



**HAL**  
open science

## Choix entre les stratégies d'élimination des éléments exceptionnels en Technologie de Groupe par simulation

Wafik Hachicha, Faouzi Masmoudi, Mohammed Haddar

► **To cite this version:**

Wafik Hachicha, Faouzi Masmoudi, Mohammed Haddar. Choix entre les stratégies d'élimination des éléments exceptionnels en Technologie de Groupe par simulation. Premier Congrès Tunisien de Mécanique, Mar 2008, Tunisie. hal-00266495

**HAL Id: hal-00266495**

**<https://hal.science/hal-00266495v1>**

Submitted on 23 Mar 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.

# Choix entre les stratégies d'élimination des éléments exceptionnels en Technologie de Groupe par simulation

W. Hachicha<sup>1</sup>, F. Masmoudi<sup>1,2</sup>, M. Haddar<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Unité de recherche de Mécanique, Modélisation et Production (U2MP), wafik\_hachicha@yahoo.fr

<sup>2</sup> Département de génie mécanique, Ecole Nationale d'ingénieurs de Sfax, Tunisie

faouzi.masmoudi@enis.rnu.tn, mohamed.haddar@enis.rnu.tn

**Résumé :** En technologie de groupe, plusieurs travaux de recherche ont proposé des méthodes pour la formation des cellules de production. Généralement, ces méthodes négligent l'effet engendré par la présence de machines ou de produits exceptionnels dans leurs solutions. Partant d'une solution initiale de répartition des machines en cellules comportant des éléments exceptionnels, ce travail présente une approche par simulation permettant d'évaluer puis d'améliorer la performance des cellules de production. Deux stratégies, basées sur l'optimisation des coûts de transfert et d'investissement, ont été étudiées : la première consiste à admettre les machines exceptionnelles et la deuxième traite le cas de dupliquer ces machines pour éliminer les transferts entre cellules.

**Mots clefs :** Formation des cellules, Eléments Exceptionnels, Simulation, Coût.

## 1. Introduction

Dans les dernières trente années, de nombreux chercheurs ont proposé des méthodes pour la résolution du problème de formation des cellules de production. Ces méthodes sont classées dans plusieurs travaux de recherches [1-2]. Trois catégories de méthodes sont ainsi identifiées : diagonalisation de matrice d'incidence : Produits-machines, la classification hiérarchique et la classification automatique. Pour chacune de ces catégories, plusieurs techniques pour la formation de cellules ont été proposées : programmation mathématiques, classification basée sur l'intelligence artificielle, les algorithmes évolutionnaires (algorithme génétique), la théorie des graphes, etc. Toutefois, on constate certaines limites à l'application de ces techniques. En effet, d'une part, la majorité de ces travaux de recherche néglige l'effet engendré par la présence de machines ou de produits exceptionnels dans leurs solutions finales [3]. D'autre part, elle ne tient pas compte des paramètres de production comme les durées opératoires, la demande des produits, la taille des lots, la capacité des machines, etc. [4]. McAuley [5] a traité les éléments exceptionnels (EE) dans les solutions proposées. Pour cela il indique qu'il faut dupliquer les machines goulots afin d'éliminer les mouvements intercellulaires. D'autres chercheurs comme Burbidge [6], indiquent qu'il est possible aussi d'éliminer les EE par la modification des séquences des produits exceptionnels. Kusiak [7] propose la sous-traitance des produits exceptionnels comme une alternative pour l'élimination des EE. Shafer, Kern and Wei [8] présentent un modèle pour choisir entre la duplication des machines exceptionnelles et la sous-traitance des produits exceptionnels. Hachicha et al. [9] proposent des algorithmes basés sur une analyse des corrélations pour affecter les EE.

Partant d'une solution initiale de répartition des machines en cellules et des produits en familles en présence d'EE, ce travail présente une approche par simulation permettant

d'évaluer puis d'améliorer la performance des cellules de production. Deux stratégies ont été étudiées, la première consiste à admettre des éléments exceptionnels dans les différentes cellules, la deuxième traite le cas de dupliquer les machines exceptionnelles. Il est à noter que dans ce travail, on suppose que chaque produit se traite à travers une gamme de production unique.

## 2. Description du système

Ce travail traite un système cellulaire initialement proposé par la littérature [8]. Il est composé de trois cellules :

- La 1<sup>ère</sup> cellule notée  $C_1$  comporte les machines  $M_1$ ,  $M_2$  et  $M_3$  pour la fabrication des produits  $P_1$ ,  $P_2$  et  $P_3$ .
- La 2<sup>ème</sup> cellule notée  $C_2$  comporte les machines  $M_4$  et  $M_5$  pour la fabrication des produits  $P_4$ ,  $P_5$  et  $P_6$ .
- Finalement, la 3<sup>ème</sup> cellule notée  $C_3$  regroupe les machines  $M_6$ ,  $M_7$ ,  $M_8$  et  $M_9$  pour la fabrication des produits  $P_7$ ,  $P_8$  et  $P_9$ ,  $P_{10}$ .

Le tableau 1 présente les durées opératoires de chaque produit et le coût de transfert du produit  $i$  en dehors de sa cellule originale ( $IC_i$ ).

On suppose que toutes les machines de type  $j$  ont le même coût annuel d'acquisition ( $A_j = 10\ 000$  DT)

Tableau 1 : Solution initiale de formation des cellules

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
M1	2.9		2.2							4.6
M2	2.7	5.1	1.8	3.8		5.1				
M3	5.5	4.2								
M4	2.9			1.9	2.5	4.0		2.7		
M5				4.2		4.5				
M6	1.9						2.2		5.5	
M7					3.4		1.1	4.7		2.4
M8		5.3						3.7	3.8	
M9							4.0			1.8
$IC_i$ (DT)	6.8	7.5	5.8	5.4	6.5	6.5	4.5	6.2	5.1	6.8

Le tableau 2 indique la gamme de production de chaque produit. On note par  $TT_i$  le temps de transfert du produit  $i$  et par  $D_i$  la demande annuel du produit  $i$ .

Tableau 2 : Les données de production

	Gamme de production	$TT_i$	$D_i$
P1	M1-M2-M4-M3-M6	21	2 439
P2	M2-M3-M8	21.5	4 189
P3	M2-M1	17.5	3 135
P4	M4-M5-M2	22	861
P5	M4-M7	25	2 808
P6	M4-M2-M5	19.5	2 587
P7	M6-M7-M9	22	3 506
P8	M4-M7-M8	23	3 445
P9	M6-M8	25	2 491
P10	M7-M9-M10	25	3 339
Somme			28 800

Dans cette étude on suppose que : les produits sont transférés et fabriqués en lot de cinq pièces ; les temps de transfert entre machines de même cellule sont considérés négligeables ; les arrivées des lots se font selon le processus de poisson tout en respectant la demande annuelle de tous les produits.

### 3. Modèle de simulation

#### 3.1 Construction du modèle

On suppose que les capacités des machines sont suffisantes pour traiter toute la demande annuelle. Les arrivées des lots de produits suivent le processus de poisson en respectant cette demande annuelle de chaque produit par rapport de la demande totale de tous les produits. Les durées opératoires présentées dans le tableau 1 sont considérées constantes, mais les durées de transferts  $TT_i$  sont considérées comme des variables aléatoires exponentielles avec la moyenne du tableau 2. Les lots de produits sont traités selon la règle «premier arrivé premier servi (FCFS)». Les résultats de chaque expérience de simulation sont collectés après l'atteinte du régime permanent.

Pour simuler le comportement du système cellulaire, pour chacune des stratégies considérées, on a utilisé le logiciel de simulation des flux SIMAN/Arena [10]. Le modèle ainsi établi est présenté dans la figure 1. L'entrée des lots de produits dans le système manufacturier est assurée par le module "CREATE ". Ensuite, à chaque lot est assigné un ensemble d'attributs via le module "ASSIGN". Autrement dit, pour chaque lot sont attribués un indice d'identification du type de produit, la séquence de fabrication de ce type de produit ainsi que les temps opératoires et les temps de transferts à ce même type de produit au niveau des différentes cellules. Le module "DECIDE" permet d'affecter les lots de produits à leurs cellules originales. Ensuite chaque machine est modélisée par le triplet "ENTER-PROCESS-LEAVE". Finalement les lots de produits quittent le système à travers les modules "LEAVE" et "DISPOSE".

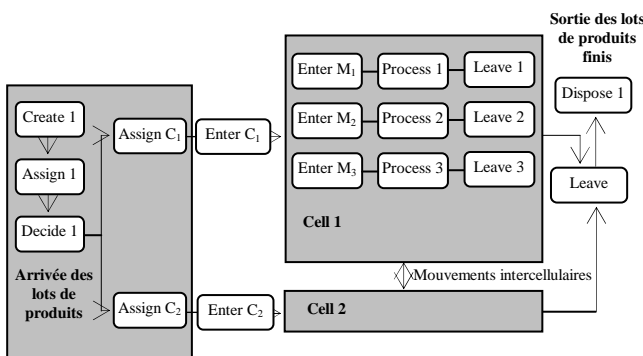


Figure 1 Modèle Arena de circulation des flux de matière

#### 3.2 Les résultats de simulation

Plusieurs expériences de simulation ont été réalisées pour étudier deux stratégies :

- La première stratégie (S1) consiste à admettre des EE dans les différentes cellules.
- La deuxième stratégie (S2) traite le cas de dupliquer les machines exceptionnelles.

Le tableau 3 présente l'évaluation économique des deux stratégies et ceci pour chaque produit exceptionnel.

Tableau 3. Les Résultats de simulation

Produits exceptionnels	Duplication nécessaire des machines	Coût (S1)	Coût (S2)
P1	M <sub>4</sub> and M <sub>6</sub> in cell C <sub>1</sub>	17 583	20 000
P2	M <sub>8</sub> in cell C <sub>1</sub>	11 169	10 000
P4	M <sub>2</sub> in cell C <sub>2</sub>	1 407	10 000
P6		10 969	
P5	M <sub>7</sub> in cell C <sub>2</sub>	7 693	10 000
P8	M <sub>4</sub> in cell C <sub>3</sub>	8 188	10 000
P10	M <sub>1</sub> in cell C <sub>3</sub>	9 137	10 000

Pour les produits P<sub>1</sub>, P<sub>5</sub>, P<sub>8</sub> et P<sub>10</sub>, on remarque qu'il n'est pas économique de dupliquer les machines exceptionnelles correspondantes. En effet le coût d'acquisition de nouvelles machines est supérieur à celui des mouvements intercellulaires. Par contre, pour les produits P<sub>2</sub>, P<sub>4</sub> et P<sub>6</sub> le coût de duplication des machines exceptionnelles est justifié.

### 4. Conclusion

Dans ce travail on a présenté une approche basée sur la simulation pour évaluer les stratégies d'élimination des EE. L'approche proposée constitue la phase finale pour la formation des cellules, cette phase souvent non considérée dans les solutions finales proposées par la littérature. L'approche développée permet d'évaluer le coût de duplication des machines exceptionnelles par rapport au coût engendré par les mouvements intercellulaire, elle permet aussi d'intégrer les paramètres de production dans le modèle développé pour avoir le caractère dynamique et stochastique qui lui donne plus de réalisme. La perspective de ce travail se résume dans l'intégration d'autres paramètres de production comme l'effet des pannes machines et la politique adoptée permettant le pilotage de la production.

### 5. Références

- [1] R. K.Sinha & R.H.Hollier, "A review of production control problems in cellular manufacture", *Int. J. of Production Research*, vol. 22, 1984, pp. 773-789.
- [2] Y.Yin & K.Kazuhiko, "Similarity coefficient methods applied to the cell formation problem: A taxonomy and review", *Int. J. of Production Economics*, vol. 101, 2006, pp. 329-352.
- [3] H.M.Slim, R.G.Askin, & A.G.Vakharia, "Cell formation in Group technology: review, evaluation and directions for future research", *Computers & Industrial engineering*, Vol. 34, No. 1, 1998, pp. 3-20.
- [4] W.Hachicha, F.Masmoudi & M.Haddar, "A correlation analysis approach of cell formation in cellular manufacturing system with incorporated production data", *Int. J. of Manufacturing Research*, Vol. 1, No. 3, 2006, pp.332-353.
- [5] J.McAuley, "Machine grouping for efficient production", *The production Engineer*, Vol. 56, 1972, pp. 451-454.
- [6] J.L.Burbidge, "The introduction of Group technology", *New York:Halster Press and John Wiley*, 1975.
- [7] A.Kusiak, "The generalized group technology concept. *Int. J. of Production Research*", Vol. 25, 1987, pp. 561-569.
- [8] S.Shafer, G.Kern & J.C.Wei, "A mathematical programming approach for dealing with exceptional elements in cellular manufacturing", *Int. J. of Production Researches*, vol. 30, N°5, 1992, pp. 1029-1036.
- [9] W.Hachicha, F.Masmoudi, & M.Haddar, "Formation of machine groups and part families in cellular manufacturing systems using a correlation analysis approach" *Int. J. of Advanced Manufacturing Technology*. doi: 10.1007/s00170-007-0928-9, published online, 2007.
- [10] W.D.Kelton, R.P. Sadawski & D.A.Sadawski, "*Simulation with Arena*", Mc Graw Hill, New York: 2001.