

APPLIQUER LES CONCEPTS DE LA PRODUCTION SYNCHRONISEE POUR AMELIORER LA PERFORMANCE OPERATIONNELLE DANS LA FABRICATION DE PRODUITS HIGH-TECH

Gregory V. Frazier *, Pedro M. Reyes **

(traduit de l'anglais par Nicolas Comte)

Article paru dans l'APICS Vol 41-3

Résumé. – Pour réussir à être concurrentiels dans les industries high-tech, les fabricants doivent améliorer sans cesse leur performance opérationnelle. Pour certaines compagnies, il peut être nécessaire, pour améliorer significativement la production, de changer la façon dont elle est gérée et pilotée. Cet article décrit comment un fabricant de produits high-tech est parvenu à améliorer de façon significative ses performances industrielles.

Mots-clés : production synchronisée, théorie des contraintes, goulots d'étranglement, délais, stocks, productivité.

1. Introduction

La production synchronisée comprend plusieurs concepts consistant à se focaliser sur les goulots d'étranglement et à synchroniser sur eux le contrôle de la production. Un autre nom couramment utilisé pour désigner ces concepts est la théorie des contraintes, ou TOC (Theory Of Constraints). La majeure partie de ces concepts et de ces idées est largement attribuée à Eliyahu Goldratt. Il a présenté et vulgarisé ces concepts dans un célèbre roman de fiction intitulé *The*

* Professeur associé au Département des systèmes d'information et des sciences de gestion, College of Business Administration, Université du Texas à Arlington, Arlington, TX 76019-0437.

** Doctorant dans ce même département de l'Université du Texas.

Goal [5], et a développé ses idées plus avant dans deux ouvrages qui ont suivi : *Theory of Constraints* [3] et *The Haystack Syndrome* [4]. Umble et Srikanth [8] présentent ces concepts de façon plus pédagogique dans leur ouvrage *Synchronous Manufacturing*. Un autre terme utilisé parfois pour décrire ces idées est l'approche *tambour-tampon-corde*. Ce terme se fonde sur les exemples cités par Goldratt dans *The Goal*. D'autres expressions employées pour décrire ces concepts sont le *management par les goulots*, la *théorie des contraintes*, et le *système du but*.

Quel que soit le nom retenu, ces idées et ces concepts sont susceptibles d'améliorer de façon significative les performances industrielles et financières d'une société. L'un des objectifs principaux de la production synchronisée consiste à utiliser efficacement la ressource la plus contraignante qui empêche ainsi un volume de production ou des ventes plus élevés. La vitesse de sortie de cette ressource-goulot peut être considérée comme le *tambour* qui marque le rythme de l'ensemble du système de production. Pour s'assurer que la ressource-goulot ne manque jamais de travail, un stock-*tampon* d'en-cours est placé juste devant elle. Pour empêcher le niveau d'en-cours de devenir trop important, l'approvisionnement de l'usine en matières premières est asservi au rythme de production de la ressource-goulot (dénommé *corde*). Ainsi, l'ensemble du système de production apparaît comme synchronisé.

L'un des outils de planification de production et de stock les plus utilisés depuis vingt ans est le MRP (Material Resources Planning). Au niveau du planning, le MRP peut être considéré comme un système en *flux tirés* qui vise à minimiser les stocks et à coordonner la gestion des matières premières avec le pilotage de la production. Mais au niveau opérationnel, bien des compagnies qui utilisent un MRP ont toujours des niveaux de stock très élevés, et les postes de travail poussent toujours des lots vers la machine suivante. D'un point de vue opérationnel, et vu ce qui se passe en pratique, le MRP pourrait donc finalement être un système fonctionnant en *flux poussés* [6]. Un autre inconvénient du MRP est sa non prise en compte des contraintes de capacité, bien que le CRP (Capacity Requirements Planning), lorsqu'il est utilisé avec le MRP, permette de réduire ce défaut. La volonté de mieux gérer les ressources qui sont à pleine capacité ou proches de celle-ci est une raison pour laquelle bien des compagnies ont ajouté à leur système de MRP la production synchronisée.

Depuis le début des années 1980, les concepts liés à la production synchronisée ont un impact significatif sur la pratique de la gestion de production et sur la recherche la concernant. Gardiner et al [2] ont détaillé nombre de ces avantages et de ces effets. Un avantage particulièrement important résultant de la production synchronisée est la réduction des délais de production (*lead times*). Les sociétés doivent être de plus en plus compétitives en matière de temps de réponse et de délais commande-livraison. Des délais réduits peuvent aussi être synonymes d'importantes réductions de coût [1]. Pour ce qui est de la recherche, le journal *Production and Operations Management* a publié récemment un numéro spécial sur le planning et l'ordonnancement à capacité finie qui se concentrait sur ces questions de production synchronisée [7].

Dans le reste de cet article, nous discutons de l'application des concepts de la production synchronisée à un fabricant de produits high-tech. Nous décrivons le processus antérieur de pilotage de la production, nous détaillons les changements apportés au pilotage de la

production et des stocks, nous présentons les impacts sur les performances industrielles, et les conclusions à tirer de cette expérience.

2. Les conditions initiales

La société que nous décrivons est un fabricant de produits high-tech dans le domaine des industries de la télévision par câble et des télécommunications, avec plusieurs usines. L'usine étudiée ici se situe dans la région de Dallas (Fort Worth) et emploie une main-d'œuvre directe d'environ cent personnes. Elle fabrique des produits pour une niche industrielle et était historiquement leader du marché. Cependant, des changements récents dans les industries de la télévision par câble et des télécommunications ont entraîné une forte croissance du marché et on s'attend à une croissance forte et durable. Dans cette usine, la compagnie produisait initialement des produits à stocker selon une prévision à 12 mois établie par le département marketing. Les produits de l'usine étaient répartis selon trois divisions stratégiques de la compagnie.

Les paragraphes ci-après décrivent le système de production au démarrage de l'étude. Les volumes mensuels à produire étaient déterminés par les prévisions de ventes fournies par le service commercial. Un ordre de fabrication était créé chaque mois pour chaque produit. La totalité des matières premières nécessitées pour chaque ordre de fabrication était transférée au début de chaque mois de l'entrepôt vers un atelier dans l'usine. Le volume mensuel des ordres de fabrication était réparti régulièrement sur les semaines du mois. Au début de chaque semaine, l'équivalent d'une semaine de chaque ordre de fabrication mensuel était lancé dans la ligne de production. Tous les ordres de fabrication devaient être terminés avant la fin du mois. En moyenne, les délais de production étaient de 10 à 15 jours pour la plupart des lots de produits.

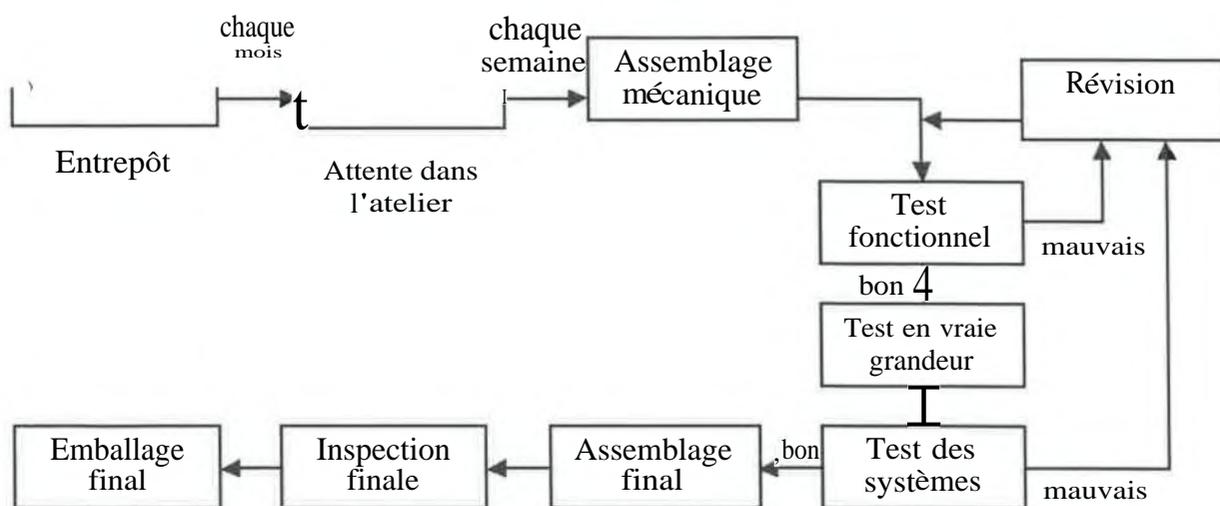


Figure 1 : le process de fabrication

Le process de production était conçu en flow shop. Les différentes étapes étaient les suivantes : assemblage mécanique, test fonctionnel, test en vraie grandeur, test des systèmes, assemblage final, inspection finale et emballage final. Ces étapes étaient communes à tous les produits. L'étape de test en vraie grandeur nécessitait environ 18 heures. Toute pièce qui ne passait pas avec succès le test fonctionnel ou le test des systèmes était renvoyée dans un atelier de révision, puis replacée à l'arrière de la file d'attente du test fonctionnel. La règle de sélection choisie pour chaque étape était la règle du « premier arrivé, premier servi ». Le reste du lot était retenu dans la file d'attente de l'assemblage final jusqu'à ce que la pièce défectueuse soit réparée et testée avec succès. La figure 1 montre un schéma du process de fabrication.

Quatre indicateurs simples étaient utilisés pour évaluer la performance opérationnelle et ils étaient communiqués à la fin de chaque mois : le pourcentage des ordres de fabrication terminés au cours du mois, la moyenne sur le mois du respect des plannings hebdomadaires, le niveau de stock de matières premières en fin de mois et le niveau de stock d'en-cours en fin de mois. Le respect des plannings hebdomadaires était défini comme le pourcentage de lots qui, à la fin de la semaine, n'étaient pas en retard sur leur calendrier.

A cause de la pression exercée par les concurrents dans cette industrie aux changements rapides, la société a décidé de changer sa démarche de pilotage des stocks et de la production, dans un effort pour améliorer sa performance opérationnelle. Le paragraphe suivant détaille l'analyse et les changements qui ont été effectués.

3. Analyse et actions

Les objectifs de la société, dans le cadre de cette étude, étaient d'améliorer sa performance en matière de respect des délais et de réduire les stocks et les durées de production. Les dirigeants avaient le sentiment général que les étapes de tests étaient les plus restrictives dans les tentatives de réduction des délais. Ils ont décidé d'utiliser les concepts de la production synchronisée car elle se concentre sur la gestion des process-goulots.

La première étape consistait à vérifier que les tests étaient bien les process-goulots, conformément à l'intuition. Après une analyse des tailles moyennes des en-cours en attente, le plus gros stock en attente fut effectivement observé devant l'étape de test fonctionnel. En moyenne, ce stock d'en-cours représentait une semaine de production. L'analyse montrait aussi que les stations de test étaient parfois privées de travail car des lots importants étaient ralentis dans des étapes précédentes.

Bien que l'étape de test fonctionnel ait été identifiée comme le goulot principal, deux autres étapes furent aussi considérées comme des goulots occasionnels qui limitaient alors la production : le contrôle de qualité finale et le département achats. Les retards issus du contrôle qualité provenaient de documents de travail manquants pour certains produits. Les quelques retards observés de la part du département achats intervenaient généralement lorsqu'il cherchait à obtenir les matières premières pour le mois entier avant de les transférer de l'entrepôt vers l'atelier.

La seconde étape dans la mise en place de la production synchronisée consistait à déterminer la manière d'agir sur le goulot, en d'autres termes comment mieux gérer les opérations de test. Une analyse plus poussée révéla qu'une proportion importante d'en-cours situés autour de la zone de test étaient des lots retenus en attendant la réfection de pièces défectueuses. Ainsi, deux files d'attente furent créées devant le poste de test : l'une pour les pièces qui arrivaient pour la première fois, l'autre pour les pièces qui venaient d'être révisées. On décida de donner à l'ordonnancement une plus grande priorité aux tâches concernant les pièces révisées plutôt qu'à celles qui se trouvaient dans l'autre file (première arrivée).

L'étape suivante était de réduire la quantité de matières premières transférée à chaque fois de l'entrepôt vers l'atelier. On décida de créer des ordres de fabrication pour les quantités de fabrication hebdomadaires et non plus mensuelles, si bien que les matières premières furent amenées dans l'atelier au début de chaque semaine et non plus seulement au début de chaque mois.

La dernière étape consistait à synchroniser l'arrivée des matières premières en attente d'entrée en production avec le poste de test fonctionnel. Les quantités correspondant aux ordres de fabrication hebdomadaires furent divisées en quantités journalières tenant compte des capacités des postes de test. Puis on ne mit en production qu'une quantité correspondant au nombre de lots complets quittant la zone de test (toutes les pièces ayant été testées positivement). Lorsque davantage de pièces devaient être révisées, moins de lots quittaient la zone de test et une plus grande proportion de la capacité de test était occupée par les révisions plutôt que par des tests de pièces venant pour la première fois ; de la sorte, il y avait moins de nouvelles pièces qui devaient être mises en production.

Le temps nécessaire pour mettre en place un système de production synchronisée fut relativement bref puisque trois mois environ suffirent à analyser le fonctionnement initial, à décider des actions d'amélioration, et à réaliser les changements. Voyons à présent les améliorations et les résultats observés.

4. Résultats

Un certain nombre d'améliorations furent obtenues directement comme application des concepts de la production synchronisée.

Transférer les matières premières de l'entrepôt à l'atelier chaque semaine plutôt que chaque mois permit de libérer plus de la moitié de la zone qu'elles occupaient dans l'usine. Ceci permit également de réduire le nombre de retards liés au département achats puisqu'il ne lui était plus nécessaire d'approvisionner en une seule fois les matières premières nécessaires à un mois de production, et il est en général plus rapide de se procurer des quantités plus faibles. Une autre conséquence fut la baisse des stocks de matières premières.

Le lancement en production par lots journaliers moins importants que les ordres de fabrication hebdomadaires eut pour effet de réduire la taille des lots traversant l'usine et régula les flux de matières. Ceci conduisit à des en-cours plus faibles. Les en-cours furent également réduits par le fait de rendre les pièces à réviser prioritaires aux postes de test. Quand un lot de

pièces devait attendre que l'une d'elles soit révisée, l'attente était réduite par rapport à la situation initiale. La figure 2 montre le niveau d'en-cours en fin de semaine avant, pendant et après la mise en place de la production synchronisée. La courbe montre les données sur 18 semaines avant la mise en place, sur 14 semaines pendant, et sur 35 semaines après. Le niveau d'en-cours et ses variations ont fortement décru grâce à la production synchronisée. Auparavant, le niveau moyen d'en-cours en fin de semaine était voisin de 150 produits ; il est désormais descendu à un niveau moyen de 50.

La synchronisation du poste-goulot avec le lancement en production des matières premières a également contribué à réguler la charge de travail de l'usine. Cette mesure a permis de réduire les en-cours et de rendre les délais plus cohérents.

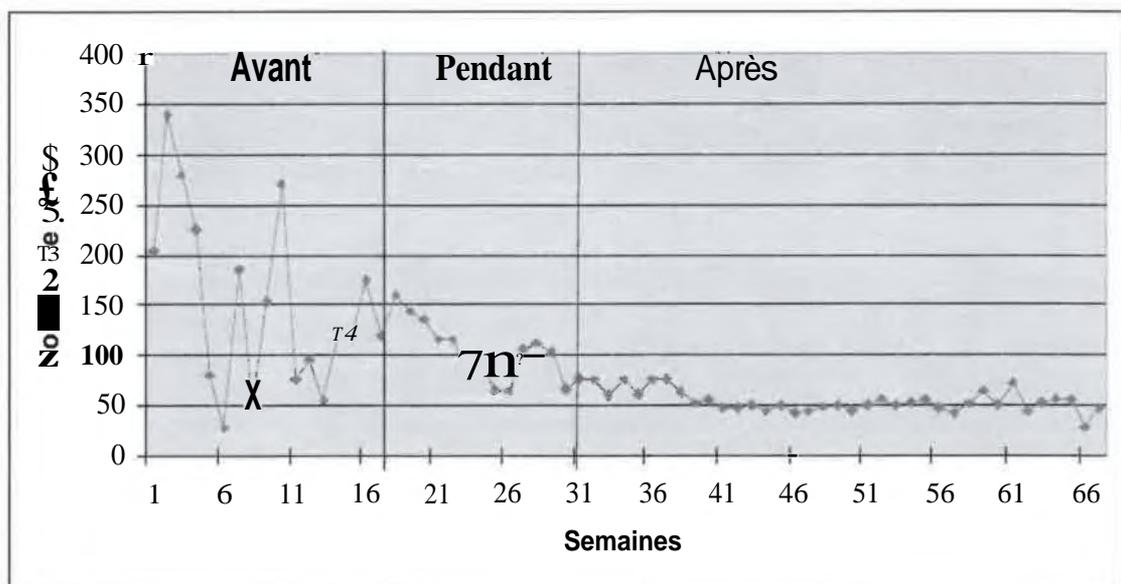


Figure 2 : Niveau d'en-cours avant, pendant et après la mise en place de la production synchronisée

Un inventaire d'en-cours réduit et un flux plus régulier de matières dans le système ont entraîné une baisse du délai de production et une augmentation du nombre de commandes servies à l'heure. La figure 3 montre le pourcentage d'ordres de fabrication réalisés dans les temps avant, pendant et après la mise en place de la production synchronisée. Avant les changements, le pourcentage de commandes livrées dans les temps était chaque semaine de l'ordre de 70 %. Désormais, il a atteint environ 93 %. En outre, comme le niveau de stock d'en-cours, la variation entre les taux hebdomadaires successifs de commandes réalisées dans les temps s'est beaucoup réduite.

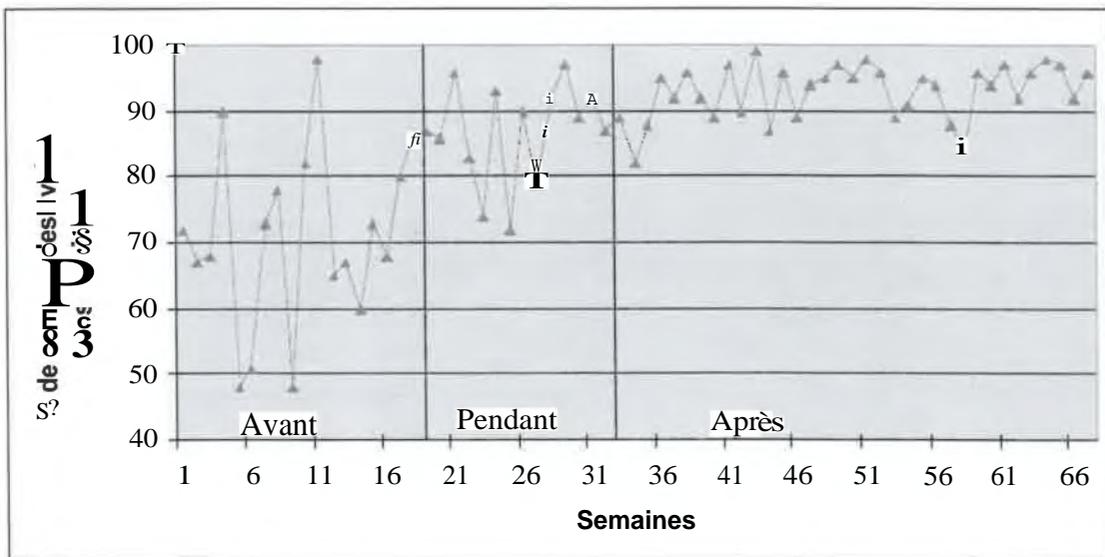


Figure 3 : Pourcentage d'ordres de fabrication livrés dans les délais avant, pendant et après la mise en place de la production synchronisée

L'impact sur les stocks de matières premières apparaît sur la figure 4. Elle indique la valeur en fin de mois des stocks de matières premières — c'est-à-dire de composants achetés à des fournisseurs — avant, pendant et après la mise en place de la production synchronisée. La valeur des stocks est passée de près de \$ 14 000 à moins de \$ 10 000.

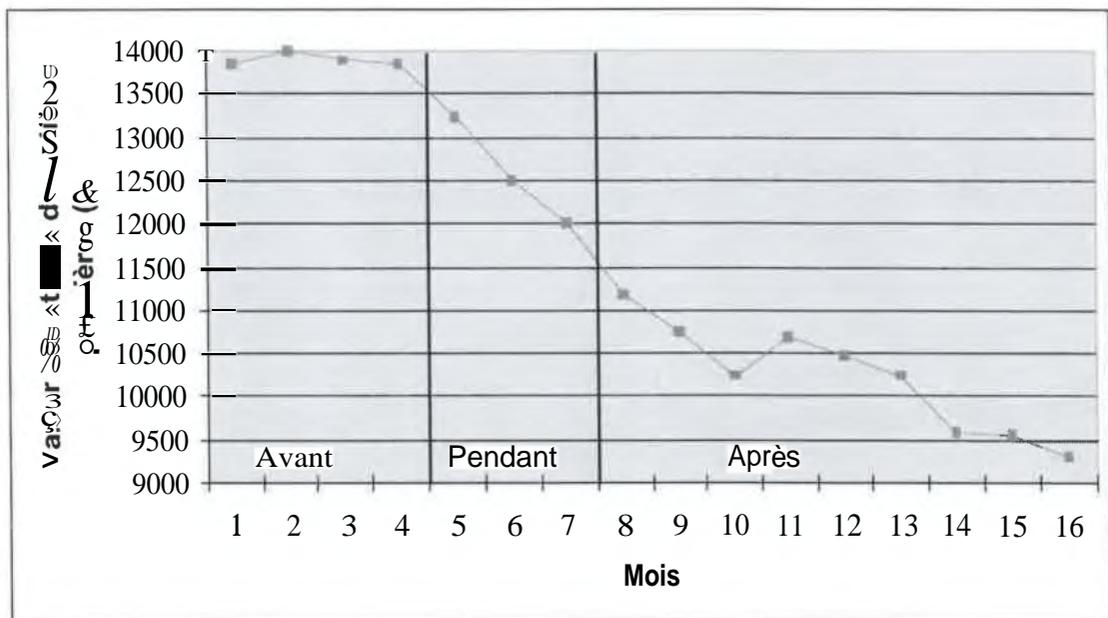


Figure 4 : Valeur du stock de matières premières avant, pendant et après la mise en place de la production synchronisée

5. Résumé et conclusions

La production synchronisée a été applaudie par beaucoup comme une arme tactique dans la bataille permettant de devenir plus réactif et plus efficace. Cet article décrit comment un fabricant de produits high-tech, en appliquant les principes de la production synchronisée, a amélioré de façon spectaculaire ses performances industrielles. Pendant les trois mois de la période de mise en place, les en-cours ont été divisés par trois, les stocks de matières premières ont diminué de 30 %, et le taux de service s'est accru de plus de 20 points pour atteindre 93 %. Forte de ce succès, la compagnie recherche aujourd'hui à la manière améliorer encore ses performances industrielles.

Les changements opérationnels qu'elle a opérés peuvent facilement être mis en œuvre dans beaucoup d'autres sociétés industrielles et on peut s'attendre à des améliorations analogues.

6. Bibliographie

1. Chao, J. S. et S. C. Graves, « Réduire les délais dans la production aéronautique », *Production and Operations Management* 7, no. 1 (1998) : 38-52
2. Gardiner, S.C., J. H. Blackstone Jr. et L. R. Gardiner, « Tambour-Tampon-Corde et gestion des tampons : impact sur l'étude et la pratique du management », *International Journal of Operations and Production Management* 13, no. 6 (1993) : 68-78
3. Goldratt, E. M., *Theory of Constraints*, Croton-on-Hudson, NY : North River Press, 1990
4. Goldratt, E. M., *The Haystack Syndrome*, Croton-on-Hudson, NY : North River Press, 1990
5. Goldratt, E. M. et J. Cox, *The Goal*, Croton-on-Hudson, NY : North River Press, 1990
6. Lambrecht, M. R. et L. Decaluwe « JAT et théorie des contraintes : la question du management par les goulots » *Production and Inventory Management Journal* 29, no.3 (1988) : 61-65
7. *Production and Operations Management* 6, no. 1 (1997)
8. Umble, M. M. et M. L. Srikanth, *Synchronous Manufacturing*, Cincinnati, Ohio: South-Western Publishing, 1990.