

# Algorithme génétique pour un problème de planification conjointe production et maintenance

Marouane alaoui<sup>1</sup>, Najib M Najid<sup>2</sup>, Abdelmoula Mohafid<sup>2</sup>

<sup>1</sup> IRCCyN, Ecoles Des Mines de Nantes  
4, rue Alfred Kastler, 44300Nantes, France  
malaou07@emn.fr

<sup>2</sup>Université de Nantes, Nantes Atlantique, IRCCyN  
IUT de Nantes, 2, avenue du Prof Jean Rouxel B.P. 539- 44475 Carquefou, France  
{najib.najid, abdelmoula.mohafid}@univ-nantes.fr

**Mots-clés :** *planification intégrée, production, maintenance, fenêtres de temps, algorithme génétique.*

## 1 Introduction

Dans l'environnement industriel, le manque de communication entre la production et la maintenance crée une situation conflictuelle entre ces deux principales activités dans une entreprise manufacturière. En effet, le non respect des périodes de maintenance préventive et les arrêts fortuits des lignes de production contribuent dans la perturbation et la perte de la productivité puisque la disponibilité des équipements, au moment voulu, est une condition nécessaire pour le bon déroulement de la production et au respect des délais de livraison. Cependant, le déploiement des activités de maintenance exige l'arrêt de la ligne de production. Ainsi, nous pouvons constater que la maintenance et la production partagent les mêmes ressources. Toutefois, il y a une divergence dans la gestion de ces deux fonctions primordiales, notamment dans la planification de leurs activités. Actuellement, la planification de la maintenance et de la production se fait séparément. Par exemple, les progiciels de gestion intégrée (ERP) contiennent plusieurs modules gérant toutes les fonctionnalités dans une entreprise. Alors que le module de planification de production constitue un module essentiel comme ceux de la finance, des ressources humaines, le module de la maintenance reste un module périphérique considéré comme une gestion de maintenance assisté par ordinateur (GMAO). De plus, chaque module est utilisé indépendamment de l'autre avec les propres données de chaque gestionnaire.

Notre travail s'inscrit dans cette problématique où nous combinons deux problèmes largement étudiés dans la littérature : le problème de dimensionnement de lots avec coût de rupture sur la demande [1] et le problème de détermination des dates des activités de maintenance préventive dans des fenêtres de temps. Notre problème est modélisé sous forme de programme linéaire en nombres entiers qui tend à minimiser les coûts de production, de lancement, de stock, de rupture sur la demande, et de maintenance préventive et corrective. A notre connaissance, les seuls travaux développés dans ce cadre sont présentés dans [2], [3], [4] et [5]. Pour résoudre le problème, nous avons utilisé un algorithme génétique sachant que les méthodes évolutionnistes ont fait preuve d'une grande efficacité pour traiter les problèmes classiques de dimensionnement de lot avec capacité. Notre algorithme génétique a permis d'obtenir des solutions faisables de bonne qualité dans un temps de calcul raisonnable. L'écart entre la borne supérieure obtenue par l'algorithme génétique et la borne inférieure calculée par une relaxation lagrangienne du problème varie en fonction de l'étroitesse de la capacité et le coût de rupture. En augmentant le coût de rupture sur la demande on voit croître cet écart et quand la capacité est de plus en plus large, on observe une diminution de ce dernier.

## 2 Description du problème

Dans notre problème, nous considérons un horizon de planification  $H$  de longueur  $T = N \times \tau$ . Durant chaque période  $t$  une demande  $d_{it}$  de chaque référence  $i \in P$  doit être satisfaite. Les références sont fabriquées sur une ligne de production d'une certaine capacité avec un temps opératoire connu. De plus, la rupture sur les demandes insatisfaites à cause d'une insuffisance de capacité est autorisée. Par conséquent, un coût unitaire élevé sera associé à toute référence perdue à chaque période.

Dans la gestion intégrée, nous avons ajouté des contraintes additionnelles au modèle classique de dimensionnement de lots [1]. Nous avons considéré que si  $T^{MP^*} = n^* \times \tau$  est le cycle optimal de la maintenance préventive en gestion séparée, alors les activités de maintenance préventive seront exécutées au début des périodes  $t = 1, n^*+1, 2n^*+1, 3n^*+1$ . Notre but est de planifier ces activités de maintenance dans des fenêtres de temps  $[(pn^* - k) \times \tau, (pn^* + k) \times \tau]$ . cet intervalle signifie qu'une action de maintenance préventive sera réalisée au plus tôt au début de la période  $t = (pn^* - k) + 1$ , et au plus tard au début de la période  $t = (pn^* + k) + 1$  avec  $p = 1, 2, \dots, \left\lfloor \frac{T}{T_{PM}^*} \right\rfloor - 1$  désigne la  $p^{\text{ème}}$  fenêtre de temps,  $2k$  est la longueur de la fenêtre de temps, et est choisi de telle manière à éviter le chevauchement entre les fenêtres de temps.

$$k = \begin{cases} \left\lfloor \frac{n^* - 1}{2} \right\rfloor & \text{If } n \text{ is an even number} \\ \frac{n^* - 1}{2} & \text{else} \end{cases}$$

En outre, nous supposons qu'au début de l'horizon de planification la ligne de production est dans un état « as good as new » (AGAN), les actions de maintenance préventive et corrective consomment des pourcentages de la capacité disponible, la maintenance préventive remet le système à un état « as good as new ». Nous supposons aussi que chaque activité de maintenance préventive est effectuée durant la période où elle a commencé. Les actions de la maintenance corrective sont considérées, dans notre étude, comme étant minimales (ne modifiant pas le taux de défaillance du système). Le nombre moyen de pannes augmente avec le temps écoulé depuis la dernière maintenance préventive.

## Références

- [1] N. Absi and S. Kedad-Sidhoum. The multi item capacitated lot sizing problem with set up time and shortage costs. *European journal of operational research*, 185(3) : 1351-1374, 2008.
- [2] L. Weinstein and C. Chung. Integrating maintenance and production decisions in a hierarchical production planning environment. *Computers & operations research*, 26(10-11) : 1059-1074, 1999.
- [3] E.H. Aghezzaf, M.A. Jamali, and D. Ait-Kadi. An integrated production and preventive maintenance planning model. *European journal of operational research*, 181(2) : 676-685, 2007.
- [4] E.H. Aghezzaf and N. Najid. Integrated production and preventive maintenance in production systems subject to random failures. *Information science*, 178(17) : 3382-3392, 2008.
- [5] N.M. Najid, M. Alaoui, and M. Mohafid. An Integrated Production and Maintenance Planning Model with time windows and shortage cost. *International journal of production research*, to appear, 2010.