

Ordonnancement à capacité finie

OPT : UNE EXTENSION DE MRP II

par Thomas E. VOLLMANN

Boston University, Boston, MA

Production and Inventory Management second quarter 1986, pp. 38-47

De même que les lettres MRP, qui désignaient tout d'abord "Materials Requirements Planning" (planification des besoins en composants), ont été étendues à "Manufacturing Resources Planning" ou MRP II (planification des ressources de production), de même l'acronyme "OPT" a quelque peu changé au cours de sa brève histoire. En effet, OPT signifiait à l'origine "ordonnancement optimisé de production", mais désigne aujourd'hui "technologie de production optimisée". GPT a été l'objet d'une juste curiosité. Que fait-il ? Que ne fait-il pas ? Comment travaille-t-il ? Est-ce un outil de remplacement de MRP, MRP II ou encore JIT ? S'adresse-t-il à tous ? Y a-t-il eu des défaillances ? Est-ce vrai qu'il fonctionne sans données précises ? Qu'y avait-il dans la boîte noire qu'il a autrefois mise en vedette ? Où trouver des récits documentés de ses succès ? (NE s sur ce problème, voir l'article de Robert Lundrigan dont la traduction est également publiée dans ce numéro.

La réponse à toutes ces interrogations passe par une réflexion approfondie sur ce qui est important dans l'ordonnancement d'une usine et la manière d'aborder les problèmes de la comptabilité analytique moderne. Le summum de la complexité pour comprendre le système DPT réside dans le fait que ceux qui l'ont créé et vendu ont évolué dans leurs propres pensées et convictions. DPT 1986 n'est pas ce qu'il était en 1982.

Je suis persuadé que le meilleur moyen de considérer OPT, à la fois pour sa compréhension et son utilisation, est de l'envisager comme une extension de MRP II. Ceci permet à ceux qui comprennent MRP II de voir leurs analogies, différences, contributions et potentialités. De ce point de vue, la contribution essentielle qu'apporte DPT (au moins la partie logiciel) peut se greffer à la plupart des logiciels avancés MRP II.

Pour répandre à quelques unes des questions soulevées dans le premier paragraphe, OPT n'est pas précisément un outil de remplacement pour quelque procédé que ce soit. Ses spécifications de données sont différentes de celles de MRP, mais pas moins restrictives pour autant. Il fait selon les cas plus ou moins que MRP II et je crois que la description de la manière dont il fonctionne rendra clair le fait qu'il n'est pas destiné à quelqu'un qui ne peut comprendre ni MRP II ni des concepts nouveaux et peu conventionnels en comptabilité et en production.

PLANIFICATION ET CONTROLE DE LA PRODUCTION

Il existe beaucoup de schéma® de principe pour MRP II, créé® par de grandes sociétés de conseil et de formation, telle celle d'Oliver Wight et Associés. Le programme de production et le système de contrôle présentés figure 1 se divisent de manière naturelle en trois sections que j'ai intitulées "phase initiale", "phase principale", "phase terminale", par suite des fonctions générales qu'elles recouvrent. La phase initiale se termine par le plan directeur de production (PDP), la phase principale inclut "un peu" de MRP et la planification des capacités, et la phase terminale complète le procédé - jusqu'à l'atelier, aux achats et au suivi des ventes.

Les données du programme de production pour le PDP constituent un scénario prévisionnel pour l'entreprise. Celles qui concernent la gestion de la demande comprennent les commandes clients, les prévisions, les demandes inten-errfcreprisses, etc... Le PDP Interagit avec la planification des ressources en ce qui concerne les postes clés de charge, en vue de fournir des évaluations, des études de faisabilité, des occasions de modifier en conséquence le PDP et de simuler de tels changements.

Dans la phase principale, le programme de capacités élaboré grâce à la planification des capacités (PC) est beaucoup plus détaillé, car il prend en compte l'incidence des stocks existants sur les besoins nets, le® situations en capacités restantes pour toutes les opérations en cours, l'impact de® règles concernant la taille des lots, et de meilleures estimations des temps de début et d'exécution pour chaque opération. Mais soulignons deux désavantages® du programme PC : les durées de traitement qu'il nécessite sont considérables, et il ne peut être utilisé en mode de simulation afin d'examiner l'impact des décisions alternatives du PDP.

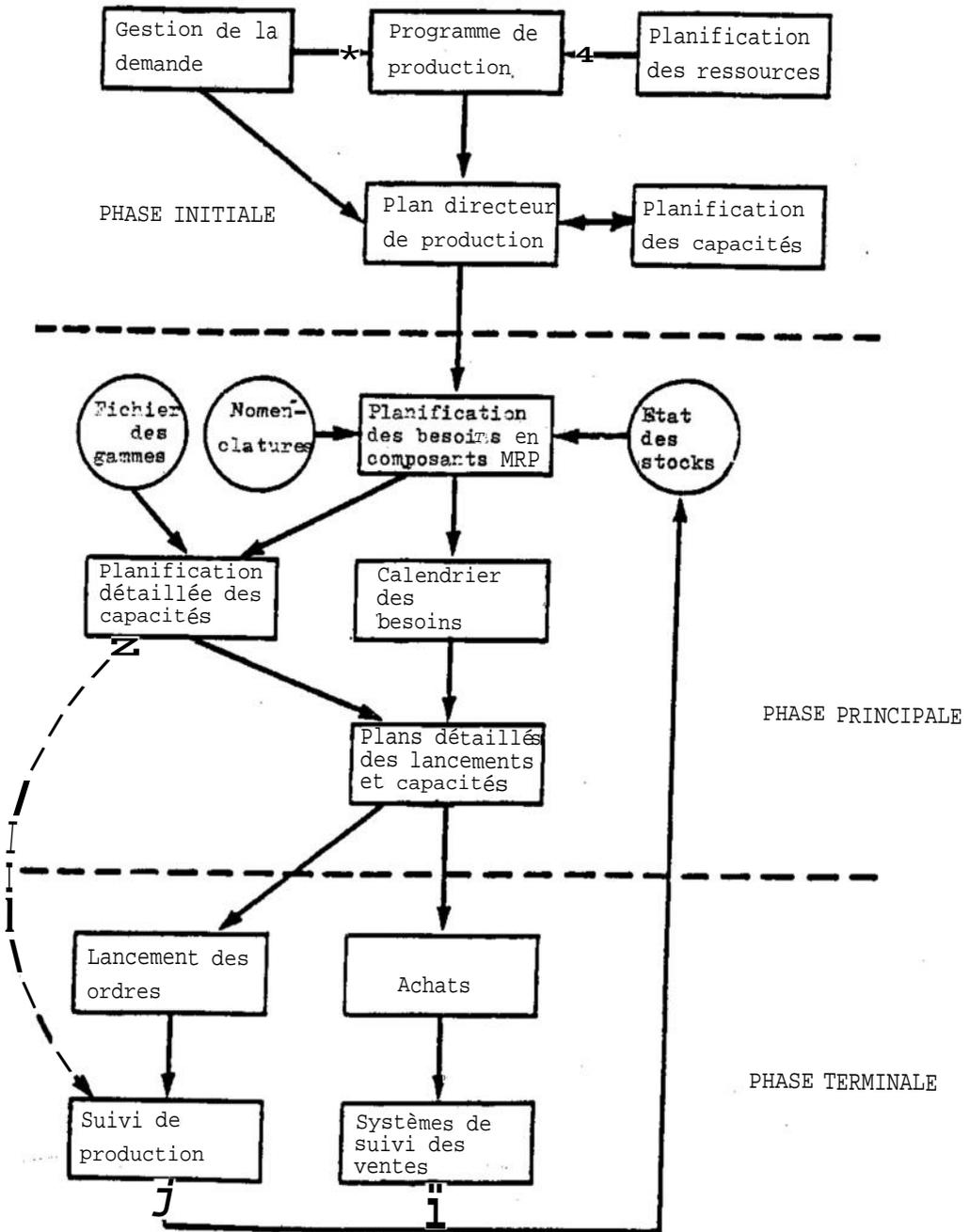
Cette notion de capacité intervient aussi dans la phase terminale par l'intermédiaire du suivi de l'atelier, bien que ce soit à court terme. De plus le® systèmes de suivi des ventes peuvent aussi inclure certaines formes de programmes de capacités.

CHARGEMENT A CAPACITES FINIES

Le chargement à capacités finies, au moins dans certains logiciels généraux, est considéré comme une activité découlant du PC détaillé de la phase principale, et permettant d'accéder à la partie suivi de l'atelier de la phase terminale. Il est mieux vu comme une technique de suivi de l'atelier (SA) que comme une alternative du PC. Il va au delà de l'approche habituelle de chargement à capacités infinies, utilisant les renseignements détaillés déjà engendré®. Ce faisant, il lisse la charge de chaque poste de travail, de sorte que la capacité n'est pas dépassée dans chaque

FIGURE 1

PLAN DE PRODUCTION ET SYSTEME DE CONTROLE



intervalle de temps mais est pleinement utilisée. Le résultat obtenu est alors un programme journalier détaillé pour chaque poste de charges c'est-à-dire en fait un système de suivi d'atelier.

Les professionnels ont débattu de l'utilité et de l'opportunité des techniques de chargement à capacités finies, essentiellement parce que MRP fournit un ensemble logique de dates d'exigibilité des ordres de fabrication qui servent de priorité pour conduire SA. Malheureusement MRP suppose que la capacité soit infinie durant ce procédé, et ceci peut entraîner que les dates d'exigibilité des ordres de fabrication ne soient pas respectées. D'un autre côté, le chargement à capacités finies peut facilement suggérer des dates d'exigibilité incompatibles parce que les postes de charge sont chargés à pleine capacité. De plus la plupart des procédures de chargement à capacités finies incorporent aussi des systèmes de priorité additifs, fondés habituellement sur le jugement des gestionnaires et/ou les données évaluées de manière interne sur le retard des opérations.

La question de la durée de validité d'un programme aggrave encore le problème du chargement à capacités finies. Si le programme à capacités finies est seulement élaboré une fois par semaine, à la fin de la semaine il n'aura habituellement aucune signification puisqu'il était fondé sur un ensemble imbriqué d'hypothèses pour lequel les changements aggravent les erreurs. La plupart des entreprises travaillant en chargement à capacités finies le font avec un cycle de traitement journalier, ce qui nécessite souvent plusieurs heures de traitement sur ordinateur.

OPT

Premières impressions

OPT, quand je l'ai étudié pour la première fois, m'est apparu comme un système de suivi de l'atelier, fondé sur des procédures de chargement à capacités finies. Ses avantages semblaient être les suivants : il traitait essentiellement un sous-ensemble de postes de charge (les goulets d'étranglement) et il utilisait l'algorithme secret de Goldratt (autrefois célèbre en tant que "Boîte Moire") pour établir de façon performante le chargement à capacités finies. Mais ceci s'avéra être une opinion simpliste qui était incapable de reconnaître d'autres contributions fondamentales.

OPT commence par associer les données du fichier de nomenclatures à celles de celui des gammes de fabrication, produisant un réseau, ou structure arborescente étendue, où, à chaque pièce dans la composition du produit, est attachée une donnée opérationnelle. Ce réseau peut être accru pour comprendre les données des gammes de remplacement, les différentes définitions des postes de charge comme les contraintes de main-d'oeuvre, et

d'autres données utilisées dans le chargement à capacités finies. Le résultat obtenu est appelé Réseau Produit OPT.

Le réseau Produit OPT

Ce réseau est ensuite associé avec ce qui est par essence le PDP, et ceci alimente une procédure qui identifie les ressources des goulets d'étranglement ; fondamentalement, ceci est une procédure de planification des capacités qui complète bien des avantages de la PC. Un passage dans ce réseau donne une estimation des capacités pour chaque poste de charge, et un calcul de brut à net peut être fait à chaque étape de la gamme de fabrication pour voir si de plus grandes quantités sont nécessaires. (Les séries à ce stade d'examen primaire sont fondées sur des règles de "lot pour lot" où l'on ne lance en production que le besoin net). Les besoins en capacités que l'on obtient, une fois divisés par le nombre de semaines de l'horizon de planification, donnent les besoins en capacités moyennes exigés pour chaque ressource. Après division par la capacité de la ressource, le résultat obtenu correspond à la charge moyenne attendue.

Les charges moyennes sont alors sorties par ordre décroissant, et les plus lourdement chargées sont étudiées. Les données sont-elles correctes ? (C'est là que les besoins en données d'OPT sont les plus précis). Les temps alloués sont-ils justes ? Peut-on facilement accroître les capacités ? Peut-on utiliser la gamme de remplacement pour quelques articles ? Tout chargement fondé sur ces questions impose une autre séquence pour trouver les "véritables" ressources faisant goulets d'étranglement.

Le partage

A ce point du processus, le Réseau Produit DPT se divise en deux. La partie "ressources critiques" incorpore toutes les ressources constituant des goulets d'étranglement et toutes les opérations ultérieures (y compris les demandes du marché en produits finals) pour tous les composants franchissant ces goulets. La partie "ressources non critiques" contient toutes les opérations des composants restants. La première section est chargée à capacités finies, au plus tôt, et utilise l'algorithme secret, alors que la seconde est chargée au plus tard et utilise une logique MRP étendue (appelée SERVE).

A partir de cette séparation, on peut voir où l'attention devrait être portée. Non seulement les capacités des goulets d'étranglement sont exploitées de manière plus intensive par le chargement à capacités finies de ce petit sous-ensemble de postes de charge, mais l'identification de ces goulets permet aussi d'en réduire le caractère variable par des efforts spécifiques et bien ciblés tant en qualité qu'en ordonnancement. Une meilleure exploitation à ce niveau portera les fruits les plus importants.

Le plan directeur de production

Quand le chargement à capacités finies par l'intermédiaire des ressources goulets est terminé, le résultat obtenu est un PDF tout à fait faisable (et c'est pourquoi OPT est parfois considéré comme une technique d'élaboration du PDF), OPT peut de manière concevable prendre tout PDF comme données et déterminer jusqu'à quel point il est faisable. En établissant une analyse explicite, grâce à l'ordinateur, des phases principale et terminale jusqu'à la phase initiale, il engendre un PDP valide et fondé sur des paramètres de capacités prévisionnels.

Ordonnancement

Une seconde contribution à ce stade vient de la manière dont OPT ordonne les ressources qui ne constituent pas un goulet d'étranglement. S'il n'y a PAS de goulets, OPT fonctionne tout à fait comme un MRP classique, mais il réduira par ailleurs les tailles des lots jusqu'à ce que certaines ressources deviennent presque des goulets. Le résultat ainsi obtenu se traduit par des encours moindres, des cycles de fabrication réduits et un pas franchi vers le zéro stock. Ceci s'accomplit essentiellement par des programmes de chevauchement utilisant des tailles de lots inégales pour le transfert et la fabrication.

Une troisième contribution réside dans l'élimination de fait des priorités contradictoires entre MRP et le chargement à capacités finies ; en ne chargeant à capacités finies qu'une petite portion des postes de charge, les problèmes de contradiction de priorités disparaissent. De plus, le temps de calcul requis pour faire un tel chargement est réduit d'une manière spectaculaire.

OPT : un suivi de l'atelier

Un des principes fondamentaux d'OPT est qu'une heure perdue à une ressource - goulet d'étranglement l'est pour l'usine toute entière, alors qu'une heure gagnée à une ressource qui n'en est pas, n'apporte aucun bénéfice réel. C'est pourquoi l'exploitation des capacités des ressources qui sont des goulets d'étranglement est fondamentale. Elle se réalise grâce à l'utilisation d'encours tampons devant les goulets et là où la production des goulets se raccorde aux autres composants. L'utilisation de grandes tailles de lots au niveau des goulets réduit le temps relatif passé en préparation, alors que de plus petits lots franchissent les non-goulets sans augmentation de coût. Ces procédures ont deux conséquences :

les délais devraient être plus courts pour que des plus petits lots franchissent plus rapidement les postes de charge qui ne sont pas des goulets; et des procédures doivent être développées pour séparer/réunir les lots au fur et à mesure qu'ils suivent le cours du processus de fabrication.

COMPARAISON DE WRP ET OPT

DPT combine une grande partie des phases principale et terminale (cf figure i) d'une manière qui permet de planifier simultanément les besoins et les capacités. Il ne peut pas être correctement situé dans une des trois sections puisqu'il fonctionne dans toutes les trois mais de manière différente de celle de MRP II. Comme il utilise la plupart des données exploitées dans MRP II, les bases de données essentielles sont en place dans une entreprise qui possède déjà un système MRP II opérationnel.

Les idées fausses concernant les besoins relatifs en données précises de MRP II et OPT prennent racine dans des vérités partielles. En effet, DPT nécessite une précision moindre pour les composants et les postes de charge qui ne sont pas des goulets d'étranglement, mais une bien plus grande pour les données concernant les goulets. Puisque les deux programmes exigent une connaissance détaillée des structures du produit, des processus, des bases de données, des procédés de gestion bien précis ainsi que des responsabilités des gestionnaires, il n'y a aucune raison de croire que DPT est plus facile à comprendre ou même à implanter.

OPT est un exemple de séparation du bon grain de l'ivraie, et par suite d'élaboration d'un mécanisme susceptible d'exploiter cette connaissance pour une meilleure planification et gestion de la production. Puisque ce secteur a lourdement investi dans le cadre de référence de MRP II, il n'est pas besoin d'un nouveau langage ni de modèles. Quelques leçons très importantes, qu'il convient de ne pas écarter, ont été tirées de l'évolution de MRP en MRP II, en particulier le lien entre la planification habituelle en besoins et les objectifs communs. Heureusement, considérer OPT comme une extension de MRP II devrait renforcer cette optique fondamentale.

FONDEMENTS PHILOSOPHIQUES D'OPT

L'objectif essentiel et déclaré d'OPT est de gagner de l'argent par l'intermédiaire de la maximisation du volume total de production. En effet, c'est le flux qui est important et non pas l'exploitation des capacités. Puisque le volume est limité par les ressources-goulets d'étranglement,

tous les efforts portent sur la maximisation de l'exploitation des capacités dans ces postes de charge.

Les capacités ne peuvent jamais être totalement équilibrées. La main-d'oeuvre est alors utilisée de manière la plus efficace possible par formation croisée pour que toute entière elle devienne la ressource-goulet d'étranglement. Dans la mesure où les qualifications uniques deviennent des goulets, on ne peut pas réaliser une bonne et complète exploitation des capacités sans obtenir des stocks dont on n'a nul besoin. Ce concept est compatible avec l'idée développée par les Japonais « selon eux, l'activité des travailleurs qui ne sont pas à des opérations-goulets d'étranglement ne devrait pas être réglée par une charge de travail à 100 %, mais ceux-ci devraient plutôt consacrer leur temps restant à d'autres activités comme l'amélioration de la qualité, l'engineering industriel et l'élargissement de leur qualification.

On a déjà mentionné un précepte fondamental d'OPT, qui stipule que l'exploitation d'un goulet d'étranglement est critique, alors qu'une faible exploitation des ressources ne constituant pas des goulets ne coûte rien. Le point de vue traditionnel de la comptabilité analytique exige que tous les employés travaillent à toute heure, mais, si ces personnes travaillent à des ressources-non goulets, le résultat net pourrait être une augmentation des encours et une cause de confusion dans l'ordonnement des autres postes de charge. DRT soutient qu'il est tout à fait légitime de ne pas travailler si aucun travail n'est requis ; en réalité, les problèmes pourraient être CAUSES par le fait qu'on agit autrement.

Ces concepts sont essentiels pour porter à son comble le succès de OPT. Dans une entreprise OPT, on dit que dans la prochaine récession on ne réduira pas la force de travail mais plutôt les tailles des lots !

OPT est tout sauf transparent ; il est vraiment difficile à comprendre. Les programmes produits par l'algorithme secret défient l'analyse et requièrent une fidélité importante. Ceux qui ont mené à bien une implantation de MRP II trouveront quelques similitudes ainsi que d'importantes différences. Certaines difficultés proviennent directement de la philosophie avec laquelle les procédures vont de pair. Une entreprise qui tente sans succès depuis plusieurs années d'implanter OPT n'a jamais accepté les principes de la comptabilité analytique d'OPT, en raison d'une forte pression qui l'oblige à exploiter pleinement toutes les heures ouvrées de travail.

QUELQUES OBSERVATIONS PERTINENTES

Il est malheureux que Creative Output ait utilisé le terme "optimaln". En effet, dans la science de la gestion, ce terme a une signification bien précise, à savoir que l'on peut prouver que le résultat obtenu est le meilleur ; et il n'en existe aucun qui lui soit supérieur. Les solutions

trouvées par OPT ne sont pas optimales stricto sensu, mais ce sont des heuristiques qui donnent des réponses bonnes mais non optimales.

Un autre problème réside dans la fonction objective pour juger si un programme est plus performant qu'un autre. On dit qu'DPT est capable de permettre certains échanges dans la fonction objective, en particulier dans le coût minimal et la réalisation des livraisons. Mais la manière exacte dont cet échange est fait et la fonction objective combinée qui en résulte restent obscures. Cependant, dans certaines situations, une autre fonction objective serait peut-être plus appropriée, comme celle qui consiste à garder dans le PDP original le plus grand pourcentage d'articles, ou seulement ceux qui contribuent le plus à respecter les ventes ou les objectifs de bénéfices. Beaucoup d'entreprises, incapables de définir clairement les échanges clés dans le PDP réalisable, peuvent avoir besoin de plusieurs tentatives avant de parvenir à l'accomplir.

Un problème qui s'y attache est la revendication que l'algorithme de Boldratt soit opérant de la manière la plus efficace, que "l'arme ultime soit à portée de main". Mais ce qui fonctionne bien dans le cadre d'un problème peut ne pas être aussi performant dans un autre ; par exemple, quand, primo, le nombre de goulets d'étranglement devient grand, secundo, la taille de la structure du produit s'accroît fortement, ou tertio, d'autres conditions inhabituelles apparaissent. De bons programmes d'ordonnement à capacités finies en des temps de fonctionnement raisonnables dépendront donc au moins des facteurs suivants dans un cadre particulier :

- le pourcentage des ressources constituant des goulets d'étranglement ;
- le nombre total de ressources ou de postes de charge ;
- la taille de la structure du produit ;
- le niveau de détail du fichier de gammes de fabrication.

OPT utilise une méthode de construction d'un programme de chargement à capacités finies qui semble bonne, mais il y a des entreprises qui, s'étant attaquées au problème d'ordonnement à partir de points de départ bien différents, ont abouti à quelque chose proche de MRP "étendu-DPT" comme décrit ici.

Le temps de préparation joue un rôle important dans l'approche OPT ; c'est un facteur clé pour décider des tailles des lots et pour faire franchir à de plus grands lots les postes de charge constituant des goulets. Au fur et à mesure que les concepts de JIT, de zéro stock et de systèmes flexibles de fabrication commenceront à être plus largement appliqués, le temps de préparation deviendra un problème de moins en moins pressant dans l'industrie américaine. Le "meilleur" algorithme pour le chargement en capacités finies devra être le reflet de cette nouvelle réalité.

Il existe des domaines dans lesquels OPT pourrait utiliser à bon escient les idées de MRP II et ses sous-programmes de logiciels. Un bon exemple en est le plan directeur de production ; OPT considère comme des entrées au réseau produit DPT les données en prévisions et en commandes

client», ce qui équivaut en fait à la simple utilisation de la gestion des demandes, MRP II prend aussi comme entrée le programme de production et fait alors des simulations en utilisant des techniques de capacités. Faire ceci avant que le PDP ne soit intégré en retour à DPT produirait moins de changements en profondeur dans le PDP de même que le fait d'obliger les dirigeants à affronter certains jugements clés qui ne devraient pas être appréhendés par défaut de sous-programmes informatiques.

Dans la même optique, quand OPT fournit un PDP réalisable, il devrait y avoir un retour en arrière vers le programme de production ; le PDP alors révisé devrait être intégré aux éléments de celui-ci pour éviter une série de surprises désagréables.

Bien des entreprises se fondant sur MRP considèrent que le contrôle des entrées-sorties est une composante importante de leurs activités de planification. Cela aboutit à une compréhension plus nette de ce qu'est un ensemble de postes de charge-goulets d'étranglement, et du type de décisions à prendre pour déplacer ces contraintes.

L'entreprise de logiciels qui veut incorporer des extensions OPT à ses produits MRP II aura besoin d'un algorithme pour le chargement au plus tôt et à capacités finies. Plusieurs indications concernant le point de départ se trouvent dans la littérature traitant du chargement à capacités finies. D'autres aspects de l'approche OPT ne sont pas secrets, et pour la plus grande part les pièces fondamentales existent déjà dans les logiciels généraux de MRP.

RESUME ET CONCLUSIONS

OPT a vraiment une importante contribution à apporter dans le domaine de la planification de la fabrication et de sa gestion. Considéré comme une technique de suivi de l'atelier, il élabore un programme d'atelier détaillé et "dernier cri" qui se focalise sur les ressources les plus importantes de l'usine. Par un chargement en capacités finies des seules ressources qui constituent des goulets d'étranglement, le coût du calcul par ordinateur est réduit de manière significative. Il est peut-être même possible de parler d'une contribution encore plus importante, puisqu'en se concentrant sur les goulets d'étranglement, les programmes d'OPT sont moins altérés par les perturbations en cascade causées par l'omniprésente loi de Murphy.

OPT constitue aussi un apport important en tant que procédure de plan directeur de production, puisque le feedback à partir du chargement à capacités finies des ressources-goulets d'étranglement jusqu'au PDP aboutit à un PDP mis à jour qui est réalisable.

OPT résoud au moins partiellement les priorités contradictoires produites par les procédures en chargement fini et par MRP. En ne chargeant en capacités finies et au plus tôt que les postes de charge ou les

ressources qui constituent des goulets d'étranglement, les problèmes de priorité de dates d'exigibilité incompatibles seront grandement réduits.

Les fondements philosophiques d'OPT sont importants de leur propre chef. Dans une certaine mesure, bien des arguments de base ont été avancés auparavant, mais DPT les porte à un niveau plus opérationnel. Le lien est clairement établi entre la position d'OPT sur la comptabilité analytique et l'ordonnancement qui en résulte, et les pratiques en atelier. Le résultat est un ensemble de procédures attendues qui vont à l'encontre de l'intuition, et sont difficiles à appliquer sans une profonde conviction des dirigeants en la philosophie d'OPT.

Une meilleure structure pour un dialogue à propos d'DPT doit être trouvée. IL est plus facile de comprendre OPT et ses contribution* par rapport à MRP II, plutôt que d'un point de vue totalement nouveau avec toutes les difficultés de langage qui s'y rattachent. Utiliser cet avantage devrait encourager une meilleure communication entre les concepteurs de logiciel, les professionnels de ce domaine et les dirigeants qui sont confrontés à la réalisation.

A propos de l'auteur :

Thomas E. VOLLMANN est professeur et président de l'Operations Management Department à l'université de Boston. Il a obtenu un PhD de l'UCLA et ses principaux intérêts en matière de recherche se portent sur les systèmes de planification et de contrôle de la production, et le Manufacturing Futures Project mené par l'université de Boston, l'INSEAD (France) et l'université de Waseda (Japon). Il est l'auteur ou le co-auteur de quatre livres et de nombreux articles de journaux. Ses publications du plus grand intérêt pour les lecteurs de Production and Inventory Management comprennent Master Production Scheduling, Principles and Practice (avec Berry et Whybark) pour APICS, et Manufacturing Planning and Control Systems (avec Berry et Whybark). Tom Vollmarin a participé avec APICS au Comité de Liaison Académique, au Conseil de Certification et de Curriculum, et actuellement est membre du Comité du Plan Directeur. Il a présenté des articles à des réunions de APICB tant nationales que régionales.

BIBLIOGRAPHIE

1. Aquilano, Nicholas J., and Smith, D.E., "A Formal Set of Algorithms for Project Scheduling with Critical Paths Scheduling/Material Requirement Planning", Journal of Operations Management (Novembre 1980).
2. Baker, K.R. and Bertrand, J.W.M., "A Dynamic Priority Rule for scheduling Against Due Dates", Journal of Operations Management (Novembre 1982).
3. Everdell, Romeyn, "MRP II, JIT, and OPT : Not a Choice But a Synergy", 1984 APICB Conference Proceedings.
4. Fox, Robert E., "MRP, Kanban or OPT, What's Best ?", Inventories and Production (Janvier-février 1982).
5. - "OPT : An Answer For America, Part II", Inventories and Production (Novembre-décembre 1982).
6. - "OPT : An Answer For America, Part III", Inventories and Production (Janvier-février 1983).
7. - "OPT s An Answer For America, Part IV", Inventories and Production (Mars-avril 1983).
8. - "OPT vs. MRP s Thoughtware versus Software, Part I", Inventories and Production (Novembre-décembre 1983).
9. - "OPT vs. MRP : Thoughtware versus Software, Part II", Inventories and Production (Janvier-février 1984).
10. Jacobs, F. Robert, "The OPT Scheduling System : A Review of A New Production Scheduling System", Production and Inventory Management, Troisième trimestre (1983).
11. Nelson, R.T. "Labor and Machine Limited Production Systems", Management Science (Mai 1967).
12. Vollmann, T.E. Berry, W.T., and Whybark, C., Manufacturing Planning and Control Systems, Dow-Jones/Richard D. Irwin, Homewood, IL (1984).

