

LE PILOTAGE PAR LES CONTRAINTES EN GESTION INDUSTRIELLE : ANALYSE DE 10 ANNEES D'EXPERIMENTATION

Laurent BIRONNEAU*

Résumé. - 10 ans après l'introduction en France du logiciel OPT, il est intéressant d'observer et d'analyser quels ont été les résultats et les évolutions des méthodes de pilotage de la production par les contraintes en gestion industrielle. Cet article, après avoir rappelé les hypothèses et les règles de planification et de pilotage de la production qui constituaient à l'origine l'argumentaire qui accompagnait et justifiait l'existence du logiciel OPT, tente de tirer les leçons de ces 10 années d'expérimentation.

Mots clés : OPT, pilotage par les contraintes, intégration, MRP, JAT.

1. Introduction

Il y a 10 ans déjà, la Revue Française de Gestion Industrielle consacrait un numéro spécial au système OPT : celui-ci y était présenté, notamment, comme une synthèse des meilleurs aspects du MRP et du JAT permettant « d'élever la production et la gestion des stocks à un niveau jamais atteint » (Lundrigan 1986). Il est intéressant, dans ce contexte, de tenter de tirer les leçons de ces 10 années d'expérimentation après avoir brièvement rappelé le pourquoi et le comment du développement des méthodes de pilotage de la production par les contraintes.

2. Les fondements du pilotage de la production par les contraintes

2.1 *La gestion du déséquilibre : le point de départ de la démarche*

Les méthodes de pilotage des flux les plus utilisées aujourd'hui - le MRP et les techniques de synchronisation liées aux flux tirés - si elles se différencient au niveau des solutions adoptées pour produire juste-à-temps, au sens restreint du bon produit, au bon

* Institut de gestion de Rennes

moment et au bon endroit, se fondent sur une même logique de départ : la recherche d'un équilibre des capacités au sein de l'usine pour permettre une circulation rapide et synchronisée du flux des produits. Le raisonnement suivi paraît sans faille : si les capacités ne sont pas équilibrées sur les différents postes de production, certains seront amenés à attendre que les postes ayant une cadence inférieure terminent leur production, et le flux ne sera donc pas fluide. C'est pourquoi :

- dans une gestion MRP (1 et 2), on considère que toutes les machines ont la même capacité et on tente d'ordonnancer le flux en programmant les différents postes à 100% de leur capacité en jouant sur les quantités de ressources disponibles et sur l'échelonnement des travaux à effectuer : le calcul des charges doit permettre d'équilibrer l'usine;
- dans une optique de JAT, avec un pilotage en flux tirés, on cherche à assurer une charge stable et non fluctuante dans l'usine, grâce à l'utilisation conjointe de la planification, des opérations de « fractionnement-mixage » et du nivellement des capacités machines. Si la demande ne correspond pas à la séquence de « fractionnement-mixage » convenant à l'entreprise, on va alors jongler avec les dates de livraison.

De nombreuses voix (Goldratt et Cox 1984, 1993 ; Marris 1994) sont apparues pour affirmer qu'une usine parfaitement équilibrée, cela n'existe pas. Il n'y aurait plus « d'état stable » ; l'usine se trouverait « en régime transitoire permanent » (Gallois 1994). Les usines subissent, en effet, une multitude de facteurs déséquilibrants qui ont pour source les fluctuations du marché, des problèmes d'approvisionnements, le manque de fiabilité et de flexibilité des ressources... Si certains de ces facteurs peuvent être éliminés, notamment les aléas des machines, d'autres ne peuvent être que réduits, par exemple les facteurs issus du marché (fluctuation des charges). Dans certaines circonstances, l'utilisation du Kanban permettra certes de réguler les fluctuations de la demande ou du volume de production au niveau de chaque poste de production, en évitant la transmission et l'amplification des perturbations qui peuvent apparaître au sein des ateliers, mais le déséquilibre demeurera néanmoins inévitable. D'où le constat suivant : au lieu de rechercher vainement l'équilibre, il vaudrait mieux admettre l'existence structurelle du déséquilibre et gérer l'activité en fonction de celui-ci. De cette constatation découle un ensemble de travaux et méthodes pouvant être fédérés sous l'enseigne de courant « déséquilibriste », selon l'amusante mais heureuse expression de Philip Marris (1994). L'utilisation de ce terme permet de se dédouaner d'une certaine confusion qui règne autour de la désignation des idées véhiculées par ce courant (Spencer et Cox 1995) : OPT (Optimized Production Technology), « le But », TOC (Theory Of Constraints), MPC (Management Par les contraintes), DBR (Drum-Buffer-Rope)...

L'acronyme OPT, par exemple, doit être utilisé avec précaution car il peut désigner aussi bien un logiciel de gestion de production ou une méthode de pilotage des flux de production, qu'une philosophie d'ensemble de gestion des entreprises industrielles ou encore une méthode d'identification des goulets d'étranglement et de diagnostic dont l'objet est essentiellement de favoriser la mise en oeuvre de la technique de pilotage dont il a été question ci-dessus dans une optique de recherche de profit maximum.

En toute rigueur, le terme OPT ne devrait être utilisé que pour désigner le logiciel (Spencer et Cox 1995). OPT est, en effet, une marque déposée appartenant à la Société STG (Scheduling Technology Group) qui a acquis les droits du progiciel et repris sa diffusion, depuis que la société de Goldratt (Creative Output) a disparu. Dans le livre The Goal (1984),

qui a rendu célèbre le mouvement « déséquilibriste », Goldratt n'utilisait d'ailleurs déjà plus le terme OPT. La méthode de pilotage des flux, quant à elle, peut être désignée par le terme DBR (Drum-Buffer-Rope ou Tambour-Tampon-Corde) qui apparaît en 1986, dans le deuxième ouvrage de Goldratt The Race. Quant à la philosophie qui recoupe l'ensemble des concepts et méthodes, on la désigne aujourd'hui sous le terme de TOC (Theory of Constraints). Nous ne traiterons par la suite que la méthode de pilotage des flux de production.

2.2 La méthode de pilotage des flux de production

Cette méthode repose sur le constat que deux types de ressources coexistent dans les entreprises : les goulets d'étranglement (ou contraintes) qui sont des ressources dont la capacité est inférieure ou égale à la demande du marché⁷, et les non-goulets qui inversement sont des ressources dont la capacité est supérieure à la demande du marché.

La principale erreur des théories classiques est, selon les promoteurs de la méthode, d'avoir toujours appliqué le même traitement aux deux types de ressources. Ils proposent au contraire une gestion différenciée : les ressources goulets doivent être exploitées avec un souci constant de productivité, alors que les ressources non-goulets n'ont qu'une finalité, celle de permettre de maximiser l'efficacité face aux contraintes ; elles doivent donc être placées dans une logique de service vis à vis de ces contraintes. De ce « regard dual » (Marris 1994), il découle un ensemble de 10 règles et une méthode de pilotage du flux.

LES DIX RÈGLES D'OR⁸

1	Il faut équilibrer les flux et non les capacités
2	Les goulets déterminent le flux de sortie et le niveau des stocks
3	Le niveau d'utilisation d'un non-goulet doit être déterminé par les contraintes extérieures (capacité d'une ressource goulet, demande du marché) plutôt que par sa capacité
4	Il ne faut pas confondre l'utilisation d'une ressource avec sa capacité
5	Une heure gagnée sur un non-goulet ne rapporte rien
6	Une heure perdue sur un goulet est une heure perdue sur tout le système
7	Le lot de transfert peut, et souvent doit, ne pas être égal au lot de fabrication
8	Les lots de fabrication doivent être variables et non fixes
9	Il faut établir les programmes en prenant en compte toutes les contraintes simultanément
10	La somme des optimums locaux n'est pas l'optimum global

⁷ On notera que les recherches actuelles sur TOC s'intéressent à toutes les contraintes de l'entreprise (contraintes liées à des procédures, à des politiques, au personnel, en plus des contraintes liées aux ressources)... Dans la suite de cet article, nous ne traiterons que le cas où les contraintes sont des postes de travail.

⁸ Cf. à ce sujet Eicher et Frinault (1986) ; Browne, Harhen et Shivnan (1994, p. 252 à 263), CXP (1995, p.5.41 à 5.46)

La méthode de pilotage comprend plusieurs étapes. Une fois les contraintes identifiées, la technique consiste à positionner les opérations à réaliser sur les seuls goulets. Le chargement de ceux-ci s'effectue de manière à ne pas les laisser inoccupés, mais aussi de manière à ne pas leur affecter deux tâches en même temps : la technique utilisée est un jalonnement à capacité finie et vers l'avant (CXP 1995). Dans cette phase, les dates de livraison souhaitées par le client ou par le magasin de produits finis constituent la première référence qui permet de positionner le passage par le goulet : on calcule un délai de passage au plus tard sur la contrainte en déduisant du délai de livraison promis la longueur du cycle entre la contrainte et la fin de la production. On aboutit alors à un « double programme directeur » (CXP 1995), constitué par les dates de sortie de production et les dates de passage sur le goulet. Celui-ci va servir de programme maître à la programmation des postes non-goulets situés en amont et en aval de la contrainte. Pour les postes en aval de la contrainte, la planification est implicite : les dates de début et de fin du groupe intégrant les postes de production entre la contrainte et la fin de la production sont fixées indirectement lors de la réalisation du programme maître par un jalonnement aval. Pour les postes en amont de la contrainte, par contre, on part de la date de début de l'opération sur la contrainte inscrite dans le programme maître et on en soustrait la longueur du cycle jusqu'à la contrainte. On utilise donc une approche analogue à la technique utilisée dans un MRP : un positionnement vers l'amont à capacité infinie. Cependant, contrairement à la logique MRP, la longueur du cycle ne tient compte à ce niveau que des temps opératoires et des temps de transfert. Les temps d'attente destinés à rendre le programme à la fois réaliste et fiable (il y a toujours des facteurs déséquilibrants) sont rassemblés et concentrés sous forme de délais de sécurité positionnés en amont de l'opération effectuée par le goulet (Spencer et Cox 1995). Comme il n'y a pas de capacité de rattrapage au niveau de celui-ci, on l'alimente avec une certaine avance par rapport à ses besoins, ce qui forme un stock d'avance qui le protège des aléas en amont. Un stock est également constitué en fin de processus pour assurer le respect des délais de livraison des commandes en les protégeant contre les aléas de production sur le goulet et en aval de celui-ci⁹. Cette logique de synchronisation peut être représentée par l'approche « Drum-Buffer-Rope » (Goldratt et Fox, 1986), ou « Tambour-Tampon-Corde ». (Fig. 1)

Le « tambour » caractérise la ressource contrainte qui donne le rythme de production à l'ensemble des ressources. Les « tampons » représentent les délais de sécurité utilisés pour éviter que la contrainte ne se retrouve en rupture d'alimentation : les articles arrivent devant elle avec une légère avance sur la date de transformation planifiée. Il en est de même au niveau de la fin de production, voire au niveau de l'assemblage. Quant à la corde, elle symbolise un lien fictif créé entre le poste de travail situé au début du processus de production et la ressource contrainte : pour que le niveau prévu du tampon situé en amont de celle-ci ne soit pas dépassé, on va alimenter le premier poste en matières premières au rythme auquel la ressource contrainte épuise le tampon (Fawcett et Pearson 1991, Chakravorty 1996).

⁹ Goldratt et Cox (1992), Spencer (1991), Fawcett et Pearson (1991) ou Demmy et Demmy (1994) préconisent l'utilisation d'un troisième type de stocks tampons (assembly buffer), pour protéger les opérations d'assemblage dans les parties non-contraintes de la production. Cette entorse à la logique duale (protection de non-goulets par des stocks) semble justifiée par l'expérience pratique des auteurs. Cependant, il n'y a pas d'unanimité à ce sujet.

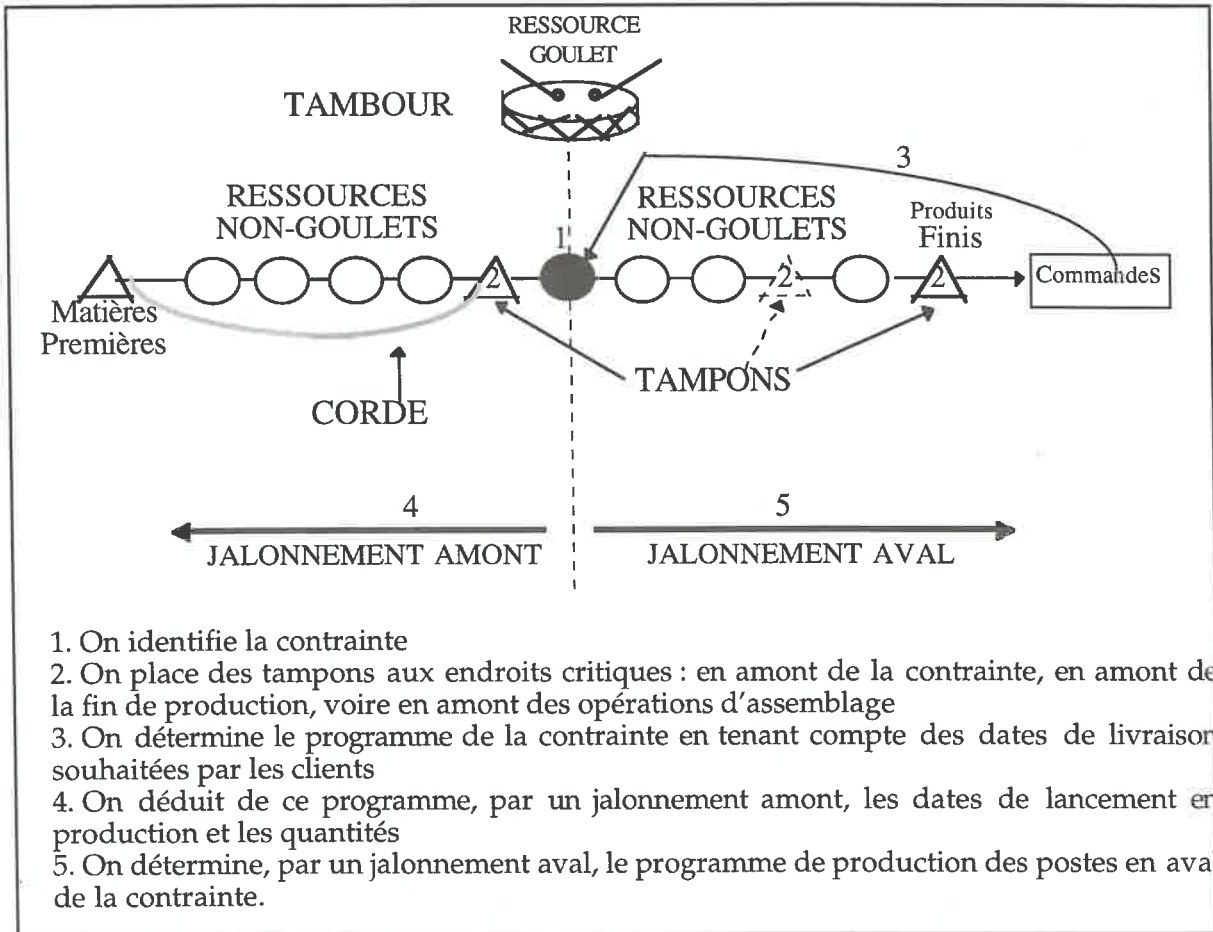


Fig. 1 : L'approche Drum-Buffer-Rope (tambour-tampon-corde)
 (adaptée de Fawcett et Pearson, 1991)

La méthode de synchronisation présentée utilise de nombreux concepts tirés d'autres philosophies et méthodes, comme le JAT ou le MRP2, mais en les exploitant à la manière de la gestion par les contraintes (Ptak 1991, Courtois, Martin et Pillet 1995). Cette technique de synchronisation semble particulièrement intéressante et constitue, de fait, une troisième voie en gestion industrielle (Eicher & Frinault 1986) pour viser l'objectif « juste-à-temps ». Après 10 ans d'expérience de mise en pratique, il semble cependant que la démarche proposée n'est pas exempte de critiques ; après les avoir mises en évidence, nous pourrions alors faire des pronostics quant à l'avenir des théories « déséquilibrées ».

3. Mise en pratique de la méthode

3.1 Limites

10 ans après leur présentation par l'APICS (American Production and Inventory Control Society) et l'AFGI (Association Française de Gestion Industrielle), il semble que les méthodes de pilotage de la production par les contraintes n'ont pas eu le succès escompté par leurs promoteurs : en France, et dans une moindre mesure aux États-Unis et en Grande-Bretagne, le nombre d'entreprises gérées selon ces approches est très faible, et,

comparativement aux approches MRP et JAT, les théories proposées ont fait l'objet d'un nombre très réduit de publications. Plusieurs explications peuvent être avancées à ce niveau, qu'elles soient liées à l'histoire du mouvement « déséquilibriste » ou à des failles intrinsèques aux théories proposées.

Pour certains auteurs (Spencer 1991, Marris 1994, Spencer et Cox 1995), l'approche « déséquilibriste » a souffert d'une histoire particulièrement trouble marquée par les volte-face du père fondateur du mouvement, Eliyahu Goldratt. Elle fut initialement (et reste aujourd'hui dans beaucoup d'esprits) associée au logiciel OPT et à son algorithme d'ordonnancement secret, que Goldratt proposa longtemps à un prix important, mais qu'il juge aujourd'hui sans intérêt (Goldratt 1987, cité par Marris 1994). Elle fut ensuite popularisée dans un ouvrage présenté sous forme de roman, vendu à plusieurs centaines de milliers d'exemplaires, mais dont Goldratt reconnaît qu'il ne présentait qu'une partie de la logique « déséquilibriste », la partie manquante étant jugée cruciale (ce qui a justifié d'autres ouvrages plus récents). Pour se démarquer de l'appellation OPT, Goldratt a choisi une nouvelle appellation pour véhiculer ces idées - Theory Of Constraints - si bien qu'une grande confusion règne autour de la désignation de ces concepts. Doit-on parler de OPT, du « But », ou de TOC ? (cf. supra). Par ailleurs, il a décidé de ne plus expliciter la logique qu'il préconise mais, comme le héros de son roman Le But, il cherche à faire en sorte que chacun la découvre par lui-même en suivant les conférences qu'il diffuse. De plus, après avoir longtemps clamé que l'approche qu'il préconisait surclassait toutes les autres méthodes de pilotage de la production, il reconnaît aujourd'hui, lors notamment du colloque organisé par l'AFGI en 1990, que son approche est complémentaire des autres. En vue de ces diverses volte-face, on peut comprendre pourquoi les industriels sont restés circonspects.

En plus de cette histoire particulièrement complexe, il apparaît à l'usage que la logique « déséquilibriste » souffre de quelques failles théoriques et pratiques. Cet aspect de la critique doit, selon nous, être considéré sous deux angles : l'approche de la planification et du pilotage de la production, le plus souvent exprimée par les 10 règles relativement simples présentées précédemment, d'une part, et le logiciel OPT, d'autre part.

Le logiciel OPT, dont nous rappelons qu'il vise à créer un programme optimum grâce à un algorithme resté secret, n'est pratiquement plus utilisé aujourd'hui. La raison principale de cette désaffection est liée, selon nous, aux contraintes imposées par le logiciel.

Premièrement, une partie de l'argumentation des promoteurs de OPT est construite autour de l'affirmation que OPT nécessite peu de données pour fonctionner. Swann (1986) parle à ce sujet de « méthodologie des données minimales ». Selon la logique duale qui fonde la démarche, seules les informations concernant les contraintes doivent faire l'objet des plus grands soins ; une certaine imprécision des données est, en revanche, acceptable pour les autres ressources car celles-ci peuvent combler les inexactitudes des informations avec leur temps d'inactivité. De cette façon, OPT semble éviter le piège d'une dépendance trop grande liée à la fiabilité à 100% des données. En réalité, comme le montre très bien Swann (1986), le bon fonctionnement du logiciel reste entièrement tributaire :

- de la fiabilité du PDP, qui demeure aussi important que dans une logique MRP ;
- des nomenclatures qui doivent être fiables aussi bien pour les articles passant sur les contraintes que pour ceux n'y passant pas, car des ruptures ou des excès de stocks sur une partie non contrainte peuvent également entraîner des pertes de

profit, et car c'est à partir de ces données que sont construits les réseaux produits qui fondent le système ;

- de la pertinence des gammes qui influencent les programmes détaillés de la production ;
- de l'inventaire des stocks qui doit être juste, car construire un système par les contraintes sur des inventaires faux ne peut conduire qu'à des ordonnancements inadaptés.

Comme le remarque Vollmann (1986), il n'y a donc aucune raison de penser qu'un système OPT est plus facile à faire fonctionner ou même à implanter qu'un système MRP. A en croire Browne, Harhen et Shivnan (1994), les exigences sont même plus rigoureuses que pour un MRP.

Deuxièmement, OPT exige pour fonctionner que le programme proposé par le système soit scrupuleusement respecté. Les responsables ne doivent s'en écarter sous aucun prétexte. Il n'y a donc aucune notion de participation, de responsabilité ou même d'enseignement dans cette approche (Browne, Harhen et Shivnan 1994). On ne tient pas compte de l'aspect humain : pour paraphraser le titre d'un article de Benton Groves sur le MRP (1990), on peut dire que c'est « l'élément manquant » du système.

L'approche de la planification et du pilotage de la production défendue par les « Déséquilibristes » est également critiquable pour plusieurs raisons :

Tout d'abord, nous pouvons remarquer qu'aucune des 10 règles explicitant les fondements de la démarche « déséquilibriste » n'aborde la question du pourquoi du problème du goulet, mais que toutes s'intéressent à la façon de le résorber. Autrement dit, comme le remarque Mulkens (1993), « la machine goulet dont les temps de réglage sont peut être longs, dont la fiabilité est peut-être mauvaise, n'est pas questionnée pour elle-même : on cherche uniquement à réorganiser les flux en amont et en aval de la machine sans chercher à améliorer la machine elle-même, en fractionnant, en regroupant, en ayant des lots de transferts de tailles différentes de celles des lots de travail... ». De plus, se pose le problème des entreprises au sein desquelles subsistent plusieurs goulets, notamment celles où les goulets sont « baladeurs » et évoluent en fonction du mix-commande (lequel choisir ?), ou à l'inverse au sein desquelles il n'y a pas de goulet en raison d'une surcapacité à tous les niveaux (comment gérer par les contraintes sans ces contraintes ?). Les deux limites mises en évidence peuvent être, selon nous, regroupées autour de la question suivante : quelle ressource doit être la contrainte du système et comment la déceler ? Cette question a été éludée dans les travaux de recherche consacrés à la gestion par les contraintes. Il n'y a guère que Marris (1994) qui aborde ce problème, mais sans y apporter une réponse vraiment satisfaisante. Il y a certes la démarche proposée aujourd'hui par Goldratt, à savoir : procéder par essais, découvrir soi-même, appliquer une idée pour vérifier si on a raison et recommencer si on a tort. Cependant, cette démarche est coûteuse aussi bien en temps qu'en argent (cf. les difficultés d'Alex, le héros de Le But). De plus, une fois une contrainte décelée, comment sait-on si la solution adoptée est la meilleure ? En d'autres termes, comment sait-on si le point de synchronisation retenu est celui qui va permettre de maximiser le profit de l'entreprise ?

Ensuite, cette approche conduit à gérer d'importants stocks de sécurité en amont et en aval de la contrainte. Reimer (1991) parle d'une couverture de cinq à six jours, et Spencer et Cox (1995) indiquent, quant à eux, que l'idéal est de démarrer avec un tampon égal à cinq fois la somme des temps de changement de fabrication et des temps d'exécution entre les

opérations d'approvisionnement et la contrainte. L'idée est ensuite de diminuer progressivement ces stocks au fur et à mesure que la connaissance du processus de production va en s'améliorant. Cependant, en pratique, cette dernière approche n'est pertinente que pour les productions relativement répétitives : si l'entreprise fabrique rarement deux fois le même produit, il sera difficile de répercuter les leçons tirées sur les productions futures.

Enfin, lors de la définition du programme de production, les dates de livraison souhaitées par le client ou par le magasin de produits finis constituent, en théorie, la référence qui permet de positionner le passage des articles par le goulet : on calcule un délai de passage au plus tard sur la contrainte en déduisant du délai de livraison promis la longueur du cycle entre la contrainte et la fin de la production (cf. paragraphe précédent). En pratique, cependant, les ordonnanceurs vont optimiser la séquence proposée sur le goulet afin de maximiser les profits dégagés. Ils vont proposer des regroupements de lots, qui vont limiter les temps improductifs sur la contrainte et définir des priorités de passage. Des productions vont être avancées, d'autres repoussées, et au final le programme retenu n'aura qu'un rapport très lointain avec la séquence initiale permettant de livrer le client en juste-à-temps.

Face à l'ensemble de ces critiques et à la désaffection pour les théories présentées, quel est l'avenir des méthodes de gestion de la production par les contraintes ?

3.2 *Quel pronostic pour l'avenir ?*

Si les 10 ans qui viennent de s'écouler ont montré que les approches de gestion par les contraintes avaient des failles, il ne faudrait pas en conclure abusivement que les règles de bon sens qui fondent ces méthodes devraient être abandonnées. Le déséquilibre étant inévitable, il semble tout aussi inévitable que le mouvement « déséquilibriste » se développe. Cet essor passe, selon nous, par deux voies.

D'abord, une « opérationnalisation » de certains concepts, en particulier des principes qui permettent de définir « le bon déséquilibre » et d'identifier la contrainte à partir de laquelle doit être synchronisée l'activité, est nécessaire. Les travaux de Marris (1994) ont ouvert la voie à de nombreuses études potentielles dans ce domaine. Dans la méthode qu'il propose, le Management par les Contraintes (MPC), Marris propose d'accroître la performance des usines en transférant une partie des investissements et des coûts des stocks vers quelques surcapacités bien choisies. Il définit l'excédent de capacité idéal, comme celui qui minimise le « coût fonctionnel », « c'est à dire la somme des coûts - ceux associés à l'excédent de capacité et ceux liés aux stocks - nécessaires pour qu'une ressource assure sa fonction : alimenter l'aval en produits transformés » (Marris 1994, p.143). Si l'on réalise ce calcul pour chaque ressource, on peut en déduire la répartition idéale des capacités dans l'usine (et donc le bon déséquilibre) et déterminer la meilleure contrainte : il s'agit de la ressource possédant le moins de capacité, celle qui a le coût fonctionnel le plus élevé. L'ensemble de la démarche proposée par Marris repose donc sur une bonne évaluation des coûts (coûts des capacités des différentes ressources, coûts réels des stocks) et des rapports physiques entre stock et capacité : si l'excédent de capacité est augmenté de tant, les stocks peuvent être réduits de tant. Malheureusement, Marris ne développe que succinctement la partie traitant ces aspects et ne propose aucun exemple concret et argumenté de la logique de calcul qui est défendue. Des recherches complémentaires s'imposent à ce niveau.

D'autre part, il faut une recherche d'intégration avec les autres méthodes de pilotage des flux. Il s'agit plus ici de développer les combinaisons entre les méthodes de pilotage de la production par les contraintes et le MRP ou les techniques de synchronisation en flux tirés que de rechercher une solution hybride, synthèse des trois approches de gestion industrielle regroupant les meilleures idées, dont on parle depuis longtemps (Gelders et Van Wassenhove 1985 ; Browne, Harhen et Shivnan 1988) mais que nous ne prévoyons pas pour demain. Cet aspect de la recherche a jusqu'à présent été peu développé. Les travaux se sont essentiellement limités à étudier les possibilités d'intégration du logiciel OPT dans un logiciel MRP (Vollmann 1986, Lundrigan 1986). L'intérêt d'une telle combinaison, en effet, est double. D'une part, OPT ne peut pas fonctionner tout seul ; ce n'est pas un système de gestion intégré de la production. Le modèle de l'entreprise qu'il exploite pour fonctionner est constitué à partir d'informations contenues dans les fichiers d'autres systèmes d'informations de l'entreprise : fichiers des données de base, des prévisions des ventes, des commandes clients, des niveaux de stocks. Il est donc intéressant de l'associer à un système MRP. D'autre part, les capacités de simulation d'OPT vont permettre la correction de certaines lacunes liées à l'ordonnancement des MRP, en autorisant notamment l'élaboration de plannings d'atelier réalistes et l'évaluation de la faisabilité des PDP. Il faut cependant dépasser ces travaux, qui ne semblent plus d'actualité, pour analyser la possibilité d'intégrer directement les principes « déséquilibristes » au sein des logiciels MRP. Quelques recherches ont déjà été menées dans ce sens, qui émanent essentiellement de praticiens qui, possédant un MRP dans leur entreprise, ont souhaité également mettre en oeuvre certaines règles de bon sens défendues par les « Déséquilibristes », sans abandonner le système déjà en place. Sachant que la quasi totalité des systèmes de GPAO est de type MRP, il semble, en effet, intéressant :

- d'analyser dans quelle mesure de tels systèmes peuvent intégrer les fondements de la logique par les Contraintes (en particulier l'approche DBR), ou, en d'autres termes, de déterminer comment et à quel point un système de type MRP peut intégrer le déséquilibre ;
- d'étudier le potentiel du MRP lorsqu'il est mis en oeuvre selon les principes « déséquilibristes », à savoir d'analyser ce que ces principes peuvent apporter au MRP.

Il ressort de notre analyse que l'intégration peut se faire à plusieurs niveaux.

3.2.1 Une gestion selon la logique duale avec un MRP

Il s'agit de gérer différemment contraintes et non contraintes. Les ressources goulets, mises en évidence grâce aux calculs de capacité réalisés dans MRP (cf. Spencer 1991), sont programmées à capacité finie de manière à maximiser leur production pour chaque maille de temps de chaque niveau de gestion, depuis le long terme jusqu'au très court terme (une charge voisine de 100% sur un trimestre dans le PDP, mais aussi chaque semaine ou chaque jour au niveau de l'ordonnancement court terme). Les ressources non-goulets, en revanche, sont programmées, à capacité infinie, de manière à suivre le rythme défini par les contraintes, et ce quel que soit leur potentiel. Selon Spencer (1991), il faut ensuite constituer des tampons (sous forme de décalages de protection) aux endroits stratégiques - en amont de la contrainte, à la fin du cycle de production, et, à la rigueur, en amont de la phase d'assemblage - de façon à respecter les délais tout en maximisant le débit des contraintes. Les progrès résultant de l'intégration de cette gestion duale des ressources dans un système MRP sont, selon nous, de trois types :

- Premièrement, il est mis fin aux objectifs de productivité locale qui incitent les gestionnaires à jongler avec les dates des ordres de fabrication pour essayer d'équilibrer les charges, ce qui augmente le niveau des stocks et rallonge les cycles de production. Les plannings de production sont définis en fonction des besoins sur les contraintes.
- Deuxièmement, une réduction des temps inter-opérateurs devient possible car, à partir du moment où l'on suppose que l'usine ne peut être équilibrée, rien ne sert de protéger toutes les machines contre les ruptures d'alimentation. Les temps inter-opérateurs peuvent ainsi être modifiés et réduits à zéro dans les parties de production où il n'y a aucune contrainte. Les seuls décalages de protection qui subsistent constituent les tampons servant à protéger le débit des contraintes et à garantir le respect des délais : l'objectif sera de les affiner au fur et à mesure que la connaissance du processus s'améliorera.
- Troisièmement, une gestion différenciée des données en fonction de leur importance devient envisageable : seules les données sur les contraintes sont gérées dans le détail ; une certaine imprécision est tolérée au niveau des non-contraintes. Les mises à jour sont donc moins nombreuses et les temps de traitement plus rapides.

3.2.2 Une gestion différenciée des tailles et des types de lots

Les méthodes de gestion des tailles de lots utilisées dans les systèmes MRP souffrent de plusieurs faiblesses largement reconnues et commentées depuis plusieurs années : les règles selon lesquelles il faut éviter l'éclatement et le chevauchement des lots lancés, ou selon lesquelles un lot lancé doit rester entier quelles que soient les opérations qu'il doit subir, ne semblent plus viables dans un contexte de recherche de réduction des stocks. L'idée serait de recréer la logique « déséquilibrante » avec ses lots de transfert et ses lots de production : il deviendrait alors possible d'utiliser différentes tailles de lots sur les différentes ressources - les temps d'inactivité des ressources non contraintes pourraient être utilisés pour fabriquer des lots plus petits -, ce qui permettrait de réduire les stocks et les délais d'exécution globaux sans augmenter les dépenses. En pratique, cependant, il est particulièrement difficile d'obtenir un tel résultat avec un système MRP : pour gérer séparément plusieurs petits lots à travers des non-goulets et les regrouper pour qu'ils soient transformés en une seule fois par le goulet, il convient de forcer manuellement la taille de lot, ce qui n'est pas sans poser de gros problèmes pratiques. Il faut, en effet, multiplier artificiellement le nombre de références d'articles puisque la taille du lot est liée à un numéro d'article et que le MRP n'admet qu'un lot et qu'un numéro d'article pour chaque ordre de fabrication (Swann 1986). Comme le remarque Marris (1994), « on risque de tomber dans le piège qui consiste, à travers des artifices, à tenter de faire faire au système quelque chose pour lequel il n'est pas conçu et ce faisant de le rendre invivable ». De surcroît, ce découpage demeure vraisemblablement statique alors que les « Déséquilibristes » recommandent qu'il soit établi de façon dynamique (Swann 1986), pour chaque opération, en tenant compte du coût des stocks, du coût des changements de fabrication, du statut ou non de contrainte, et de la nécessité pour celui qui gère la production de pouvoir contrôler et adapter celle-ci.

Une partie des règles de bon sens établies par les « Déséquilibristes » peut être mise en place dans un environnement MRP. A partir du moment où, grâce à une formation adéquate, la logique de fonctionnement est comprise et acceptée par tout le management (Reimer 1991, Spencer 1991), seules quelques modifications sont nécessaires pour fonctionner selon une approche par les contraintes. Les résultats de l'intégration des deux approches semblent

particulièrement significatifs, en particulier sur le niveau des stocks et les délais d'exécution (Reimer 1991). Plus globalement, l'intérêt de l'intégration de l'ensemble des méthodes de pilotage de la production semble être corroboré par l'exemple suivant. Il s'agit du cas d'une entreprise spécialisée dans la fabrication de moteurs qui a installé, dans une de ses usines, un système de pilotage de la production particulièrement performant, basé sur un logiciel développé en interne et une gestion par Kanban. Le logiciel, qui assure la fonctionnalité classique de base de données techniques et permet la saisie des commandes clients, la confirmation des délais, le traitement des besoins et l'engagement en fabrication, intègre aussi bien une logique de gestion par les contraintes que certains éléments de calcul de type MRP. Mis en place en 1991, ce système, dont l'objectif est de limiter les en-cours par une synchronisation des ateliers, a permis à la fois une forte diminution des stocks et une amélioration de la réactivité de l'usine au marché. Une généralisation de cette approche aux autres usines du groupe, mais qui intègre les contraintes spécifiques de chaque établissement, est en cours. Sans détailler le fonctionnement de cette approche, nous retiendrons qu'elle repose sur la logique que le process de fabrication d'un produit peut être schématisé par un diagramme PERT qui va mettre en évidence un chemin critique et un goulet d'étranglement fonction de la capacité de l'usine. Cette représentation propre à la typologie de chaque produit permet de classer les articles en différentes familles, chacune d'entre elles faisant l'objet de traitements et de modes de gestion spécifiques. Les articles les plus importants sont les articles dits menants, issus du goulet d'étranglement (l'atelier bobinage). Ils représentent l'avancement de la commande client et ne subissent pas de mouvement de stock. C'est leur engagement en production qui va piloter la charge des autres ateliers : à partir de la date de livraison souhaitée par le client et compte tenu de la charge de la période, une date de passage sur l'atelier de tête des articles menants (la contrainte) est définie par le service lancement¹⁰; le logiciel se sert de cette référence pour caler automatiquement les fabrications des ateliers amonts et parallèles à la contrainte et pour éditer les ordres de fabrication associés. En cas de sous charge majeure de la contrainte, un fonctionnement différent est utilisé : une logique de chargement proche de celle d'un MRP. Quel que soit le mode de fonctionnement (programmé par rapport à la contrainte ou de type MRP), et quel que soit le mode d'acquisition de l'article (acheté ou fabriqué), la synchronisation s'opère toujours par la méthode dite d'affectation, qui consiste à réserver sur le stock physique les articles critiques ou nécessaires à la personnalisation des commandes (il y a beaucoup de sur-mesure). Dans ce cadre, sont mis en évidence les articles non disponibles pour réagir sur l'atelier concerné. Quant aux articles indépendants des produits fabriqués, dont la consommation est régulière, ils vont être suivis sur point de commande ou gérés directement en ateliers par étiquette Kanban. Tout l'intérêt de l'approche vient de cette utilisation complémentaire des différents outils en fonction des circonstances de production : Kanban pour les articles en « service atelier » dont la structure de la demande est cohérente avec un tel fonctionnement, MRP pour les calculs de besoins et pour le chargement des ateliers quand l'usine est en sous charge majeure (le cycle est alors réduit), techniques de synchronisation par les contraintes dans les autres cas de figure.

4. Conclusion

Les 10 années qui viennent de s'écouler n'ont pas vu les méthodes « déséquilibrées » s'imposer. Elles restent néanmoins d'actualité et peuvent être tout à fait profitables pour

¹⁰ Dès réception de la commande client, il est possible, grâce à un calcul de la charge induite sur le goulet d'étranglement, de confirmer en temps réel la date d'expédition des produits

traiter certains problèmes de goulets de production ou, comme le montre l'exemple précédent, dans le cas d'une association avec d'autres méthodes. C'est dans cette dernière voie qu'il faut orienter les recherches futures.

5. Bibliographie

1. AFGI, *Trois approches pour un même défi : Goldratt, Plossl, Yamashina*, acte du colloque du 21 novembre 1990, AFGI.
2. BROWNE (Jimmie), HARHEN (John) et SHIVNAN (James), *Les systèmes de production dans un environnement CIM*, AFNOR, 1994, traduction française de *Production Management Systems : a CIM Perspective*, Addison-Wesley Publishing Company, 1988.
3. CHAKRAVORTY (Satya), « Robert Bowden Inc : a Case Study of Cellular Manufacturing and Drum-Buffer-Rope Implementation », *Production and Inventory Management Journal*, n°3, 1996, pages 15 à 18.
4. COURTOIS (Alain), MARTIN-BONNEFOUS (Chantal) et PILLET (Maurice), *Gestion de production*, Les Editions d'Organisation, 1995.
5. CXP, *Gestion de production*, CXP, 1995.
6. DEMMY (Steven) et DEMMY (Barbara), « Drum-Buffer-Rope and Pictures for the Yearbook », *Production and Inventory Management Journal*, n°3, 1994, pages 45 à 47.
7. EICHER (Catherine) et FRINAULT (Patrick), « Premiers regards sur OPT ou une nouvelle théorie de gestion d'atelier », *Enjeux*, n° 67, mars 1986, pages 15 à 18.
8. FAWCETT (Stanley) et PEARSON (John), « Understanding and Applying Constraint Management in Today's Manufacturing Environments », *Production and Inventory Management Journal*, n°3, 1991, pages 46 à 55.
9. GALLOIS (Pierre-Marie), préface de l'ouvrage de Philip Marris, *Le Management Par les Contraintes en gestion industrielle*, Les Editions d'Organisation, 1994, pages 9 à 11.
10. GOLDRATT (Eliyahu) et COX (Jeff), *The Goal : Excellence in Manufacturing*, North River Press, 1984.
11. GOLDRATT (Eliyahu) et FOX (Robert), *The Race*, North River Press, 1986.
12. GOLDRATT (Eliyahu) et FOX (Robert), *The Theory of Constraints Journal*, n°1, octobre-novembre 1986, Avraham Y. Goldratt Institute.
13. GOLDRATT (Eliyahu) et COX (Jeff), *Le but : l'excellence en production*, AFNOR Gestion, 2e éd., 1993.
14. GROVES (Benton), « The Missing Element in MRP - People », *Production and Inventory Management Journal*, n°4, 1990, pages 60 à 64.
15. LUNDRIGAN (Robert), « Qu'appelle-t-on OPT ? », *Revue Française de Gestion Industrielle*, n°3, 1986, pages 27 à 38.
16. MARRIS Philip, *Le Management Par les Contraintes en gestion industrielle*, Les Editions d'Organisation, 1994
17. MELETON (Marcus), « OPT - fantaisie ou révolution », *Revue Française de Gestion Industrielle*, n°3, 1986, pages 17 à 26.
18. MULKENS (Henri), « Les nouvelles organisations productives », *Revue Française de Gestion Industrielle*, n° 3, 1993, pages 6 à 30.
19. PTAK (Carol), « MRP, MRP2, OPT, JIT and CIM - Succession, Evolution, or Necessary Combination », *Production and Inventory Management Journal*, n°2, 1991, pages 7 à 11.

20. REIMER (Glenn), « Material Requirements Planning and Theory of Constraints : Can They Coexist ? », *Production and Inventory Management Journal*, n°4, 1991, pages 48 à 52.
21. SPENCER (Michael), « Using the goal in an MRP system », *Production and Inventory Management Journal*, n°4, 1991, pages 22 à 27.
22. SPENCER (Michael) et COX (James), « Master Production Scheduling Development in a Theory of Constraints Environment », *Production and Inventory Management Journal*, n°1, 1995, pages 8 à 13.
23. SWANN (Don), « Using MRP for Optimized Schedules (Emulating OPT) », *Production and Inventory Management*, n°2, 1986, pages 30 à 37.
24. VOLLMANN (Thomas), « OPT : une extension de MRP2 », *Revue Française de Gestion Industrielle*, n°3, 1986, pages 5 à 15.