



# Nouvelle méthode intégrée pour résoudre le problème de planification et d'ordonnancement

Edwin David Gómez Urrutia, Riad Aggoune, Stéphane Dauzère-Pérès

## ► To cite this version:

Edwin David Gómez Urrutia, Riad Aggoune, Stéphane Dauzère-Pérès. Nouvelle méthode intégrée pour résoudre le problème de planification et d'ordonnancement. 13ème congrès de la société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision - ROADEF 2012, Apr 2012, Angers, France. pp.239-240, 2012.

**HAL Id: emse-00693422**

**<https://hal-emse.ccsd.cnrs.fr/emse-00693422>**

Submitted on 2 May 2012

**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.

# Nouvelle méthode intégrée pour résoudre le problème multi-niveaux de planification et d'ordonnancement

Edwin D. Gómez U.<sup>1,2</sup>, Riad Aggoune<sup>1</sup>, Stéphane Dauzère-Pérès<sup>2</sup>

<sup>1</sup> SSI; Centre de Recherche Public Henri Tudor  
29, Avenue JFK, L-1855 Luxembourg-Kirchberg (Luxembourg)

{edwin.gomez,riad.aggoune}@tudor.lu

<sup>2</sup> CMP; École des Mines de Saint-Étienne  
880, avenue de Mimet, 13541 Gardanne (France)

{gomez-urrutia,dauzere-peres}@emse.fr

**Mots-clés :** *planification, ordonnancement, approche intégrée, problèmes multi-niveaux.*

## 1 Introduction

Dans un système de production, les décisions concernant la planification et l'ordonnancement de la production sont généralement prises de manière séquentielle, en suivant une approche hiérarchique, qui consiste à déterminer dans un premier temps les quantités optimales de production par période, et ensuite à proposer le meilleur ordonnancement possible pour suivre le plan de production. Néanmoins, suivre cette structure décisionnelle ne garantit pas la faisabilité des plans de production, car les modèles mathématiques de planification considèrent uniquement des contraintes de capacité agrégées. Pour assurer la faisabilité d'un plan de production, il faut considérer des contraintes de capacité plus précises, qui tiennent compte des détails de l'ordonnancement. Ces dernières années, des travaux intégrant les décisions de planification et ordonnancement ont été proposés. Dauzère-Pérès et Lasserre [3] présentent une approche itérative pour calculer un plan de production réalisable et la séquence d'opérations correspondante. Wolosewicz et al. [7] et Aggoune et al. [1] ont proposé une nouvelle approche intégrée pour des problèmes à un niveau, en utilisant une heuristique Lagrangienne pour générer des plans de production réalisables et une procédure d'amélioration de la séquence d'ordonnancement. Dans ce travail, nous nous intéressons aux systèmes job-shop à plusieurs niveaux, i.e. le cas où il existe des contraintes de nomenclature entre produits. Ce type de problème est plus complexe, et il a été très peu étudié d'une manière intégrée dans la littérature. Fandel et Stammen-Hegene [4], par exemple, étudient le problème général de planification et ordonnancement (GLSP) multi-niveaux. Stadtler [5] étudie le problème de planification et ordonnancement proportionnel (PLSP) multi-niveaux avec une seule machine.

## 2 Méthode de résolution

Dans [7], nous modélisons le problème mono-niveau intégré, en incluant des contraintes de capacité détaillées. Pour le problème multi-niveaux, nous reprenons certaines notations utilisées dans le modèle proposé par Clark et Armentano [2], qui exprime le besoin de chaque produit en termes d'échelon stock. Nous incluons notamment la contrainte permettant de lier les produits à partir des besoins internes (contrainte de nomenclature) et nous reformulons la contrainte d'équilibre de stocks. Nous représentons le problème d'ordonnancement à travers un graphe disjonctif, où chaque chemin correspond à une contrainte de capacité. Plus précisément, la somme des durées opératoires et de lancement de la production de toutes les opérations appartenant à un chemin ne doit pas excéder la date de fin au plus tard de la dernière opération

de ce chemin. Comme le nombre de chemins dans le graphe est exponentiel, considérer toutes les contraintes de capacité ne permet pas de décrire un algorithme efficace pour le résoudre. De plus, le fait d'inclure des contraintes de nomenclature empêche de déterminer optimalement des quantités de production pour chaque produit sans tenir compte des autres produits.

Nous utilisons une heuristique Lagrangienne qui consiste à exécuter séquentiellement une relaxation Lagrangienne et une procédure de lissage de la production. Avec la relaxation Lagrangienne, nous cherchons à diminuer la complexité du problème, en relâchant deux types de contraintes : celles de capacité (comme nous le faisons pour les problèmes à un seul niveau) et celles de nomenclature. L'algorithme que nous utilisons pour déterminer les plans de production est celui proposé par Wagelmans et al. [6]. Comme cet algorithme est conçu pour des problèmes de planification à un seul niveau (produits indépendants), nous introduisons une variante dans la fonction objectif relâchée qui exprime le rapport de besoins unitaires entre un produit et ses composants. De cette façon, chaque produit peut être planifié indépendamment des autres produits comme dans le cas à un seul niveau. Enfin, comme les plans de production proposés ne sont pas forcément réalisables, une procédure de lissage de la production est exécutée, avec pour objectif de valider les contraintes non satisfaites.

La performance de l'approche a été testée pour quelques instances correspondantes à un job-shop 6x6 (6 produits et 6 opérations par produit) sur 5 périodes de planification et avec 6 ressources. A titre d'exemple, pour une instance donnée, la borne inférieure du problème a été de 4661,35 u.m. (unités monétaires) et la borne supérieure a été de 4715 u.m., après 3s de calcul. Pour l'instant, nous ne connaissons pas la solution optimale, mais comme l'écart entre les bornes n'est pas très grand, nous pouvons dire que notre solution est proche de l'optimale.

### 3 Conclusions et perspectives

Une nouvelle méthode permettant d'intégrer les décisions de planification et ordonnancement est proposée pour résoudre des problèmes multi-niveaux, multi-produits et multi-ressources. Cette approche a été testée sur différentes instances, et les résultats montrent qu'elle est capable de fournir des solutions réalisables avec un temps de calcul petit. Actuellement, nous travaillons à l'amélioration de la procédure de lissage de la production. Nous envisageons d'ajouter des contraintes à notre modèle pour considérer d'autres situations typiques de l'industrie.

### Références

- [1] R. Aggoune, S. Dauzère-Pérès, C. Wolosewicz and E. Gomez. A solution procedure for an integrated lot-sizing and scheduling problem. *12ème congrès annuel de la Société Française de Recherche Opérationnelle et d'Aide à la Décision (ROADEF 2011)*, Saint-Etienne, 2011.
- [2] A. Clark and V. Armentano. A Heuristic for a Resource-capacitated Multi-stage Lot-sizing Problem with Lead Times. *Journal of the Operational Research Society*, 46:1208–1222, 1995.
- [3] S. Dauzère-Pérès and J. B. Lasserre Integration of lotsizing and scheduling decisions in a job-shop. *European Journal of Operational Research*, 75(2):413–426, 1994.
- [4] G. Fandel and C. Stammen-Hegene. Simultaneous lot sizing and scheduling for multi-product multi-level production. *International Journal of Production Economics*, 104:308–316, 2006.
- [5] H. Stadler. Multi-level single-machine lot-sizing and scheduling with zero lead times. *European Journal of Operational Research*, 209:241–252, 2011.
- [6] A. Wagelmans, S. Van Hoesel and A. Kolen. Economic Lot Sizing : An  $O(n \log n)$  Algorithm That Runs in Linear Time in the Wagner-Whitin Case. *Operations Research*, 40(1):S145–S156, 1992.
- [7] C. Wolosewicz, S. Dauzère-Pérès, R. Aggoune. A new approach for solving an integrated planning and scheduling problem. *INCOM'06 (12th IFAC Symposium on Information control Problems in Manufacturing)*, 3:191–196, Saint-Etienne, 2006.