

Modélisation du problème de lot-sizing à deux niveaux avec maximization du profit

Yuan BIAN¹, Nathalie BOSTEL², David LEMOINE¹, Thomas YEUNG¹

¹ École des mines de Nantes, IRCCyN,
UMR CNRS 6597, F-44300 Nantes, France
{yuan.bian, david.lemoine, thomas.yeung}@mines-nantes.fr

² Université de Nantes, IRCCyN,
UMR CNRS 6597, F-44606 Saint-Nazaire, France
{nathalie.bostel}@univ-nantes.fr

Mots-clés : *Lot-sizing à deux niveaux, maximisation de profit, besoin en fonds de roulement, flux de trésorerie, programmation dynamique.*

1 Introduction

Nous considérons une chaîne logistique à deux niveaux composée d'un fournisseur et d'un fabricant. Ce dernier organise ses productions pour satisfaire les demandes client $d_t, t \in T$. Pour ce faire, il commande des produits semi-finis auprès du fournisseur. Le fournisseur gère ses activités en respectant les commandes du fabricant et a un délai de livraison L . Nous supposons qu'aucun produit semi-fini n'est stocké chez le fabricant. Autrement dit, le fournisseur ne livre les produits semi-finis qu'à la période où le fabricant en a besoin. Chaque transaction est soumise à son propre délai de paiement. Le client final ne paie le fabricant qu'après un certain délai de paiement après la livraison. idem entre le fabricant et le fournisseur et entre le fournisseur et son approvisionneur en matière première. De plus, dans ce problème, nous considérons également des aspects financiers tels que l'actualisation (Valeur actuelle nette) et le financement du Besoin en Fonds de Roulement (BFR). Ainsi, notre modèle considère simultanément les flux physiques et financiers. Puis, nous supposons que les paramètres de coût sont constants sur l'horizon.

Deux approches de résolution sont présentées. Premièrement, une approche séquentielle qui représente le cas où le fabricant satisfait la demande client à coût minimum et le fournisseur organise son activité de production selon le plan optimal de production du fabricant et une approche centralisée qui propose des plans de production chez les deux acteurs qui minimisent le coût total (logistique et financier) de la chaîne.

2 Modèle à deux niveaux et méthodes de résolution

Nous utilisons la modélisation du BFR proposée par [1] dans laquelle le besoin financier est induit par les activités d'achat des matières premières, de lancement, de production et de stockage. Le BFR est généré par le décalage entre les encaissements et les décaissements des dépenses logistiques. De plus, dans ce travail, les paramètres de coût sont constants.

2.1 Approche séquentielle

Dans ce cas, nous considérons les planifications des deux niveaux comme deux sous-problèmes séparés. Donc, deux étapes de calcul s'effectuent dans cette approche (voir figure 1) : d'abord, le plan optimal du fabricant peut être calculé en utilisant l'algorithme $ULSP(BFR)$ proposé dans [1] qui est en $O(T^4)$. Il est ensuite considéré comme la demande du fournisseur. Une

seconde application de l'algorithme nous permet de calculer le plan optimal du fournisseur pour satisfaire les demandes du fabricant. Par conséquent, dans le cas, la complexité du problème est de $O(T^4)$.

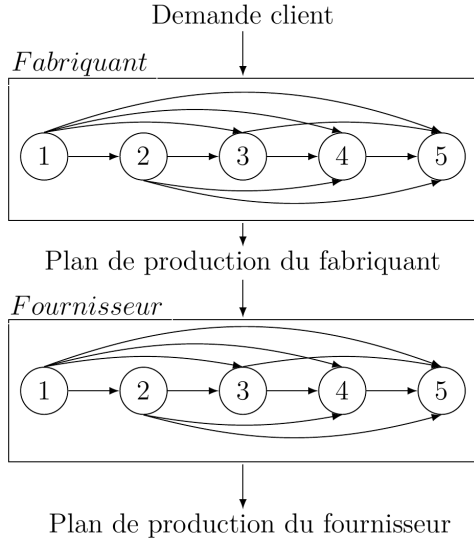


FIG. 1 – Approche séquentielle

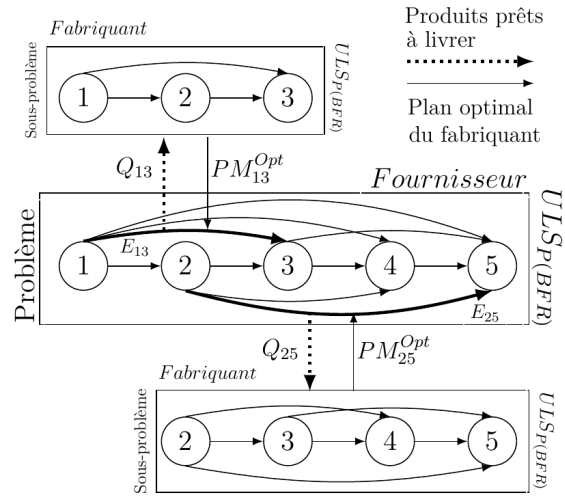


FIG. 2 – Supply chain and delay

FIG. 2 – Approche centralisée

2.2 Approche centralisée

Le problème de "Multi-Level Lot-sizing Problem" (MLLP) avec une nomenclature en série a été discuté dans [2]. Pour le résoudre, l'auteur a proposé un algorithme de programmation dynamique. Cependant, cet algorithme ne peut pas être directement appliqué à notre problème. Donc, après avoir prouvé la propriété "zéro-stock" (ZIO) pour ce problème, nous proposons également un algorithme de programmation dynamique pour le résoudre en $O(T^6)$.

Nous considérons d'abord un problème "maître" à fin de déterminer le plan du fournisseur sous forme de plus court chemin. Puis, pour calculer la valeur d'arc, il faut résoudre un sous-problème qui détermine le plan optimal du fabricant. Le concept de l'algorithme proposé est similaire à celui de Wagner et Whitin (voir figure 2). Par exemple, passant par l'arc E_{25} signifie que le fournisseur prépare tous les produits semi-finis nécessaires à la période 2 (notons la quantité comme Q_{25}) pour les productions des demandes du client entre les périodes 2 et 4 chez le fabricant. La valeur de l'arc E_{25} est composée des coûts logistiques et financiers des deux acteurs. Parmi ces coûts, les coûts d'achat, de lancement et de production (notons F_{25}) ne dépendent que Q_{25} . Tous les coûts restants (notons, V_{tk}) dépend non seulement Q_{25} , mais aussi du plan optimal du fabricant pendant ces périodes (notons, PM_{25}^{Opt}). Ce plan optimal est calculé en appliquant l'algorithme $ULSP(BFR)$. Par conséquent, la récurrence s'exprime comme suit ($Profit_t$ (resp. $Revenu_t$) représente le profit (resp. revenu) jusqu'à la période t) :

$$\begin{aligned} Profit_t(Q) &= Revenu_t - \min_{j \in [1, t-1]} \{Cout[j] + E_{jt}\} \\ &= Revenu_t - \min_{j \in [1, t-1]} \{Cout[j] + F_{jt}(Q_{jt}) + V_{jt}(Q_{jt}, PM_{jt}^{Opt})\} \end{aligned}$$

Références

- [1] Y. Bian, D. Lemoine, T.G. Yeung, N. Bostel, V. Hovelaque and J.L. Viviani. *A dynamic lot-sizing-based profit maximization discounted cash flow model considering working capital requirement financing cost with infinite production capacity. 11th International Conference on MOdeling, Optimization and SIMulation (MOSIM)*, Montreal, Canada, 2016.
- [2] W.I. Zangwill. *A backlogging model and a multi-echelon model of a dynamic economic lot size production system-a network approach. Management Science*, 15(9) :506-527, 1969.