

## Approche Traitement de l'Information pour la Validation d'une Interface d'Aide à la Régulation de la Charge.

Valax M.F\* ; Lompré N.\*\* ; Thuriot C.\*\* , Tremblay E.\*

\*ER-CNRS 15 ; 5, allées Antonio Machado ; 31058 Toulouse cedex ; France.

\*\* LAAS-CNRS ; 7, Avenue du colonel Roche ; 31077 Toulouse cedex ; France.

### INTRODUCTION

Dans les systèmes de productions discrètes, diversifiées et à la demande, l'Organisation du Travail dans les Ateliers à moyen terme se fonde sur un plan de charge. Il est obtenu à partir d'un plan d'opérations construit sur la base d'un calcul de besoins, lequel jalonne dans le temps des gammes de fabrication en tenant compte des délais de commandes et de différentes marges (transport, attente,...) et définit pour chacune des opérations des dates de début au plus tôt et des dates de fin au plus tard. Le plan de charge représente la répartition temporelle des quantités cumulées de travail relatives à l'ensemble des opérations à réaliser par une ressource (ensemble de machines identiques ou équipe de travail). Il est traditionnellement présenté sous forme de courbes de charge dont la superposition à des courbes de ressources ( le travail que l'atelier doit et peut réaliser) permet au décideur de repérer les risques de surcharge ou de sous-charge et de réguler la charge dans le temps (éventuellement dans l'espace) en fonction des contraintes de ressources.

L'utilisation des courbes de charge traditionnelles présente deux difficultés essentielles :

- soit le décideur raisonne uniquement sur la courbe : dans ce cas, il fonctionne "en aveugle" car la courbe ne donne aucune indication sur les opérations concernées par la surcharge ou la sous-charge. Il peut donc prendre des décisions incohérentes vis à vis de la production globale (e.g., déplacer des opérations au delà de leur date de début au plus tôt ou de fin au plus tard, ce qui met en péril la gestion des stocks ou le respect des délais)

- soit le décideur raisonne à la fois sur la courbe de charge et le plan d'opérations : dans ce cas, il est amené à prendre des décisions sur les opérations elles-mêmes (e.g., ajouter ou supprimer des opérations spécifiques, définir des ordres locaux), alors qu'il ne dispose pas des données nécessaires pour agir à ce niveau (e.g., panne machine, disponibilité d'un outil).

Nous avons donc conçu un logiciel d'aide à la régulation de la charge qui pallie ces deux difficultés : il permet à l'utilisateur de manipuler directement la charge tout en étant informé des opérations concernées. Cet aide (MARGE : Module d'Aide à la Régulation de charge, Graphique et Ergonomique — Thuriot & Valax, 1992 ; Thuriot & Torres, 1992 ; Valax et al, 1993) est fondé sur la décomposition de l'horizon à planifier en intervalles adjacents. L'horizon est découpé en intervalles définis par la propriété d'adjacence selon laquelle une opération concerne au plus deux intervalles successifs. A chaque intervalle sont associés (figure 1) :

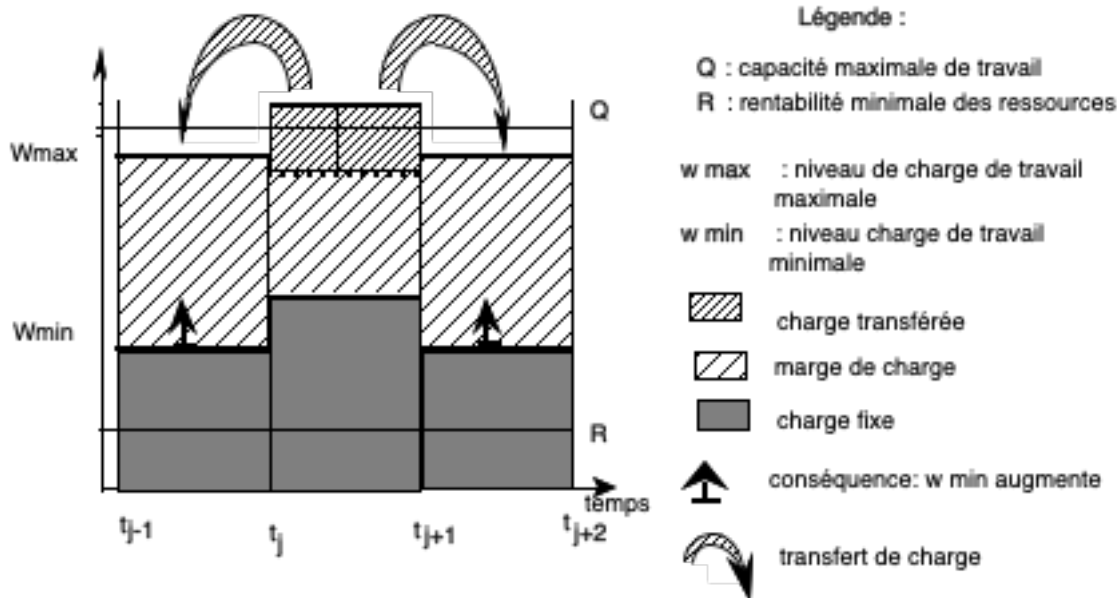


Figure 1 : Eléments de la courbe de charge et manipulations possibles dans MARGE

- d'une part, deux niveaux de travail (maximal et minimal) obtenus à partir de cumuls des quantités de travail relatives au sous-ensemble d'opérations concernées par l'intervalle considéré,
- d'autre part, deux niveaux de ressource (rentabilité et capacité) obtenus de la même manière, mais à partir de quantités de ressources. Pour réguler la charge, l'utilisateur doit faire en sorte que les niveaux de travail maximum et minimum se situe à l'intérieur des niveaux de rentabilité et de capacité et ceci pour chaque intervalle. Les moyens pour atteindre ce but consistent à transférer une partie de la marge de travail d'un intervalle à l'intervalle adjacent précédent ou suivant. L'action de transfert (dans le cas de réduction d'une surcharge) se traduit par l'abaissement du niveau de travail maximum sur l'intervalle de départ et par l'accroissement du niveau de travail minimum sur l'intervalle adjacent cible (précédant et/ou suivant).

Notons que le maintien de la correspondance temporelle entre les marges de travail et les opérations impose le respect des marges disponibles. Ainsi, le logiciel interdit les actions visant à augmenter le niveau de travail maximum ou diminuer le travail minimum ou déplacer les niveaux de rentabilité et de capacité (Eschler & Thuriot, 1992).

L'utilisation de l'aide suppose donc la compréhension des dimensions suivantes :

- des éléments constitutifs du problème : les différents niveaux et les marges correspondantes
- le but : niveaux de travail maximum et minimum à l'intérieur des niveaux de rentabilité et de capacité
- des moyens : transférer une partie de la charge d'un intervalle aux intervalles adjacents .
- des contraintes sur les moyens : ne pas augmenter le niveau de travail maximum, ne pas abaisser le niveau de travail minimum, ne pas agir sur les niveaux de capacité et de rentabilité.

La validation de MARGE, présentée dans cet article a porté sur la compréhension de ces quatre dimensions.

### METHODOLOGIE

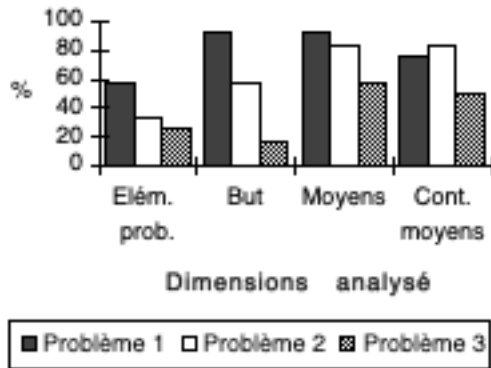
Les 12 sujets de l'expérience ont eu à résoudre consécutivement trois problèmes, de complexité croissante (nombre d'intervalles à considérer). La passation papier crayon des premier et dernier problèmes (seul le problème intermédiaire a été résolu sur le logiciel) a permis de faire apparaître les problèmes de compréhension des contraintes sur les moyens et aussi l'apport de l'interdiction des actions correspondantes par le logiciel.

Chacun des 36 protocoles a été découpé en fonction des quatre dimensions pré-citées. Pour chacune d'entre-elles, nous avons noté les verbalisations et/ou les actions manifestant des erreurs de compréhension : sur les éléments constitutifs du problème nous avons relevé 7 erreurs différentes ; 7 sur le but ; 4 sur les moyens ; 4 sur les contraintes.

### RESULTATS

**Performance** : 69,7% des problèmes ont été résolus avec succès, mais seulement 11,1% n'ont donnée lieu à aucune erreur sur l'une ou l'autre des dimensions. L'apprentissage est rapide, et le passage sur le logiciel le favorise : 1° problème, 16,7% de réussite ; 2° problème, 91,7% ; 3° problème, 100%. Les protocoles sur lesquels on ne relève aucune erreur correspondent aux problèmes 2 et 3 (2 protocoles pour chacun d'entre eux).

Erreurs de compréhension :



Les erreurs se manifestent principalement sur les moyens et les contraintes sur les moyens. La diminution des erreurs du 1° au 3° problème est observable sur l'ensemble des dimensions et s'accroît entre le 2° et 3° problème. Cette diminution est particulièrement importante sur le but.

Figure 2 : Pourcentage de protocoles manifestant des erreurs sur chacune des dimensions, en fonction de l'ordre de résolution des problèmes.

Les erreurs de compréhension les plus fréquentes concernent :

- les éléments du problème : Définition de la "quantité de travail" (16,7% des protocoles) et de la "quantité de ressource" (16,7%); mais essentiellement sur le problème 2.

- le but : "La charge maximale doit être égale à la capacité" (36,1%) ; essentiellement sur les problèmes 1 et 2. Sur le problème 1 uniquement, "la régulation concerne le travail maximum ou le travail minimum" (41,7%)

- les moyens : "Transfert inégal sur les intervalles adjacents" (61,1%) ; "Tranfert sur le même niveau" (47,7% — e.i., baisser le niveau de travail maximal sur un intervalle et transférer la charge correspondante sur le niveau de travail maximal des intervalles adjacents) ; "Transfert dans le même sens" (30,6% — i.e., enlever de la charge sur le 2° intervalle parce qu'on l'a fait sur le premier). Ces erreurs diminuent du 1° au 3° problème, mais augmentent ou restent stables du 1° au 2° .

- les contraintes sur les moyens : "Augmenter la charge maximale" (52,8%) et "Diminuer la charge minimale" (22,2%). Si l'erreur sur la charge minimale diminue régulièrement du problème 1 (25%) au problème 3 (16,7%), l'erreur sur la charge maximale est plus fréquente sur le problème 2 (66,7%) que sur le problème 1 (41,7%) et baisse relativement peu sur le problème 3 (50%).

## CONCLUSION

L'augmentation de la performance au cours de la résolution des trois problèmes et le fait que tous les sujets ont résolu le 3° problème permet de conclure à la validité de MARGE. Cependant, les difficultés de compréhension rencontrées au cours des résolutions et leur persistance nécessitent de s'interroger sur des améliorations de présentation de l'information et sur la formation à apporter aux utilisateurs potentiels. Nous relèverons ici trois difficultés essentielles :

- centrer l'attention sur le niveau de travail maximal par rapport au travail minimal,
- ne pas prendre en compte les contraintes de marges,
- ne pas considérer simultanément les niveaux de travail maximum et minimum pour les transferts de charge.

## BIBLIOGRAPHIE

- Erschler, J. et Thuriot, C. (1992). Approche par contraintes pour l'aide aux décisions d'ordonnancement, in *Les nouvelles rationalisation de la production*, G. de Terssac and P. Dubois (Eds) Toulouse : Cepadues Editions , pp.249-266
- Thuriot, C. et Valax, M.F. (1992), Computer aids to work organization in hybrid manufacturing, in *Ergonomics of Hybrid Automated Systems III* by P. Brödner and W Karwowski (eds) Elsevier

Science Publishers B. V pp. 117-123

Thuriot, C. et Torres, F (1992). Interface graphique pour l'aide à la décision de répartition de charges de travail, *Congrès Ergo IA 92*, Biarritz, France, Octobre 1992.

Valax M.F., Thuriot C., Tremblay E., Torres F. (1993). Niveaux de planification dans un interface d'Aide logicielle à l'Organisation du Travail dans les Ateliers. *Colloque "Recherche pour l'ergonomie"*, 18 et 19 Novembre 1993, Toulouse France.

