



**HAL**  
open science

## **Cycles optimaux pour des lignes de traitement de surface à trois cuves avec marges infinies ou nulles**

Fabien Mangione, Nadia Brauner, Bernard Penz

► **To cite this version:**

Fabien Mangione, Nadia Brauner, Bernard Penz. Cycles optimaux pour des lignes de traitement de surface à trois cuves avec marges infinies ou nulles. Congrès ROADEF 2002, 2002, Paris, France. pp.207-208. <hal-00259528>

**HAL Id: hal-00259528**

**<https://hal.science/hal-00259528v1>**

Submitted on 28 Feb 2008

**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.



HAL Authorization

# Cycles optimaux pour des lignes de traitement de surface à trois cuves avec marges infinies ou nulles

F. Mangione<sup>1</sup>, N. Brauner<sup>2</sup> et B. Penz<sup>1</sup>

1. GILCO, 46 av. Félix Viallet, 38031 Grenoble Cedex

2. Leibniz-IMAG, 46 av. Félix Viallet, 38031 Grenoble Cedex

(Fabien.Mangione, Bernard.Penz)@gilco.inpg.fr; Nadia.Brauner@imag.fr

Mots-clés : Ordonnancement, lignes de traitement de surface, HSP, cycles.

## 1 Présentation

Dans les domaines de la production mécanique par exemple, il est nécessaire de modifier les caractéristiques surfaciques des pièces. Pour cela on utilise des lignes de traitements de surfaces, qui sont composées de plusieurs cuves contenant les produits qui agissent sur les caractéristiques des pièces et d'un palan qui transporte les pièces entre les cuves.

Un des problèmes pour la gestion de telles lignes est de trouver les mouvements du robot qui maximisent la productivité de la ligne tout en tenant compte des contraintes sur les durées de trempe. En effet chaque pièce doit rester un temps minimum dans une cuve pour que le produit puisse agir mais elle ne doit pas dépasser un temps d'immersion donné pour ne pas être détériorée dans le cas d'attaques acides par exemple.

## 2 Le cas d'une ligne comportant trois cuves

Dans cette communication nous étudions le cas d'une ligne comportant trois cuves de traitement auxquelles on ajoute une cuve de chargement et une cuve de déchargement. Nous concentrons notre étude sur le cas d'une production cyclique d'un seul type de pièce. La gamme opératoire correspondante consiste à immerger les pièces dans la cuve 1 puis dans la cuve 2 et enfin dans la cuve 3. On considère de plus que les durées minimales d'immersion sont les mêmes pour chaque cuve (notées  $p$ ) et que les temps de transport à vide et sous charge sont égaux et additifs. On note  $\delta$  le temps de transport entre deux cuves consécutives.

On appelle habituellement activité  $A_i$  l'ensemble des opérations permettant de transporter une pièce de la cuve  $i$  à la cuve  $i + 1$ . Un cycle est défini comme une séquence d'activités qui fait passer le système dans différents états avant de revenir à l'état initial. On appelle  $k$ -cycle un cycle où toutes les activités sont effectuées exactement  $k$  fois.

Agnétis [1] a montré que si les durées de trempe dans toutes les cuves sont fixes alors les cycles optimaux sont soit des 1-cycles soit des 2-cycles. Crama et van de Klundert [2] ont démontré quant à eux que si toutes les marges sur les durées de trempe sont infinies les cycles optimaux sont des 1-cycles. Nous montrerons ici que si les marges sont nulles ou infinies alors les cycles optimaux sont des 1-cycles ou des 2-cycles.

On peut représenter l'état du système par un graphe où les sommets représentent les états possibles et les arcs les activités pour passer d'un état à l'autre. En utilisant ces

graphes et leurs *line-graphs* nous démontrons que seuls les 1-cycles et les 2-cycles sont dominants dans une cellule à trois cuves.

Le tableau suivant indique, pour chaque cas, le cycle optimal parmi tous les cycles de production possibles. Pour des raisons de lisibilité nous notons, dans la table 1, l'activité  $A_i$  simplement par son indice  $i$ . Les lignes représentent les marges sur les durées de trempe, ainsi la ligne  $(\infty, 0, 0)$  désigne une cellule dont la marge infinie sur la cuve 1 et des marges nulles sur les cuves 2 et 3. Les colonnes représentent, en fonction du temps de transport ( $\delta$ ), les intervalles dans lesquelles se trouve la durée de trempe minimale.

p	$[0, \delta[$	$[\delta, 2\delta[$	$[2\delta, 4\delta[$	$[4\delta, 6\delta[$	$[6\delta, 8\delta[$	$\geq 8\delta$
0, 0, 0	0, 1, 2, 3			0, 2, 1, 3, 2, 3, 0, 1	0, 2, 1, 3, 2, 0, 3, 1	0, 3, 2, 1
$\infty, 0, 0$				0, 2, 3, 1		
0, 0, $\infty$				0, 1, 3, 2		
0, $\infty, 0$	0, 1, 3, 2			0, 2, 1, 3		
0, $\infty, \infty$						
$\infty, \infty, 0$	0, 2, 3, 1		0, 2, 1, 3, 2, 0, 3, 1			
$\infty, 0, \infty$	0, 3, 1, 2					
$\infty, \infty, \infty$	0, 1, 3, 2 ou 0, 2, 3, 1		0, 3, 2, 1			

Table 1: Cycles optimaux

Pour illustrer ce tableau prenons l'exemple suivant: les temps de transport sont de 1 unité de temps, on considère une production de pièces identiques dont la durée de trempe minimale est de 5 unités de temps avec des marges infinies, dont les cuves 1 et 3 ont une marge infinie et dont la marge est nulle sur la cuve 2, le cycle optimal est alors le cycle  $(A_0, A_2, A_1, A_3, A_2, A_0, A_3, A_1)$ .

### 3 Conclusion

Dans cette communication, nous démontrons que, pour une ligne de traitements de surface comportant trois cuves, les cycles optimaux sont des 1-cycles ou des 2-cycles, si les tolérances sur les durées de trempe sont nulles ou infinies et les temps de trempe minimaux égaux.

[1] A. Agnetis, "Scheduling no-wait robotic cells with two and three machines", *European Journal of Operational Research* 123 (2), 2000, 303-314.

[2] Y. Crama et J. van de Klundert "Cyclic scheduling in 3-machines robotic flow shops", *Journal of Scheduling* 2, 1999, 35-54.