constat récurrent de la vulnérabilité de la chaîne d’approvisionnement (SC) aux perturbations générées par l’incertitude sur certains de ses paramètres [4]. Diverses sources d’incertitude ont été identifiées et étudiées à travers l’analyse des risques dont beaucoup ont été intégrées dans les modèles de planification des approvisionnements et de gestion des stocks [3]. Pour réduire l’effet de l’incertitude dans la SC, plusieurs études ont introduit des stocks de sécurité. Cependant, les stocks de sécurité ne sont pas toujours efficaces et avantageux lorsque l’incertitude porte sur les délais de livraison [1]. D’autres approches basées sur des techniques d’optimisation stochastique ont également été proposées [2]. Une autre pratique courante pour faire face à l’incertitude est le multi-sourcing, qui présente l’avantage de travailler avec plusieurs fournisseurs concurrents. Cependant, cela nécessite de définir des stratégies adéquates pour sélectionner et gérer plusieurs fournisseurs selon différents critères de performance possibles tels que la qualité, le prix, les délais, etc.

Depuis quelques décennies, les problèmes de sélection dynamique des fournisseurs ont émergé et différents modèles ont été proposés en considérant un environnement dynamique où un ou plusieurs paramètres varient dans le temps, tels que la demande, la capacité, les prix, etc.

L’objectif de ce travail est d’étudier le problème du réapprovisionnement multi-période avec des fournisseurs multiples sous des délais stochastiques et d’étudier les effets de la limite de capacité des fournisseurs, de la politique de prix dégressive et du coût de flexibilité de livraison.

2 Formalisation et résolution

Nous considérons le problème de la planification du réapprovisionnement multi-période d’un système à produit unique, à acheteur unique et à fournisseurs multiples. La demande de chaque période est connue et peut être commandée à un ou plusieurs fournisseurs, chacun ayant un délai d’exécution discret stochastique défini par sa fonction de masse de probabilité. Chaque fournisseur est également caractérisé par sa limite de capacité pour chaque période et sa propre

politique de prix dégressive. Cette dernière est appliquée à l'ensemble de la quantité commandée sur l'horizon de planification. Nous supposons que la quantité non satisfaite de chaque période est mise en attente et que l'acheteur supporte le coût équivalent de mise en attente. Ce dernier couvre également le coût de détention des stocks. Notons que les quantités en attente et en stock sont stochastiques en raison du caractère aléatoire des délais des fournisseurs et que nous n'avons pas d'hypothèses restrictives concernant le croisement des commandes ni la structure de la demande sur l'horizon de planification. Nous considérons le cas où chaque demande peut être fractionnée en petits lots sur différents fournisseurs et/ou périodes (fractionnement) et que les fournisseurs libèrent séparément les livraisons des différents lots commandés à la même période via un coût supplémentaire pour chaque lot (coût de flexibilité de livraison).

Ce problème a été formalisé par un programme linéaire stochastique en nombre entier dont la fonction objectif est de minimiser le coût total moyen (espéré), composé des coûts de stockage, de rupture et d'achat. Les coûts d'achat dépendent des fournisseurs sélectionnés et du nombre de commandes et des quantités correspondantes. La solution détermine pour chaque demande quelle proportion commandée à chaque fournisseur à chaque période.

Le modèle du problème a été codé en C++ et résolu à l'aide du solveur CPLEX d'IBM ILOG. Les résultats numériques obtenus concerne une instance de test avec un horizon de planification de 10 périodes, 5 demandes non nulles, et 3 fournisseurs. Les paramètres de coût des stocks sont $c_h = 10$ et $c_b = 15$. Les fournisseurs ont des capacités constantes, avec $C_{1,t} = 60$, $C_{2,t} = 50$ et $C_{3,t} = 100$ pour tous les $t = 1, \dots, 10$. Les fournisseurs sont caractérisés chacun par sa propre distribution de probabilité de leurs délais de livraison.

3 Conclusions et perspectives

Dans ce travail, nous proposons un programme linéaire stochastique en nombre entier pour le problème de la planification de l'approvisionnement multi-périodes et multi-fournisseurs avec des délais stochastiques, des prix dépendant de la quantité et des coûts de flexibilité de livraison. Les résultats montrent l'efficacité de l'utilisation de la stratégie multi-fournisseurs pour faire face à l'incertitude des délais de livraison. Ils prouvent également la pertinence de considérer d'autres aspects liés aux fournisseurs, tels que la capacité, les coûts de commande et la politique de prix. Cette approche pourrait aider le décideur à optimiser sa politique de commande. Ce travail sera poursuivi en se concentrant sur l'amélioration du modèle et de son approche de résolution afin d'être capable d'étudier des instances de grande taille et de taille réelle. En effet, la faiblesse du modèle actuel est son nombre scénarios qui croit de façon exponentielle avec le nombre de fournisseurs et leurs gammes de distributions de délais.

Références

- [1] Oussama Ben-Ammar, Belgacem Bettayeb, and Alexandre Dolgui. Optimization of multi-period supply planning under stochastic lead times and a dynamic demand. *Int. Jour. of Prod. Eco.*, 218 :106–117, 2019.
- [2] Oussama Ben-Ammar, Belgacem Bettayeb, and Alexandre Dolgui. Integrated production planning and quality control for linear production systems under uncertainties of cycle time and finished product quality. *Int. Jour. of Prod. Res.*, 58(4) :1144–1160, 2020.
- [3] Nadjib Brahimi, Nabil Absi, Stéphane Dauzère-Pérès, and Atle Nordli. Single-item dynamic lot-sizing problems : An updated survey. *Eur. Jour. of Oper. Res.*, 263(3) :838–863, 2017.
- [4] Paul R Kleindorfer and Germaine H Saad. Managing disruption risks in supply chains. *Prod. and Oper. Manag.*, 14(1) :53–68, 2005.