Zeitschrift: Revue économique et sociale : bulletin de la Société d'Etudes Economiques et Sociales

Herausgeber: Société d'Etudes Economiques et Sociales

Band: 38 (1980)

Heft: 3-4

Artikel: Gestion des matériaux : perspectives pour les années 1980 = Materials management : blue print for the 1980s

Autor: Collins, R.S. / Dierdonck, R.J.M. van / Vollmann, T.E.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-138520

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Gestion des matériaux: perspectives pour les années 1980

R. S. Collins,
R. J. M. Van Dierdonck,
T. E. Vollmann,
professeurs à l'IMEDE

L'utilisation croissante des techniques intégrées de planification et de contrôle opérationnel faisant appel à l'ordinateur est due principalement au progrès technologique affectant le matériel et le logiciel informatique. La réduction des coûts d'acquisition et de fonctionnement de l'ordinateur les rendent, d'autre part, toujours plus attrayantes pour des entreprises ayant une expérience limitée de l'informatique.

Nous pensons que la mise en œuvre de ces techniques, et en particulier celle faisant appel au concept de la gestion intégrée des matériaux, revêt actuellement une importance particulière pour l'industrie suisse. Les principes de ces systèmes, ainsi que leur conception, sont aujourd'hui bien au point, et le rôle de la direction générale de l'entreprise lors de leur mise en œuvre a été reconnu. Ils présentent des avantages qui correspondent bien au positionnement stratégique des fabricants suisses.

La plupart d'entre eux assurent en effet leur position sur les marchés internationaux, non pas par leur politique des prix, mais par d'autres caractéristiques de leurs produits, comme l'avance technologique, la fiabilité, les délais de livraison, et le service après vente, qui sont pour cette raison d'une importance capitale. Pour maintenir leur position face à l'appréciation continue du franc suisse, ils doivent maintenir ou améliorer leurs prestations dans ces domaines tout en maintenant leurs coûts aussi bas que possible [1].

Comment la gestion intégrée des matériaux peut-elle améliorer les prestations d'une entreprise dans le domaine de l'avance technologique, la fiabilité, les délais de livraison, ou de service après vente? La raison d'être de la gestion des matériaux est d'assurer l'approvisionnement, au moment opportun et en quantité désirée, de pièces et d'ensemble nécessaires à l'assemblage, à la livraison ainsi qu'au maintien du niveau de service optimum, tout en limitant au minimum les inventaires. Toute amélioration a pour conséquence une réduction de la période de développement de nouveaux produits, le respect des dates de livraison, le meilleur fonctionnement des équipements, la fourniture de pièces de rechange et du service nécessaire, et contribue donc directement à l'amélioration des prestations mentionnées.

La gestion intégrée des matériaux englobe toutes les activités de planification, de coordination et de contrôle des matières premières, des composants achetés, des inventaires en fabrication ou terminés, à travers les diverses opérations et les canaux de distribution. Elle a pour objectif le respect des délais de livraison établis, ou le maintien du niveau de service

Materials Management: Blue print for the 1980s

R. S. Collins,
R. J. M. Van Dierdonck,
T. E. Vollmann,
professors at IMEDE

Rapid technological developments in computer hardware and software represent one major impetus for the growing use of computer based techniques for integrated planning and control of company operations. Moreover, as the purchase and maintenance costs of these systems continues to decrease, they become increasingly attractive to companies with limited EDP experience.

We maintain that this implementation of computer based systems, particularly those based upon a materials management data base, is of particular importance to the Swiss manufacturing industry at this point in time. The basic philosophy and design of these systems are well understood, as is the necessary role of general management in their successful implementation. More fundamentally, these systems provide benefits that are consistent with the strategic positioning of Swiss manufacturing.

Most Swiss manufacturers cannot compete in international markets on the basis of price. Rather, they compete in markets where non-price variables, such as technological superiority, reliability, delivery, and after-sales service are of paramount importance. In order to mitigate the inexorable appreciation of the Swiss franc, Swiss manufacturers must maintain or improve their performance in these non-price variables, and do so in the most cost effective way possible.[1]

What do technological superiority, reliability, delivery, and after-sales service have to do with an integrated materials management data base? The cycle time for new product development must be reduced. The equipment must work. Delivery promises must be met. Spare parts and maintenance know-how must be available. These objectives must be provided at minimum costs with minimum inventory investments. All of these obligations summarize the raison d'être for materials management: The rapid provision of components and end products; at the right time; in the right quantity; with minimal inventory investments; to meet assembly test, and delivery schedules; and to provide optimal customer service levels. Materials management encompasses all the activities performed on a routine basis to plan, coordinate and control the flows of raw materials, purchased parts, work-in-process, and finished goods through manufacturing operations and distribution channels to meet a specific delivery date or maintain desired levels of after-sales service. It includes the functions of scheduling, purchasing, receiving, inventory management, production control, shipping, and physical distribution.

The data generated both by and for the execution of these functions are the data included in the integrated data base. The achievement of this data base and the concomitant systems represents a significant challenge to general managers. There is substantial evidence

après vente souhaité. Elle comprend les activités de la programmation, d'achat, de la réception, de la gestion des stocks, du contrôle de la production, de l'expédition et de la distribution du produit.

Toutes les informations nécessaires à l'exécution de ces différentes activités ou créées par celles-ci sont mémorisées dans une banque centrale de données. La constitution de cette banque et du système correspondant représente une tâche difficile pour la direction de l'entreprise. Il est en effet clair que ni la conception, ni le fonctionnement d'un tel système ne peuvent être délégués à des informaticiens ou à des experts en recherche opérationnelle. Comme, d'autre part, ces tâches ne peuvent pas être menées à bien par un seul département, il est évident que la gestion des matériaux est une activité centrale qui exige des changements significatifs dans tous les départements, et donc l'engagement actif de la direction de l'entreprise.

Cet article se compose de trois parties. La première décrit des tendances générales qui ont influencé la gestion intégrée des matériaux. La seconde décrit son état actuel tel que nous l'avons observé dans différentes entreprises européennes ou américaines. La troisième partie établit quelques projections pour la décennie à venir.

TENDANCES GÉNÉRALES

Comparant la conception actuelle de la gestion des matériaux dans des milieux professionnels ou académiques avec celle qui existait il y a dix ou quinze ans, nous avons reconnu cinq tendances générales qui l'ont menée à son état actuel:

1. Utilisation accrue de l'informatique.
2. Recours à des techniques simples et pratiques.
3. Implications accrues de l'utilisateur lors de la conception, de la mise en œuvre et de l'utilisation.
4. Intégration plus poussée des différentes activités.
5. Conscience accrue de son importance stratégique.

Ces différentes tendances ne sont pas indépendantes les unes des autres, et elles ont toutes été influencées par d'autres forces comme le développement de l'informatique et l'apparition de l'économie de pénurie.

Utilisation accrue de l'informatique

A la fin des années 1960, la plupart des systèmes de gestion de matériaux ne faisaient pas appel à l'ordinateur. L'état des stocks était alors enregistré sur carte. Certaines fiches de matériaux étaient préparées à la main par le département du développement, d'autres calculées séparément par différents départements. Les comptes d'achat ainsi que les ordres de commande étaient classés dans plusieurs fichiers et le contrôle de la production basé principalement sur les listes d'urgence manuscrites.

En 1978, l'un de nous effectua une étude portant sur 137 entreprises représentatives de l'industrie des Etats-Unis. 95% de ces entreprises utilisaient alors l'ordinateur pour une

that neither the design nor the operation of a state of the art system can be delegated to computer specialists or operations research experts. Moreover, design, implementation and execution can not be performed solely by one functional area in the firm. Materials management is an integrative activity, requiring significant changes in all functional areas of the company, and the active involvement of general management to achieve those changes.

This article is divided into three parts: The first describes the major trends which have occurred in materials management. The second describes the resultant state of the art which we have observed in a number of companies both in Europe and the United States. Finally, the third part makes some extrapolations for the next decade.

TRENDS IN MATERIALS MANAGEMENT

If one compares the present conception of materials management, both in practice and in academic circles, with that of ten to fifteen years earlier, one is struck by some significant differences. We see five major trends which have led to the present state of the art in materials management:

1. Increasing computer use and support.
2. More emphasis on simple but practical techniques.
3. Increased user involvement in design, implementation and operation.
4. Greater integration among functional areas.
5. Growing awareness of its strategic importance.

These trends are not independent, and they have also been influenced by other forces such as computer technology and the economics of scarcity.

Increasing computer use and support

In the late 1960s and early 1970s, most of the work performed in materials management was supported by non-computerized records. Stock inventory balances were maintened on file cards, bills of material were prepared by hand in engineering, additional (and different) hand generated bills of material were separately calculated by several functional groups, purchasing records were on tub or other hand posted files, books of purchase order copies were kept in several places, and production control was largely based on hand written "hot lists".

In 1978, one of us carried out a survey of 137 firms in the US, representative of the US manufacturing industry. 95% had some computer support for materials management, while 70% had computer support for at least half of its materials management activities. One of the major changes seen was an extensive shift toward the use of computers in purchasing.[2]

One important reason for the increasing use and support of computers for materials management is technical. The availability and reliability of large random access file capabilities were necessary prerequisites. Materials management data bases can easily run into many millions of data elements, with tens of thousands of transactions processed each

partie de leur gestion de matériaux, tandis que 70% l'utilisaient pour au moins la moitié de leurs activités dans ce domaine. Un des changements majeurs que nous avons remarqué était l'usage accru de l'ordinateur pour les achats[2].

Une des raisons majeures de cette évolution est d'ordre technique: la nécessité de vastes mémoires à accès direct et fiable. La gestion des matériaux implique en effet des banques de données comptant plusieurs millions d'informations et nécessitant plusieurs dizaines de milliers d'opérations par jour. Des mémoires séquentielles (bandes magnétiques) ne peuvent pour cette raison pas être utilisées pour résoudre ces problèmes. En plus de cette amélioration des mémoires, les coûts de calculation exprimés par opération ont diminué en gros de 90% pendant chacune des quatre dernières décennies et le remplacement de systèmes manuels par l'ordinateur est donc devenu toujours plus économique.

Une autre conséquence du progrès technique est l'utilisation de systèmes décentralisés. On utilise en effet de plus en plus des systèmes de traitement de l'information répartis comprenant un réseau de petits ordinateurs situés à différents endroits et reliés entre eux ainsi qu'à un ordinateur central[3]. Cette configuration a l'avantage de rapprocher physiquement et psychologiquement l'ordinateur de son utilisateur, et cette proximité favorise la mise en œuvre du système.

Cependant le changement le plus important ayant affecté la gestion des matériaux est l'utilisation accrue de banques intégrées de données. Alors que l'ordinateur était utilisé simplement pour remplacer les opérations manuelles, il permet, dans des applications plus récentes, la création d'une seule banque de données pour les différentes activités. L'expédition, par exemple, qui était autrefois déterminée par plusieurs programmes d'ordinateurs, est attribuée actuellement à un seul programme de l'organisation ayant la responsabilité de toutes les tâches s'y rapportant. Les données créées par ce programme sont accessibles à tous les autres programmes du système.

La banque intégrée de données a aussi pour conséquence une meilleure coordination entre la gestion des matériaux et les autres départements de l'entreprise. La comptabilité analytique, par exemple, peut utiliser la variation d'inventaire lorsque les ordres d'atelier sont exécutés. L'élaboration du budget et la planification stratégique peuvent être intégrées au plan global de production et la planification de la main-d'œuvre adaptée au niveau de production prévu.

Priorité aux techniques simples et pratiques

Les années 1960 ont vu le développement de nombreuses techniques de gestion des matériaux. La recherche opérationnelle a fourni des dizaines de techniques et d'applications telles que les modèles de programmation linéaire, la programmation dynamique des quantités de réapprovisionnements, les algorithmes de charge de machines, et de nombreux modèles de prévision. La plupart de ces techniques avaient pour but la recherche de la solution optimale à un problème particulier, le terme optimal se référant à un objectif unique tel que, par exemple, la minimisation des coûts.

Bien que ces techniques aient été utilisées avec succès pour de nombreuses applications, elles ne se sont pas répandues aussi largement que prévu. Trois raisons semblent expliquer ce

day. Sequential file (magnetic tape) computer systems cannot reasonably cope with these problems. Along with the availability and reliability of random access storage, each of the last four decades has seen roughly a 90% reduction in computing cost when expressed on a per calculation basis. The economic feasibility of substituting computer systems for manual systems becomes more appealing with each passing year.

The same technological developments have also led to more decentralization of computer systems. One increasingly finds so called "distributed processing", where a network of small computers at different locations is linked together and to a central computer as well.[3] These computer configurations have brought computer support closer both physically and psychologically to the user. This closeness is important for the achievement of a system that can and will be implemented.

Of even more importance to materials management in its integrative aspects is the growing implementation of the data base concept. That is, initial uses of computers in materials management were largely to replace manual documents, but more recent applications have focused on integrative data bases. Instead of "shipments" being determined in several ways by several computer programs, there is one place in the organization which has the sole responsibility for each of the transactions which results in "shipments"; all other programs which utilize this datum obtain it solely from the one source.

The integrated data base also has led to closer ties between materials management and other areas in the company. Detailed cost accounting systems, for example, can now be based upon the transactions out of and into stock as shop orders are opened and closed. Budgeting and strategic planning become integrated with the overall production plan. Manpower planning is based upon projected output levels.

Simple but practical techniques

The 1960s was a booming period for the development of techniques for materials management. Operations researchers developed thousands of techniques or applications such as linear programming models for scheduling, dynamic programming for inventory lot sizes, branch and bound algorithms for routing problems, forecasting models, etc. Most of these techniques promised to find the optimal solution to a particular problem with "optimum" usually defined in terms of one simple objective such as cost minimization.

While there have been many successful applications of these techniques in particular problems, their application has not been as widespread as was expected. We see three primary reasons why this is so. First, most of the techniques lack the flexibility to deal with the many sources necessary to uncertainty that are inherent in materials management. One needs techniques to plan, *and* to respond to the multitude of unpleasant realities that occur.

The second major reason we see is the lack of "transparency" that many of the techniques have. It is necessary for users to clearly understand not only what to do, but why this should be done, why the model has produced the particular result, and why the result is better than one the user might obtain with less formal analyses. Transparent systems are

résultat. La première est que la plupart de ces techniques n'ont pas la flexibilité nécessaire pour s'adapter aux impondérables affectant la gestion des matériaux. On a en effet besoin non seulement de planifier, mais aussi de corriger des événements imprévus.

La seconde raison est le manque de transparence qui affecte bon nombre de ces techniques. L'utilisateur ne doit, en effet, pas seulement comprendre ce qu'il doit faire, mais aussi pourquoi cela doit être fait, comment le modèle est parvenu à ce résultat particulier, et pourquoi ce résultat est meilleur que celui d'une analyse moins formelle. Un système peut être qualifié de transparent lorsque les actions qu'il propose, ainsi que les décisions prises par d'autres personnes, peuvent être comprises facilement par chacun.

La troisième raison de cet usage limité des modèles sophistiqués relève de leur intégration. En effet, s'il est facile de construire un modèle visant un seul objectif, la construction d'un modèle capable de déterminer une décision optimale considérant, par exemple, aussi bien les achats que les finances, la production et le marketing est très difficile. Dans la plupart des cas, un compromis doit être trouvé entre ces différentes activités et ce compromis ne peut être fait que dans chaque cas particulier après consultation avec les personnes concernées.

L'accent mis sur ces techniques dans les années 1960 reflétait dans une certaine mesure l'idée que les décisions en gestion des matériaux pouvaient être programmées ou structurées de sorte que leur solution pouvait être fournie par des modèles mathématiques. En fait, si certaines décisions comme la prévision de la demande pour un produit ou la détermination des quantités de réapprovisionnement pour un distributeur peuvent être traitées de cette manière, d'autres décisions, comme la planification détaillée d'une production, échappent à ce schéma.

D'autre part, l'expérience a montré que les techniques les plus répandues sont celles qui utilisent les concepts les plus simples. Le principe de la planification des besoins en matériaux que nous allons décrire ci-après est simple, la seule complexité résultant de la grande quantité d'informations qui doivent être traitées. Cette constatation est aussi valide pour d'autres techniques comme la programmation des rapports critiques, le contrôle entrée-sortie et la planification de capacité[4]. De plus, ces techniques ne prétendent pas apporter une décision optimale, mais plutôt fournir des données exactes et à jour à la personne devant prendre la décision. Elles offrent à l'utilisateur une vision claire des procédures utilisées ainsi que les conséquences des différentes décisions possibles.

La différence existant entre deux types de planification de capacités, la planification sans capacité limite, utilisée principalement aux Etats-Unis, ou la planification avec capacité limite utilisée en Europe, illustre la différence entre un système de programmation de décisions et les techniques qui se contentent de fournir à l'utilisateur les informations adéquates. La planification sans capacité limite calcule en fonction des ordres d'atelier existants la répartition par semaine des heures de travail requises dans chaque centre d'usinage. Si cette répartition indique trop ou trop peu de travail pour une période donnée, c'est à l'utilisateur de prendre la décision qu'il juge adéquate (heures supplémentaires, plan de charge différent, etc.). Dans la planification avec capacité limite l'ordinateur, programmé pour répondre de lui-même à ces conditions, fournit un programme détaillé pour chaque centre d'usinage[5]. La technique de planification sans capacité limite a enregistré un pourcentage de succès beaucoup plus élevé que la technique avec capacité limite.

those where the actions indicated by the system, as well as the actions taken by other individuals, are clear. There is no mystery attached to why decisions have been taken or how conditions may have been created.

The third reason we see for the lack of sophisticated model implementation has to do with integration. It is easier to build a model for a straightforward objective function. Trying to find an "optimal" decision for purchasing *and* finance *and* production *and* marketing is very difficult. In most cases, tradeoffs among these functional areas are required. Usually the tradeoffs have to be made on an individual basis after consultation with the people involved.

To some extent, the emphasis on techniques in the 1960s was a reflection of a prevailing belief that materials management decisions could be classified as "programmed" or "structured", and therefore amenable to routine solutions by mathematical models. In fact, some of the decisions such as routine item forecasting or order quantity determination for the wholesaler are indeed capable of being so handled. But others, such as detailed scheduling of factory operations seem much less so.

What has happened is that the most widespread techniques are conceptually the most simple techniques. Materials Requirement Planning, to which we will turn in the next major section, is conceptually very simple. It is only complicated because of the vast amount of data processing that must be done to support it. The same is true for other techniques such as critical ratio scheduling, input-output control, and capacity requirements planning.[4] None of these techniques claim to make optimal decisions. In fact, they do not claim to make *any* decisions. They merely provide a human decision maker with better and more timely information in a way that is highly transparent. The right data are provided, and the consequences of various actions are quite clear.

An interesting example of the distinction between programmed decisions and procedures that merely process data for decision makers is the difference between what is called "capacity requirements planning" (infinite loading), which is widely used in the US, and "finite loading" which is more widely used in Europe. In infinite loading, a profile of expected work hours, by week, is generated for each work center based upon existing work orders and planned work orders. When this profile indicates that too much or too little work is expected in some week or weeks, it is up to human decision makers to decide how to cope with this problem (overtime, alternate routing, etc.). In the finite loading approach, the computer is programmed to respond to these conditions and produce a detailed schedule for each work center.[5] There has been a far greater success rate for the use of infinite loading procedures than for finite loading procedures. People tend to be much more ingenious in solving problems than computers. Uncertainties about when each job will in fact arrive at a work center, the exact ways to cope with various problems, differences in operator efficiency, machine breakdown, and other random causes, make precise scheduling by computer more difficult. The infinite loading technique is also more transparent to the users, since *they decide* how to cope with the problems rather than being told how to cope by a computer.

L'utilisateur semble d'une part plus ingénieux que l'ordinateur pour résoudre ce genre de problème, et d'autre part, de nombreux impondérables, comme la date d'arrivée des ordres d'atelier dans le centre d'usinage, les différences d'efficacité des opérateurs, les problèmes d'équipement, et d'autres causes aléatoires, rendent une programmation précise par l'ordinateur très difficile. De plus, la programmation sans capacité limite est beaucoup plus transparente pour son utilisateur, puisque c'est à lui de décider comment les problèmes doivent être réglés et non pas à l'ordinateur.

Implication accrue de l'utilisateur

L'implication accrue de l'utilisateur est liée à deux tendances, qui sont le recours aux techniques simples mais pratiques et l'utilisation de l'ordinateur, non pas pour prendre les décisions, mais pour fournir à l'utilisateur les informations requises. Cette implication est nécessaire non seulement lors de l'utilisation du système, mais aussi lors de sa conception et de sa mise en œuvre. La nécessité de compromis entre la gestion des matériaux et d'autres départements, comme le marketing ou la production, requiert évidemment une participation active des différents utilisateurs.

Fondamentalement, un système de gestion des matériaux ne peut réussir que si toutes les personnes concernées y croient. Cela implique, par exemple, que les contremaîtres abandonnent le système informel de gestion qu'ils ont utilisé jusqu'alors et cela ne peut être obtenu que s'ils sont convaincus de la valeur des informations fournies par le nouveau système. Pour obtenir ce résultat dans tous les départements de l'entreprise, la transparence du système, telle que nous l'avons décrite plus haut, ainsi qu'une formation appropriée des utilisateurs sont essentielles. La participation des utilisateurs lors de la conception et de la mise en œuvre du système est la méthode de formation la plus efficace, permettant d'identifier les problèmes et de les éviter pendant la mise en œuvre du système.

L'implication de l'utilisateur découle également de la nécessité d'une banque de données exactes. Les chiffres qui sont contenus dans cette banque doivent en effet correspondre aux quantités physiques se trouvant dans l'entreprise et l'on doit éviter tout acte qui réduirait cette exactitude. Chacun doit considérer comme une part de son travail la gestion de cette banque de données, aussi bien que la gestion par cette banque de données. Si, par exemple, le contremaître doit introduire une transaction cela doit être fait correctement puisque d'autres personnes vont prendre des décisions en se basant sur cette information. Cela signifie donc que l'exactitude des données est essentielle pour la transparence du système et qu'elle doit être considérée comme un but en soi.

Tenant compte de ces facteurs, ainsi que de quelques échecs coûteux lors de la mise en œuvre du système, la plupart des entreprises impliquent maintenant l'utilisateur dès le début de la conception du système et de sa mise en œuvre. De plus, une attention particulière est donnée aux problèmes de l'interface ordinateur-utilisateur. La fonction de l'ordinateur est en effet de fournir à l'utilisateur ayant le pouvoir de décision les informations nécessaires pour prendre de bonnes décisions, reconnaissant par là les problèmes structurels de la gestion des matériaux, la nécessité des compromis et l'existence d'impondérables.

Increased user involvement

The increased involvement of users in the design, implementation, and operation of materials management systems follows naturally from the increasing emphasis on simple but practical techniques. Increased user involvement also follows from using computers more as a support for decision making than to in fact make decisions. Finally, since detailed tradeoffs are made between materials management and other departments such as marketing and production, it also is natural for the various users who are affected by these systems to need to take on a more active role in their design and implementation.

In the last analysis, a successful materials management system will only become a success if it is believed and followed by everyone affected. This means that foremen in the shop will give up the informal systems that they have used; this will only be possible if the formal system provides better information and if the foremen *believe* it is better. The same degree of faith is required in production control and all other areas affected by materials management systems.

It is critical for the systems to be relatively simple and transparent. It is also critical for the users to understand the techniques. This implies education, and a very effective educational approach is to have the users participate in the design and implementation of what is to become *their* system. The inevitable barriers to implementation become more obvious as do the ways of avoiding them.

One additional dimension of user involvement is in the need for data base integrity. The numbers that are in the computer system must match the corresponding physical quantities that are in the factory. Any action, no matter how well intentioned, that comes at the expense of this match is not worth it. It is necessary to look upon everyone's job as management *of* the data base and management *by* the data base. If the foreman is to enter some transaction, it *must* be done correctly. If not, the person who wants to take action based upon that datum cannot do so. That is, in order for "transparency" to be a reality it is also essential that the data are correct. Data base accuracy has to become a goal unto itself.

As a result of all these factors, as well as some very expensive failures in systems implementation, most firms now involve the users from the very beginning in system design, implementation, execution, and education. Moreover, the computer system-user interfaces are given careful attention. Recognizing that materials management is not well structured, that many conflicting objectives have to be traded-off, and that there are substantial uncertainties with which to cope, it is the purpose of the computer system to provide human decision makers with good information for making reasonable decisions.

The final dimension of user involvement that is found to be critical is the active involvement of senior managers in the implementation of the new systems. Implementation of a modern system for materials management may well represent one of the most profound changes a company will ever experience. It is necessary for top management to believe in it, and to provide the necessary support both in terms of resources and decision making at key points. If for example, a particular need arises for the engineering group to change all of the bills of material in the data base, it can easily require a top management edict to achieve this goal.

Le dernier problème critique en relation avec l'implication de l'utilisateur est l'engagement actif des dirigeants lors de la mise en œuvre du nouveau système. Cette implication représente vraisemblablement l'un des changements les plus profonds qu'une entreprise expérimentera; il est donc indispensable que les dirigeants au plus haut niveau y croient et lui apportent le soutien nécessaire sous forme de ressources et de décisions. C'est, par exemple, la direction générale qui demandera la modification de toutes les fiches de produits par le département d'engineering, en cas de besoin.

L'aspect général de l'implication de l'utilisateur ne se situe pas au niveau technique; il se situe au niveau directorial puisque de profonds changements organisationnels doivent être mis en œuvre au niveau des procédures et de la hiérarchie.

Intégration plus poussée entre les différentes activités

Une autre tendance perçue durant les dernières décennies est la reconnaissance accrue des liens existant entre les diverses activités de la gestion des matériaux. A l'origine, les achats, le contrôle de la production, les prévisions de vente, l'entrée des commandes et la distribution du produit étaient gérés de manière indépendante.

Chaque activité ayant ses propres buts, spécialistes et organisations, la coordination était effectuée à un haut niveau hiérarchique et le plus souvent par des contacts informels entre les individus. L'optimalisation séparée de chacune de ces activités était alors la seule solution, vu qu'il n'existait ni système global, ni banque de données intégrée.

Ces liaisons défectueuses avaient cependant pour conséquences des coûts additionnels que nous avons appelés «le balourd de la gestion des matériaux». Ces coûts pouvaient se traduire par une gestion inadéquate des inventaires ou des capacités, par une mauvaise synchronisation de la production et des livraisons, par des coûts de travail accrus, par un accroissement de la période de développement de nouveaux produits, par un manque de flexibilité aux changements ainsi que par d'autres coûts, qui, la plupart du temps, ne peuvent pas être mesurés.

Actuellement de nombreuses entreprises recherchent une meilleure intégration de ces activités. Une des raisons de cette tendance est le développement de l'informatique. Il n'est plus nécessaire de décomposer un problème complexe en plusieurs problèmes simples pour le traiter. Cette intégration implique cependant pour la direction de l'entreprise la mise en œuvre d'une banque de données intégrée comprenant un seul enregistrement des diverses activités comme les prévisions de vente, les expéditions, etc. Cette intégration doit apparaître non seulement dans le système informatique mais aussi dans l'organisation de l'entreprise. De nombreuses entreprises ont à cet effet créé un nouveau poste au niveau de la direction, celui du directeur de la gestion des matériaux, responsable des achats, du contrôle de la production, des approvisionnements, du transport et de la distribution. Alors qu'en 1967, seuls 3% des entreprises avaient un tel poste, la moitié d'entre elles l'avaient créé 11 ans plus tard[6].

La création d'une organisation de gestion des matériaux dans l'entreprise n'est cependant pas suffisante puisqu'il faut créer les liaisons nécessaires entre les départements

This final dimension of user involvement is not a technical issue. The problem is managerial, and the solution is to be found in managerial leadership. Profound organizational changes are required—both in procedures and in authority relationships.

Greater integration among functional areas

The fourth major trend that can be seen in the last two decades is an increasing understanding of the linkages between various aspects of materials management. At one time, purchasing, production control, forecasting, order entry, and physical distribution were managed independently. Each area had its own goals, specialists, techniques, procedures, systems, data, and organization. Coordination among these different organizational units was achieved through organizational hierarchies, agreed upon high level plans, and most often by informal contacts between individuals. The resultant suboptimization of these areas was necessary because there was no overall system design philosophy and no integrated data base.

The overall organizational cost of these poor linkages is what we call "materials management slack". In order to operate in this fashion, companies had to tolerate excess inventories, excess capacities, poor delivery promises, longer lead times, higher labor costs, higher overtime costs, fewer new products with longer development time cycles, a lack of responsiveness to changes in the business environment, and other (mostly hidden) costs.

At this point in time, more and more companies are moving toward a better integration among the various aspects of materials management. To some extent, this integration has been made possible by technological development in data processing; it is no longer necessary to split a complex problem into disjointed sub-problems to make it manageable. However, there is also a substantial managerial dimension to the integration: Managers have to plan for and achieve an integrated data base where there will be one (and only one) record for "forecast", "shipments", etc.

The higher degree of integration is not only visible in the computer systems which support materials management. The organizational structure has also been dramatically changed in many firms. We have witnessed the increasing emergence of a new managerial position: the materials manager, who is responsible for purchasing, production control, physical storage, traffic, and distribution. In a survey conducted in 1967, only three percent of the firms had a materials manager. Eleven years later, nearly one half of the firms responding to a similar question had a materials manager.[6]

The creation of a materials manager position and organization has been for many firms a necessary but not sufficient action. Materials management is an integrating activity, and it is necessary to provide critical linkages to the various departments affected by the flow of materials. For example, the master production schedule (the plan for when each end item is to be built) represents a "contract" between marketing and production. The materials management group can be the keeper of the master product schedule, but they can not be the sole source of the master production schedule. Detailed tradeoffs are required to cope with actual customer requests, manufacturing capabilities, etc. Active participation in the decision making process is required from the areas influenced by the results of the master production schedule.

concernés. Le programme principal de production, par exemple — indiquant quand les différents articles doivent être fabriqués — représente une sorte de contrat entre les départements de marketing et de production. Le groupe de gestion des matériaux peut être le dépositaire de ce programme, mais il ne peut en être l'unique responsable. Tous les départements concernés doivent donc prendre part aux décisions déterminant les compromis nécessaires entre les exigences de la clientèle, la capacité, etc.

Importance stratégique

La dernière tendance que nous avons notée est la reconnaissance de l'importance stratégique de la gestion des matériaux. Celle-ci signifie que la conception du système doit être le reflet de la politique générale de l'entreprise, de ses objectifs et de sa stratégie, pour lui procurer un avantage au niveau des coûts, de la flexibilité ou du service à la clientèle. Une entreprise ayant des produits de haute technicité et au développement rapide a besoin d'un système efficace pour incorporer les changements d'engineering et pour favoriser le développement de nouveaux produits. Une entreprise dont le produit est arrivé à maturité, en revanche, recherchera avant tout une réduction des coûts et accordera plus d'importance à un système permettant leur contrôle. Un producteur d'équipement complexe fabriqué sur commande aura enfin avantage à rechercher une bonne intégration de l'engineering dans le système de gestion des matériaux.

Des considérations stratégiques influencent également la méthode de mise en œuvre de la gestion des matériaux. Une entreprise, par exemple, s'occupant principalement de l'assemblage de composants électroniques n'aura pas les mêmes besoins de contrôle de production qu'une entreprise usinant des pièces compliquées. Certaines entreprises trouveront leur avantage au niveau des achats, alors que d'autres accorderont plus d'importance à la gestion de leur capacité et à son adaptation. A ce sujet, les entreprises européennes semblent être beaucoup moins flexibles que les entreprises américaines quant à leur niveau d'emplois et à leurs horaires de travail.

L'aspect stratégique essentiel de la conception et de la mise en œuvre d'un système de gestion des matériaux se situe au niveau de l'entreprise tout entière et doit être guidé par la direction générale. Celle-ci doit choisir une conception adéquate et considérer la mise en œuvre comme un but stratégique, aussi important que les autres. Cette mise en œuvre doit être planifiée, les ressources étant attribuées, les performances évaluées et corrigées. Tous les membres de la direction générale sont concernés par cet objectif stratégique, puisqu'il influencera aussi bien la prise de décisions que l'organisation de l'entreprise. Il est, pour cette raison, important que tous ses membres, comprenant les avantages potentiels et les changements requis, s'engagent personnellement dans ce projet.

ÉTAT ACTUEL DE LA GESTION DES MATÉRIAUX

Le système de gestion des matériaux de chaque entreprise reflète dans une certaine mesure sa propre personnalité et sa stratégie. Nous avons cependant retrouvé une structure

Strategic importance

The final trend we have observed is the growing awareness that a first class materials management system is of strategic importance. A well designed system can provide a firm with a competitive advantage in terms of cost, flexibility, and customer service. The strategic importance of materials management means that the design of the system should reflect the basic policy, goals, and strategy of the organization. For the firm in a high-technology rapidly changing product environment, sophisticated engineering change and other systems to foster new product development are critical. For the mature product company where cost reduction is important, a need for accounting and other systems to foster value analysis might be critical. For the complex make-to-order equipment producer, improved integration of design engineering with material control systems can pay major dividends.

Strategic considerations also should influence the particular evolutionary path chosen for material control system implementation. The firm which is largely an assembler of purchased electronic components does not have the same relative need for shop floor control as does the firm with highly complex fabricated components. For some firms the payoffs from better procurement are more profound than for others. Still another example concerns the utilization of capacity and the ability to make capacity changes. European firms tend to operate with a much more limited ability to change employment levels and working hours than American firms.

The final dimension of this strategic importance that we consider particularly relevant is that the design and implementation of a materials management system must reflect the company-wide perspective, and should be guided by top management. Top management needs to adopt the proper design and implementation of its materials management system as a strategic goal for the company. It is no less important for the company than other strategic goals. Plans should be established, resources allocated, performance evaluated, and corrective actions taken.

Achieving the strategic objective of a well-designed system is of critical importance to all general managers because of the effect that implementation has on both day-to-day decision making and on the organization that must live with these new systems. It is critical that all members of general management understand the potential advantages as well as the changes required; that the benefits are worth the costs and that each general manager is personally committed to the endeavor.

THE STATE OF THE ART

Each company has a materials management system that reflects its own personality and strategy to a degree. However, in the most successful implementations, there is a similarity in terms of the basic building blocks or modules which comprise a materials management system. Figure 1 is a schematic of these basic modules. It is useful to divide it into thirds; we call these the "front end", "engine", and "back end". Let us now examine each of these, starting with the middle third. Thereafter, we can trace through a typical evolutionary development.

semblable dans les applications les mieux réussies. Cette structure, illustrée par la Figure 1 en annexe, comprend trois éléments constitutifs que nous avons appelés l'élément directeur, l'élément central et l'élément d'exécution. Nous allons maintenant examiner les caractéristiques de ces trois éléments ou modules en commençant par l'élément central et examiner ensuite le développement typique d'un système.

Le module central

La partie essentielle de l'élément central (deuxième tiers de la Figure 1) est le système de Planification des Besoins en Matériaux (PBM). Les données utilisées par le PBM sont le Programme Principal de Production (PPP), les nomenclatures de matériaux et les états de stock. Les nomenclatures de matériaux servent à indiquer les références et les quantités des composants formant chaque partie et sont utilisées par le système de planification des besoins en matériaux pour exprimer les besoins en produits finis en une liste des sous-ensembles, des composants et des matières premières requises en fonction du temps. Le système détermine alors les ordres d'ateliers ou d'achat devant être placés, en tenant compte des ordres existants, des quantités optimales, du réapprovisionnement et des inventaires. Il répète cette procédure pour les différents niveaux des nomenclatures de matériaux, correspondant aux diverses étapes de la production.

Le système PBM produit donc un jeu d'ordres de fabrication et d'achats indiquant les quantités requises dans le temps pour réaliser le programme principal de production. Le rôle de l'élément central est donc de désagréger le programme principal provenant de l'élément directeur en un ensemble de programmes pour chaque composant.

Cette méthode de planification des composants diffère notablement d'autres systèmes comme, par exemple, d'un système du point de réapprovisionnement qui gère de manière indépendante les différents composants. Le système de point de réapprovisionnement place en effet un ordre lorsque l'inventaire d'un composant atteint un niveau déterminé appelé point de réapprovisionnement, indépendamment des besoins futurs. L'expérience a montré qu'un système basé sur la planification des besoins en matériaux fournit de bien meilleurs résultats quant aux capitaux utilisés, aux ruptures de stocks, aux commandes accélérées et à la productivité[7]. Il convient toutefois de noter que ces bénéfices ne vont pas sans frais. En plus de l'équipement et du logiciel informatique, le système exige la tenue de banques de données exactes ainsi que de bonnes liaisons entre les trois parties du système, l'élément central, l'élément directeur et l'élément d'exécution.

L'élément central de la Figure 1 comporte également un module appelé Planification Détaillée de Capacité. L'objectif de ce système est de déterminer le plan de charge de la capacité résultant du plan principal de production. Le système détermine pour chaque centre d'usinage le nombre d'heure de travail. Il peut en effet simuler un plan de charge détaillé en utilisant les données du système PBM pour les ordres placés et prévus, ainsi que des plans d'acheminement indiquant les différentes étapes de la fabrication de chaque composant.

The engine

The key technical module or system in the middle third of Figure 1 is materials requirements planning (MRP). The key inputs to MRP are from the master production schedule (MPS), bills of material, and inventory status data. Bills of material or product structure data show the exact components and quantities required to make each part number. Using these input data, the MRP module "explodes" the time-phased requirements for end items into time-phased requirement records for subassemblies, components, and/or raw materials that go into the end items, netting out any available inventories or open orders, determining plans for orders to be released in the shop as well as orders to be released through purchasing, taking into account desired lot sizes. It repeats these steps for the various levels in the bills of materials corresponding to the various stages of the production process.

The result is a set of planned fabrication and purchasing orders whose quantities and timing are consistent with the master schedule. That is, the objective of the "engine" is to disaggregate the direction provided by the "front end" into a corresponding set of plans for each component part.

This approach utilized for component part planning and control is in sharp contrast to systems where components are managed independently, for instance via a reorder point (ROP) system. In an ROP system, component orders are issued whenever a stock balance reaches some level called the ROP, irrespective of exact future needs for the component. It has been shown that MRP-based systems result in far better performance with regard to inventory investment, stockouts, rush orders, and productivity.[7]

It should be noted that these benefits are not without costs. In addition to computer hardware and software, large data bases have to be maintained at high levels of accuracy, and there are important linkages to be maintained between the "engine" and the "front end" driving systems as well as between the "engine" and the "back end" execution systems.

The engine portion of Figure 1 also shows a module called detailed capacity planning. The objective of this system is to determine the resultant plan of detailed capacity needs that matches the detailed material plan. The approach is to estimate the work load in hours for each machine center for each time period. This is done by using the data from MRP planning for each existing order and each planned order. When combined with detailed routing data (the steps necessary to fabricate each component part), a simulation of the expected work load at each machine center can be obtained.

There are two basic approaches to detailed capacity planning, as previously noted. The infinite loading technique makes no attempts to resolve projected capacity problems, but only provides the data in ways useful for human decision makers to take corrective actions. The finite loading approach, on the other hand, does attempt to resolve capacity problem by the way that detailed machine scheduling is performed. This is represented in Figure 1 by the dashed line to shop floor control.

Ainsi que nous l'avons indiqué plus haut, il existe deux approches différentes pour la planification de capacité. La planification sans limite de capacité n'essaie pas de résoudre un problème de capacité prévue, mais se contente de fournir les données nécessaires à la prise de décision. La planification avec capacité limite tente de résoudre le problème de capacité en établissant une programmation détaillée pour chaque machine. Cela est représenté dans la Figure 1 par la ligne pointillée menant au contrôle de production.

Le module d'exécution

Le module d'exécution du système de gestion des matériaux se compose des systèmes chargés d'élaborer, d'émettre et de superviser les ordres d'achats ou de fabrication des composants ainsi que d'établir les priorités. Il permet le placement des ordres de production et d'achats par l'analyste responsable en fonction des informations provenant du système PBM et, dans certains cas, de la planification de capacités.

Le module de contrôle d'atelier planifie l'avancement de chaque ordre dans la production et suit l'accomplissement de chaque opération prévue par le plan d'acheminement. Cette planification est effectuée au niveau de chaque opération ou machine. Elle consiste essentiellement à établir des priorités basées sur les dates de livraisons pour programmer l'activité de chaque machine. Des programmes d'ordinateur ont été développés soit pour effectuer cette tâche, soit pour assister la personne qui en est chargée. Comme nous l'avons vu plus haut, la mesure dans laquelle une programmation détaillée peut être transférée à l'ordinateur reste sujette à discussion.

Le module de contrôle des achats effectue, pour les parties achetées à l'extérieur, les mêmes fonctions que celles qui sont réalisées par le module de contrôle d'atelier pour les pièces fabriquées dans l'usine. Son objectif est de mettre à jour les priorités d'achats ainsi que de planifier et de contrôler les capacités des vendeurs de la même manière que s'il s'agissait des capacités propres de l'entreprise.

L'élément directeur[8]

L'élément directeur du système de gestion des matériaux se compose de l'ensemble des modules chargé de la direction du système, l'objectif recherché étant l'accomplissement du programme principal de production. Celui-ci est un programme détaillé indiquant à quel moment chaque article ou partie doit être fabriqué. Il est à la base de tous les autres programmes.

Le module de gestion de la demande comprend toutes les activités en relation avec la demande, comme la prévision, le contrôle des commandes, les délais de livraisons, et la distribution du produit. Il considère également les ordres en retard, le réapprovisionnement des stocks dans l'entreprise ou ses filiales, ainsi que les besoins en pièces de rechange. La gestion de la demande exige pour cette raison une très bonne coordination entre les différents départements de l'entreprise.

The back end

The back end of a materials management system is comprised of the execution modules that issue, schedule, monitor, and prioritize actual orders for components—both fabricated and purchased. It involves the releasing by materials analysts of production orders to the shop floor and purchasing orders to the vendors, based on planned order information coming from the MRP-module and in some cases detailed capacity planning information.

The shop floor control module plans and tracks the progress of each shop order through the factory as the workers complete the set of operations dictated by the detailed routing information. The planning detail is at the level of individual operations and machines. It consists essentially of establishing relative priority information, based on due dates, to assist in the detailed scheduling of each machine and person. Computer systems have been developed to perform or support this activity. How far one goes in transferring the detailed schedule activity to the computer is a matter of debate, as we have seen earlier.

The vendor follow-up module performs the same basic function as shop floor control, but for items that are purchased from vendors instead of being fabricated internally. The objective is to provide continually updated priority information to procurement, and to plan/control vendor capacities with as much devotion as owned capacities.

The front end[8]

The front end of a materials management system is the set of modules that provides the overall direction. The end objective is to produce and maintain the master production schedule (MPS). The MPS is a detailed plan for when each end item or product option is to be built; it is the "master" of all other schedules.

The demand management module encompasses all of the activities that place demand for products on manufacturing: forecasting, order processing, the assignment of delivery promises, and physical distribution. Also coordinated are backlogged customer requirements, branch warehouse requirements, intercompany requirements, and service parts requirements. Demand Management is an area where interfunctional coordination is critical.

The production planning module includes these activities which result in an aggregate output plan, typically over a two to five year time horizon. In some firms, the production plan is simply stated in terms of the monthly or quarterly sales revenues for the company as a whole. In other firms, the production plan is stated in terms of the number of units to be produced in each major product line, monthly for the next year.

Production Planning is top management's responsibility, representing their steering wheel for the business. The production plan represents an agreement between marketing, manufacturing, and finance as to what will be produced (in gross terms) and made available to customers. It also includes decisions on the aggregate inventory and/or backlog levels, and in the case of seasonal fluctuations, decisions on what strategy to follow to meet this seasonal demand pattern.

Le module de planification de la production comprend toutes les activités aboutissant à un plan global de production établi en général dans une perspective de deux à cinq ans. Alors que dans certaines entreprises, il se résume au total des ventes trimestrielles ou mensuelles de l'entreprise, dans d'autres, il spécifie pour chaque produit le nombre d'unités qui doivent être fabriquées pour les 12 mois à venir.

La planification de la production relève de la responsabilité de la direction générale, puisqu'elle représente l'organe permettant la conduite de l'entreprise. Le plan de production traduit l'accord existant entre le marketing, la fabrication et les finances quant aux biens qui doivent être produits et mis à la disposition de la clientèle. Il considère également la politique choisie d'inventaires ou de commandes en attente, ainsi que la politique de production dans le cas d'une demande saisonnière.

Le module de planification de ressources est lié à celui de la planification de la production. Il sert à déterminer les besoins en capacité de l'entreprise à long terme en se basant sur les prévisions de vente et le plan de production. Il détermine les limites dans lesquelles la planification de la production devra rester et fournit la base des prévisions d'investissement.

Le module de programmation principale de production est probablement le plus critique de tout le système. Il comprend toutes les activités nécessaires à l'établissement et au contrôle du plan principal de production. Ce plan est une définition de la production et non une prévision de la demande, et il est indépendant du niveau actuel de la demande. Le plan principal de production tient aussi compte d'autres facteurs comme les limitations de la capacité de production, la disponibilité des matières premières et l'économie de production.

La plupart des entreprises utilisant un système effectif de gestion des matériaux ont créé un poste spécialisé de responsable du plan principal de production. Son titulaire s'occupe de la mise à jour de ce plan. Il ajoute les produits ou groupes de produits devant être fabriqués pendant les nouvelles périodes entrant dans le domaine du plan, il effectue des changements nécessaires et compose le plan final d'assemblage. Il évalue les performances réelles par rapport au programme principal et prend les mesures correctives appropriées. Alors que dans certains cas, il a la responsabilité des décisions en relation avec ces problèmes, dans d'autres, son rôle se limite à celui de coordinateur et il s'occupe des propositions de plan qui sont discutées et approuvées lors de réunions rassemblant des représentants des départements concernés. Le plan principal de production doit cependant être un document accepté par l'ensemble de l'organisation quel que soit le rôle de son responsable.

Le module de planification brute de capacité sert à déterminer les étranglements potentiels pouvant survenir dans les différents centres d'usinages en fonction du plan principal de production. Cette planification brute est effectuée moins souvent que la planification détaillée décrite plus haut et couvre donc une période de temps plus étendue. Elle utilise des techniques plus simples et des informations moins détaillées que celles nécessaires à la planification de capacité avec ou sans charge limite. Le but du module de planification brute est d'analyser si les capacités de l'entreprise permettent l'exécution du plan principal de production. Cette analyse permet quelquefois de modifier le plan principal pour lui permettre de respecter les limites de charge d'équipements clés sans qu'il soit nécessaire d'effectuer l'explosion complète du plan.

Resource planning is linked to the production planning module. It encompasses the process of determining long range capacity needs of the business. It involves translating the long-range sales forecast and production plan into gross estimates of required manufacturing facilities. The result of resource planning is to create the capacity limits within which the production planning activity must operate. Resource planning also provides the basis for capital budgeting.

The master production scheduling module is perhaps the most critical in the entire material control system. This module includes all the activities involved in preparing and monitoring the MPS. The MPS is a statement of production, not a forecast of market demand. That is the planned production level may vary considerably from the actual pattern of market demand. The MPS reflects also such factors as production capacity limitations, raw material availability, and production economy.

Most companies with a successful materials management system have created the specialized job of master scheduler. This job involves maintaining the master production schedule: adding products or product groupings to the end of the MPS planning horizon, making changes over time, releasing the final assembly schedule, monitoring actual performance against the MPS, and responding to dynamic changes. In some cases, the master scheduler may have decision-making authority with regard to these issues. In other cases, his or her role is limited to that of coordinator and involves preparation of MPS-proposals to be discussed and approved in an MPS-meeting involving representatives of the various functional departments. Whatever the role of the master scheduler, the master production schedule should be a document to which the whole organization agrees and to which it is committed.

The rough cut capacity planning module serves to evaluate the MPS in terms of potential bottlenecks in critical machine centers. It involves a translation of the MPS into capacity load for selected work centers. Rough cut capacity planning is typically performed much less frequently and covers a longer time span than the detailed capacity planning techniques described earlier. In addition, rough cut capacity planning involves the use of simpler capacity planning techniques and far less detailed information than is used in either infinite or finite loading. The function of this module is a quick analysis to indicate whether the MPS is feasible in view of the planned capacities of the company. Such an analysis may sometimes lead to a decision to make changes in the master schedule, before going through the MRP explosion, in order to accommodate the capacity limitations of key facilities.

Stages of development

The type of system described above is invariably the result of an evolutionary process where systems are designed, implemented, and improved. Further, the linkages among sub-systems become better understood, and day-to-day management becomes integrated with the system. Many companies share a somewhat similar evolution which is important to describe.

The typical approach to MRP implementation is to start in the middle third of Figure 1, usually by developing computerized bills of materials. For some firms, this is traumatic

Le développement du système

Le genre de système décrit plus haut est immanquablement le résultat d'une évolution au cours de laquelle différents systèmes sont élaborés, mis en œuvre et améliorés. Au fil de cette évolution, les liaisons entre les différents sous-systèmes sont améliorées et les décisions opérationnelles mieux intégrées. Il nous semble important de décrire une évolution qui a eu lieu dans de nombreuses entreprises.

La mise en œuvre d'un système PBM commence généralement par la mise sur ordinateur des nomenclatures de matériaux (deuxième tiers de la Figure 1). Cette première étape représente pour certaines entreprises une expérience difficile alors que d'autres, possédant déjà des nomenclatures de matériaux effectuent ce transfert sans efforts majeurs. L'étape suivante est l'établissement des listes synchronisées de composants, telles que l'exige le système pour l'exploitation du plan principal de production.

Malheureusement de nombreux dirigeants d'entreprise considèrent ce stade de l'évolution comme une fin en soi et non pas comme une étape. Ce point de vue les amène à concentrer leurs efforts sur le personnel spécialisé, le matériel et le logiciel informatique. L'objectif, en fait, est la mise en œuvre du système et la réalisation des bénéfices qui en découlent. Il implique que les utilisateurs (responsables de la planification et surveillants d'atelier) utilisent le système et changent leur méthode de travail.

Les premiers plans synchronisés résultant de la décomposition du plan principal contiennent généralement de nombreuses erreurs qui sont dues au manque de contrôle des données et des transactions effectuées. La correction de ce problème est une étape majeure du développement du système qui implique la modification des procédures utilisées et qui touche pratiquement à tous les documents utilisés dans la fabrication. Si ce pas n'est pas franchi, le système PBM restera confiné au département informatique. Le passage de cette étape critique demande pour cette raison l'engagement de la direction générale, ainsi qu'un programme de formation intensif pour les utilisateurs. Ceux-ci doivent non seulement comprendre les nouvelles procédures utilisées, mais aussi comment le nouveau système fonctionne, leur propre rôle dans ce contexte, et comment le nouveau système peut rendre leur travail plus créatif et agréable.

Lorsque l'élément central du système est mis en place (deuxième tiers de la Figure 1), on passe souvent à l'élément d'exécution (troisième partie de la Figure 1). La première tâche est la conception et la mise en œuvre d'un système de contrôle d'atelier permettant de suivre l'avancement de chaque commande dans la fabrication et permettant un contrôle serré des déchets et d'autres problèmes. A ce stade aussi, les chances de succès sont très minces si l'on considère cette tâche comme un problème d'informatique.

En fait, les étapes de développement que nous avons décrites ne sont pas suivies par toutes les compagnies et nous en connaissons plusieurs qui ont commencé par le programme principal de production. Il y a cependant un point que nous aimerions relever. La mise en œuvre d'un système complet est un processus de longue haleine qui requiert pour sa réussite l'engagement de la direction générale de l'entreprise, des modifications significatives au niveau du travail quotidien et une formation adéquate à tous les niveaux de l'entreprise. On doit malheureusement reconnaître que certaines entreprises ont investi l'équivalent de

experience, while for others such bills already exist or only require minor efforts for loading onto a computerized bill of materials processor. The next objective is to produce the time-phased component records, which requires a computer system for the MRP explosion.

Unfortunately, many managers at that stage of evolution tend to view the creation of component time-phased records as the objective, rather than as a necessary but not sufficient condition. This viewpoint tends to focus the MRP effort on computer personnel and the purchase of computer hardware/software.

In fact, the objective is implementation and the benefits to be achieved from an implemented system. This means that users (primarily planners and first line supervisers) will use the system to do their jobs in ways that are quite different from those previously in use.

After a firm achieves the ability to do explosions, the typical result is that the resultant time-phased plans are not believable because the data and transactions to the data are not tightly controlled. This results in a major evolutionary step, a process of procedural reform, typically involving a change in virtually every piece of paper going through the factory. If this step is not achieved, the result is an MRP system that only exists in the computer department. It should also be clear that in order for this step to occur it is critical for general management to provide leadership and for extensive user education to be undertaken. Users need to understand not only the detailed new procedural steps, but how the overall system works, their critical roles in this process, and why the system can make their jobs much more creative and pleasant.

With the middle third of Figure 1 implemented, the focus of attention often shifts to the last third of Figure 1, to designing and implementating a shop floor control system to control the status of each order as it flows through manufacturing. It is also necessary to implement tight procedural control over reporting accuracy in order to account for scrap and other problems. Again, if this is viewed as a computer problem, the prospects for success are bleak. It will be necessary once more to obtain the commitment of general management both to the implementation and operational changes, and to the importance of locked stockrooms, cycle counts of inventory, and investments in stock room equipment.

A similar evolution also take place in the purchasing organization. The net result of an MRP-based purchasing system is an entirely new professional approach to procurement. Buyers spend their time buying—managing the capacity of the vendors—instead of clerical activities and panic operations. It is worth noting that many companies have paid for the entire MRP system with the first year reduction in purchased component costs!

With the bottom two-thirds of Figure 1 in place, the typical firm turns to the top third, which is in fact the most critical part of the system. Without proper work here, the result is sophisticated systems to execute poorly developed plans. It is critical to drive MRP and the execution systems with a front end (MPS) system that clearly deals with reality, making the tradeoffs that must not be avoided if the major benefits are to be achieved.

A well implemented MPS system means that finance, manufacturing, sales, engineering, and purchasing all work to a single well understood corporate plan. Tradeoffs are faced squarely and the formal MPS system is used to drive all areas. Strategic planning and

plusieurs centaines de milliers de francs suisses pour leur système de gestion des matériaux et n'ont jamais obtenu les bénéfices escomptés.

Cette mise en place, ainsi que les changements opérationnels qu'elle implique, comme l'utilisation de magasins d'inventaire clos et la vérification cyclique de leurs états, exige en effet l'engagement de la direction générale.

L'organisation des achats doit suivre une évolution semblable. Le système PBM implique, en effet, une approche tout à fait nouvelle de cette fonction où les acheteurs consacrent leur temps à acheter, c'est-à-dire à gérer la capacité de leur vendeur, et non en écritures et autres achats en catastrophe. Il est intéressant de noter que de nombreuses compagnies ont pu payer l'ensemble des frais de mise en œuvre d'un système PBM avec les économies réalisées sur leurs coûts d'achats pendant la première année.

Lorsque l'élément central et l'élément d'exécution du système sont mis en place (deux tiers inférieurs de la Figure 1), l'entreprise type se consacre généralement à l'élément directeur qui est en fait la partie la plus critique du système. Un mauvais développement de cette partie a, en effet, pour résultat l'utilisation d'un système sophistiqué pour la réalisation d'une mauvaise planification. Il est absolument indispensable que le système PBM soit dirigé par un plan principal de production gardant le contact avec la réalité et sachant faire les compromis nécessaires à la réalisation des bénéfices escomptés.

Une mise en place réussie d'un système PPP signifie que les départements des finances, de la fabrication, des ventes, de l'engineering et des achats travaillent tous à un seul plan d'entreprise bien compris. Les compromis sont alors analysés de manière objective et le système formel PPP est utilisé pour conduire tous les domaines de l'entreprise. Il fournit une base consistante pour la planification stratégique et les budgets.

PRÉVISIONS POUR LES ANNÉES 1980

Notre pronostic pour la gestion des matériaux au cours des années 1980 va essentiellement dans le sens d'une évolution suivant les 5 tendances générales que nous avons reconnues. Des entreprises de plus en plus nombreuses parviendront au système illustré par la Figure 1 et celles qui l'ont déjà installé l'amélioreront. Nous consacrerons la dernière partie de cet article à l'identification de quelques-unes des directions principales que pourrait suivre l'évolution du système et nous reviendrons ensuite à ses implications pour la direction de l'entreprise. Nous sommes, en effet, convaincus que la clé menant aux avantages que confère un système de contrôle des matériaux est l'action des dirigeants de l'entreprise.

L'évolution du système

L'avantage compétitif que confère un système moderne de gestion des matériaux sera reconnu et cela en stimulera l'adoption. Cette tendance sera de plus encouragée par les activités des fabricants d'ordinateurs qui utiliseront de nouveaux concepts, tels que le traitement décentralisé de l'information, la saisie des données à distance, et les systèmes

budgeting are done on a basis that is consistent with the MPS. Everyone works to the formal system with no overrides.

In fact, the stages of development we have outlined are not strictly followed by all companies. We know of several firms that have started with the master production schedule (MPS). The point we want to clearly stress is simply this: The implementation of a complete system is a long process, the direction of general management is critical to success, significant changes in day-to-day operation are required, and education at all company levels is required for success. It is a sad fact that some firms spend the equivalent of hundreds of thousands of Swiss francs on MRP systems and do not ever achieve the real benefits that can be obtained.

BLUE PRINT FOR THE 1980s

Our prognosis for materials management in the 1980s is essentially evolution. The five basic trends will continue, more firms will achieve the systems illustrated by Figure 1, and firms who have these systems in place will enhance them. In this closing section, we will briefly identify some of the important directions for systems evolution; thereafter, we come back to the managerial implications. We are convinced that the key to achieving the advantage offered by a first class materials control system is managerial leadership.

System evolution

Companies that have state-of-the-art material control systems will be recognized as having a distinct competitive advantage. This will serve to stimulate the adoption of such systems. In addition, the adoption process will be enhanced by the activities of computer manufacturers exploiting such concepts as distributed processing, remote data capture and dedicated process control systems utilizing either mini- or micro-computer technology. Further developments in software will also make adaption of these systems a more straightforward job.

Do these technical advances imply that each manufacturing firm in a particular economic sector will operate eventually the same system? We doubt it, since any one system will tend to be affected by the firm's competitive environment, product structure, internal organization and corporate strategy.

The primary objective of any materials management system is to reduce organizational slack; to convert excess inventories into cash; to take on new business with the same capacity; to improve delivery promises and performance, to reduce lead times and become more responsive; and to reduce other costs as well. The slack reduction process is a steady evolution—based on successful implementation of new systems. The perception of problems (identification of slacks) will be different from company to company, both because of the inherent nature of the business and the unique constraints of the organization and its people.

spécifiques de contrôle utilisant la technique des mini- ou micro-ordinateurs. La poursuite du développement du logiciel simplifiera également l'adaptation de ces systèmes.

Est-ce que ces progrès techniques impliquent que tous les fabricants, travaillant chacun dans leur propre secteur économique, utiliseront tous le même système? Nous en doutons puisqu'un système particulier est influencé par la concurrence, la structure du produit, l'organisation interne et la stratégie de l'entreprise.

L'objectif premier d'un système de gestion des matériaux est en effet de réduire le «balourd» de l'organisation. Il doit convertir les inventaires superflus en monnaie, réduire les délais de livraisons, abaisser les temps morts et les coûts. La réduction du «balourd» de l'organisation s'inscrit dans un processus évolutif basé sur la mise en œuvre réussie de nouveaux systèmes. La compréhension des problèmes (identification du «balourd») sera différente dans chaque entreprise en raison, d'une part, de la nature propre de son activité, d'autre part, des contraintes spécifiques de l'organisation et de ses membres.

La tendance à une prise de décision décentralisée, basée sur des données précises et à jour sera poursuivie. La meilleure intégration des activités permise par le système de gestion des matériaux aidera l'entreprise à se rapprocher de son état optimal. Cela étant dit, il n'est pas question d'opposer la centralisation à la décentralisation des décisions mais bien d'atteindre une meilleure coordination entre les différents sous-ensembles de l'organisation, afin de réduire les «balourds» tout en tenant compte de la réalité d'objectifs et de contraintes changeants.

Un des domaines actuellement concerné par la réduction du «balourd» est celui de la comptabilité industrielle et de l'élaboration des budgets. L'utilisation des transactions de la banque de données du système PBM permet en effet la construction d'un excellent système de comptabilité analytique permettant une meilleure congruence entre les variances enregistrées, les actions correctrices indiquées et la fabrication réelle. De la même manière, la planification des investissements peut et doit être liée aux informations de la planification de capacité, les coûts de travail budgetés ajustés au plan principal de production et l'ensemble de l'élaboration du budget intégré à la gestion des matériaux.

L'engineering est un autre domaine propice au développement du système. Cette fonction est en effet affectée par plusieurs sources de «balourds» qui dérivent toutes de sa mauvaise intégration. Ces «balourds» peuvent se traduire par un allongement du temps d'introduction de nouveaux produits ou du temps de fabrication de commandes spéciales, par une capacité limitée à concrétiser de nouvelles idées, par une mauvaise standardisation, enfin par une mauvaise productivité due au choix des séquences de fabrication ou à des programmes de réduction de coûts inappropriés. Nous connaissons des compagnies qui ont entrepris le développement de nouveaux systèmes pour résoudre chacun de ces problèmes et qui en retireront certainement un bénéfice substantiel.

Une dernière source importante de «balourd» se rapporte aux communications de la compagnie avec le monde extérieur. En général, les entreprises mentent à la fois à leurs fournisseurs et à leurs clients. Elles transmettent de mauvaises informations qu'elles mettent beaucoup de temps à envoyer et à recevoir. Le «balourd» résultant de ces difficultés peut être réduit. Les achats, par exemple, se considèrent comme une partie du système de gestion des matériaux de ses vendeurs et transmettent rapidement aussi bien les commandes fermes que

There will be a continuation of the trend towards decentralized decision making based upon accurate and timely data upon which to make a decision. The integration of activities provided by the materials management system itself results in a closer approximation of overall enterprise optimality. That is, the issue is not centralization versus decentralization of authority; it is improved coordination among organizational sub-units to reduce slack while living with the daily realities of shifting objectives and constraints.

One area for slack reduction that is increasingly recognized is cost accounting and budgeting. Not only can an outstanding cost accounting system be designed around the transactions to the MRP data base, the resultant variances and indicated remedial efforts will be much more congruent with the realities of the factory. Similarly, capital budgeting can and should be tied to capacity planning outputs, labor budgets should be adjusted as indicated by MPS dictates, and the entire budgetary process should be integrated with materials management with updates as indicated.

Another major area for systems evolution is in engineering. There are many sources of slack that basically derive from poor integration of the engineering function into the main stream of the integrated data base. These slacks result in longer than necessary times to introduce new products, too limited an ability to bring product conceptions to reality, longer than necessary lead times for make-to-order products, too many components that fulfil the same function (poor standardization), too limited an ability to sequence component fabrication for better productivity, and unnecessary constraints being imposed upon cost reduction programs. For each of these slack problems, we know companies who have system design efforts underway. The payoffs to the firm can be very substantial.

The final significant slack source that is particularly appealing is that imposed by company lines. Firms habitually lie to both their suppliers and their customers, poor information is transmitted, and long time periods are used to send and receive information. Each of these problems results in slack of one kind or another, that can be reduced. The purchasing activity is properly understood as being a key input to the vendor's MPS; updated due dates can be quickly passed along; information about planned orders as well as released orders can be provided; basic capacity can be purchased with exact specification of what products provided at much later dates. Many firms have found the payoffs from better integration with suppliers and customers to be significantly larger than the internal return generated by the basic material control systems.

Managerial implications

The achievement of a first class materials management system, and the continuing enhancement to that system—to the point where it becomes a "company" system—represent a significant challenge. Success is a managerial rather than a technical problem. The ability of the manager to effect organizational change is critical. Implementation of these systems often is the single largest organizational change in the company's history.

One of the critical variables to implementation is user involvement. Virtually every success story that we know was achieved with substantial user involvement and the right kind of top management commitment. We have also observed failures; in every case there was a

celles qui sont prévues dans le futur, ainsi que tout changement de date de livraison. Il est ainsi possible d'acheter une capacité de travail en spécifiant plus tard les produits nécessaires. Pour de nombreuses entreprises, les gains réalisés par une meilleure intégration avec leurs fournisseurs et leurs clients ont été sensiblement plus importants que ceux réalisés à l'intérieur de l'entreprise.

L'implication pour la direction de l'entreprise

La mise en œuvre d'un système de gestion des matériaux de premier ordre et son amélioration continue représente un défi majeur. Sa réussite dépend plus de la direction de l'entreprise que de problèmes techniques. La capacité du directeur général à instaurer des changements dans l'organisation est critique puisque la mise en œuvre de ce système représente souvent un des changements organisationnels les plus importants dans l'histoire de la compagnie.

Un des paramètres les plus critiques de la mise en œuvre est l'engagement des utilisateurs. Dans pratiquement tous les cas de réussite, nous avons pu observer un engagement important des utilisateurs et une participation adéquate de l'état-major. Cet engagement faisait défaut dans tous les cas d'échec que nous avons observés. Et si ces qualités seules n'assurent pas entièrement le succès, elles sont à notre avis les plus importantes.

Une participation active des utilisateurs lors de la conception et de la mise en œuvre de l'utilisation de ces systèmes impliquent également l'organisation d'un programme de formation sérieux. Une entreprise de conseils est très utile pour évaluer les plans de formation et les résultats du personnel chargé de la conception du système. Les utilisateurs ont besoin d'être entraînés plusieurs fois ainsi que de recevoir une formation assez large pour leur permettre de voir l'effet de leurs actions dans le système global. Les oppositions et les insécurités liées au changement doivent être discutées ouvertement.

La direction de l'entreprise doit d'autre part reconnaître la nécessité de changements affectant l'organisation hiérarchique et la définition des tâches. L'aspect bureaucratique de certaines fonctions comme, par exemple les achats, diminuera, mais leurs exigences professionnelles augmenteront. Certaines personnes considéreront ces changements comme un défi et se développeront en conséquence. Leur statut dans l'entreprise et leur salaire devront être revus. Une forme d'organisation basée sur le système de gestion des matériaux est à conseiller. Sa mise en œuvre relève de la responsabilité de la direction générale.

Un système de gestion des matériaux doit également considérer les nationalités. L'influence de la culture peut être critique. Nous connaissons, par exemple, une compagnie américaine qui, ayant mis en œuvre un système de gestion des matériaux avec succès dans son usine des Etats-Unis, fut incapable d'utiliser ce système pour une même usine au Royaume-Uni. Le problème de l'exactitude des données semble, par exemple, moins critique en Suisse qu'aux Etats-Unis en raison de l'attitude du personnel chargé de l'exécution des procédures. D'autre part, en Europe, la difficulté à embaucher ou mettre à pied du personnel exige plus du système de planification de capacités; aux Etats-Unis la plupart des entreprises recherchent principalement une réduction de leurs coûts et de leurs inventaires. Ces différences s'expliquent par les taux d'intérêt plus élevés aux Etats-Unis,

lack of user and top management commitment. These attributes are not the only requirements for success, but in our opinion they are the most critical.

Active involvement of the users in the design, implementation and operation of these systems also implies a significant commitment to education. Education is required for the designers; outside consulting is useful to assess plans and accomplishments; users need to be trained and retrained (redundancy is necessary); users need to be broadly educated so that they see the relationships of their actions to the entire system; the natural resentment and insecurity generated by change should be treated openly.

Another key implication for general managers is to recognize the changes that must occur in authority relationships and job design. For example, procurement becomes less clerical and more professional. Some individuals will regard these changes as a tremendous challenge and grow accordingly; they must be *adjusted* in their job and pay status. A materials management form of organization may well be indicated; implementation of new organizational forms is a general management responsibility.

The international dimensions of materials management should not be underestimated. Differences in culture can be critical. For example, we know of an American firm which, although successful in implementing a materials management system in its US operation, was unsuccessful when it attempted to implement the same system in an identical plant in the United Kingdom. Data integrity is less of a problem in Switzerland than in the US apparently because of personal attitudes to the execution of formal procedures. In Europe constraints on adding or deleting people from the labour force put greater pressure on capacity planning than is true in the US. In the US most firms emphasize cost and inventory reductions as goals for these systems. In Europe, particularly in Swiss and German firms, the emphasis is on capacity utilization. In the US one finds higher interest rates and carrying costs. In Switzerland and Germany one finds high labour cost and a scarcity of skilled workers. Other differences include the attitude towards authority and discipline. All of these cultural differences are important for achieving first-class results. The manager needs to clearly understand both the objectives and the constraints in a particular cultural setting.

The final managerial issue we want to stress is the continuing importance, from a strategic point of view, of implementing and continuously enhancing the materials management system. The system is not only a goal unto itself, the system will in turn support improved strategic planning. The consequences of alternatives can be better estimated and the gap between plans versus actual results will be narrowed.

As we enter the 1980s the successful firm, more than ever, must be able to plan for and respond to change. The challenge to managers is to implement systems that support their strategic and tactical plans. The successful manager of the 1980s will provide the leadership for this implementation.

ainsi que par les coûts de travail et le manque de main-d'œuvre qualifiée existant en Europe et plus particulièrement en Suisse et en Allemagne. On peut relever bien d'autres différences affectant l'attitude du personnel face à l'autorité et à la discipline. L'ensemble de ces différences culturelles doit être pris en considération si l'on veut obtenir de bons résultats. La direction de l'entreprise doit pour cela comprendre aussi bien les objectifs que les limitations d'une culture particulière.

Le dernier point que nous aimerions souligner est l'importance du point de vue stratégique d'une mise en œuvre et d'une amélioration continue du système de gestion des matériaux. Ce système est en effet non seulement un but en lui-même, mais il permet en plus une meilleure planification stratégique. Il permet une meilleure évaluation des conséquences des alternatives, ainsi que la réduction des différences entre le plan et les résultats actuels.

A l'aube des années 1980, une entreprise bien gérée doit être capable plus que jamais de planifier en fonction des changements. Le problème des gestionnaires est d'installer des systèmes les aidant à élaborer leur plan stratégique et tactique; les meilleurs d'entre eux seront ceux qui auront su conduire à bien cette mise en œuvre.

Références

[1] R. S. Collins et J. K. Owens: «Les industriels suisses: Comment font-ils pour rester compétitifs?», *Revue Economique et Sociale*, mai 1979.

[2] Voir R. J. M. Van Dierdonck: *The Materials Management Process: A Conceptual Framework*, Dissertation, Harvard Graduate School of Business Administration, 1979.

[3] Voir J. R. Buchanan et R. G. Linowes: «Understanding Distributed Data Processing», *Harvard Business Review*, juillet-août 1980, pages 143–153.

[4] Description détaillée de ces techniques, cf. par exemple O. Wight: *Production and Inventory Management in the Computer Age*, Cahner's Books International, Inc., Boston, 1974.

[5] Description détaillée de plans de charge avec ou sans limite de capacité, cf. E. Buffa and J. G. Miller: *Production – Inventory Systems*, R. D. Irwin, Inc. Homewood, Ill., 1979.

[6] Voir J. Miller et P. Gilmour: «Materials Managers: Who Needs Them?», *Harvard Business Review*, juillet-août 1979, pages 143–153.

[7] Description détaillée de PBM, cf. J. Orlicky: *Materials Requirements Planning*, McGraw-Hill, 1975.

[8] Description détaillée et de nombreuses études de cas à ce sujet, cf. W. Berry, T. Vollmann et D. Whybark: *Master Production Scheduling: Principles and Practice*, American Production and Inventory Control Society, Inc., 1979.

References

[1] R. S. Collins and J. K. Owens: "Les industriels suisses: Comment font-ils pour rester compétitifs?", *Revue Economique et Sociale*, mai 1979.

[2] See R. J. M. Van Dierdonck: *The Materials Management Process: A Conceptual Framework*, Doctoral Dissertation, Harvard Graduate School of Business Administration, 1979.

[3] See J. R. Buchmann and R. G Linower: "Understanding Distributed Data Processing", *Harvard Business Review*, July–August, 1980, pp. 143–153.

[4] For a more detailed description of these techniques, see for example O. Wight: *Production and Inventory Management in the Computer Age*, Cahness Books International, Inc., Boston, 1974.

[5] The difference between infinite and finite loading is described in more detail in E. Buffa and J. G. Miller: *Production–Inventory Systems*, R. D. Irwin, Inc. Homewood, Ill., 1979.

[6] See J. Miller and P. Gilmont: "Materials Managers: Who Needs Them?", *Harvard Business Review*, July–August 1979, pp. 143–153.

[7] For a more detailed description of MRP, see J. Orlicky: *Materials Requirements Planning*, McGraw-Hill, 1975.

[8] For a more detailed discussion as well as a number of case studies on this part of a materials management system, see W. Berry, T. Vollmann and D. Whybark: *Master Production Scheduling: Principles and Practice*, American Production and Inventory Control Society, Inc. 1979.

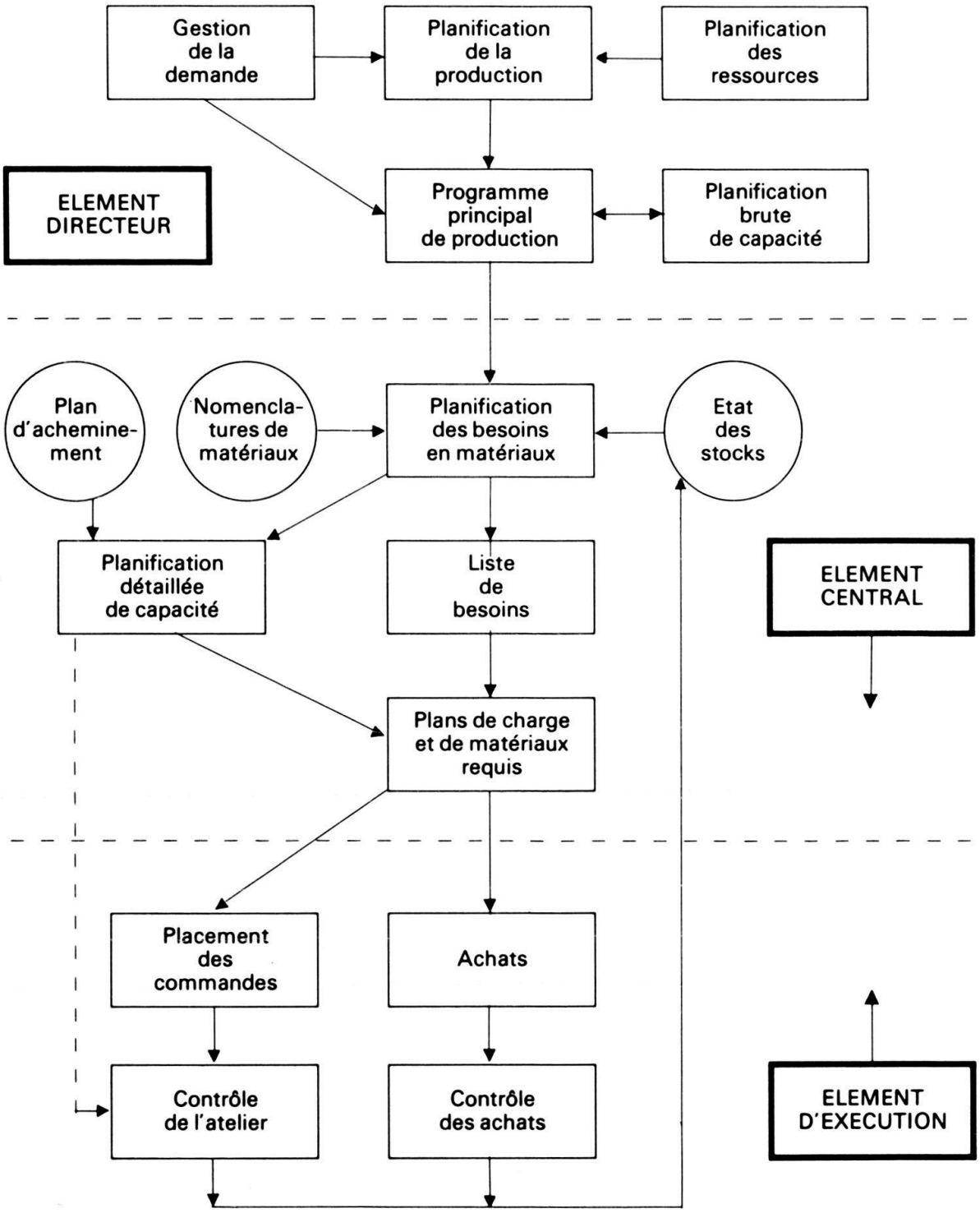
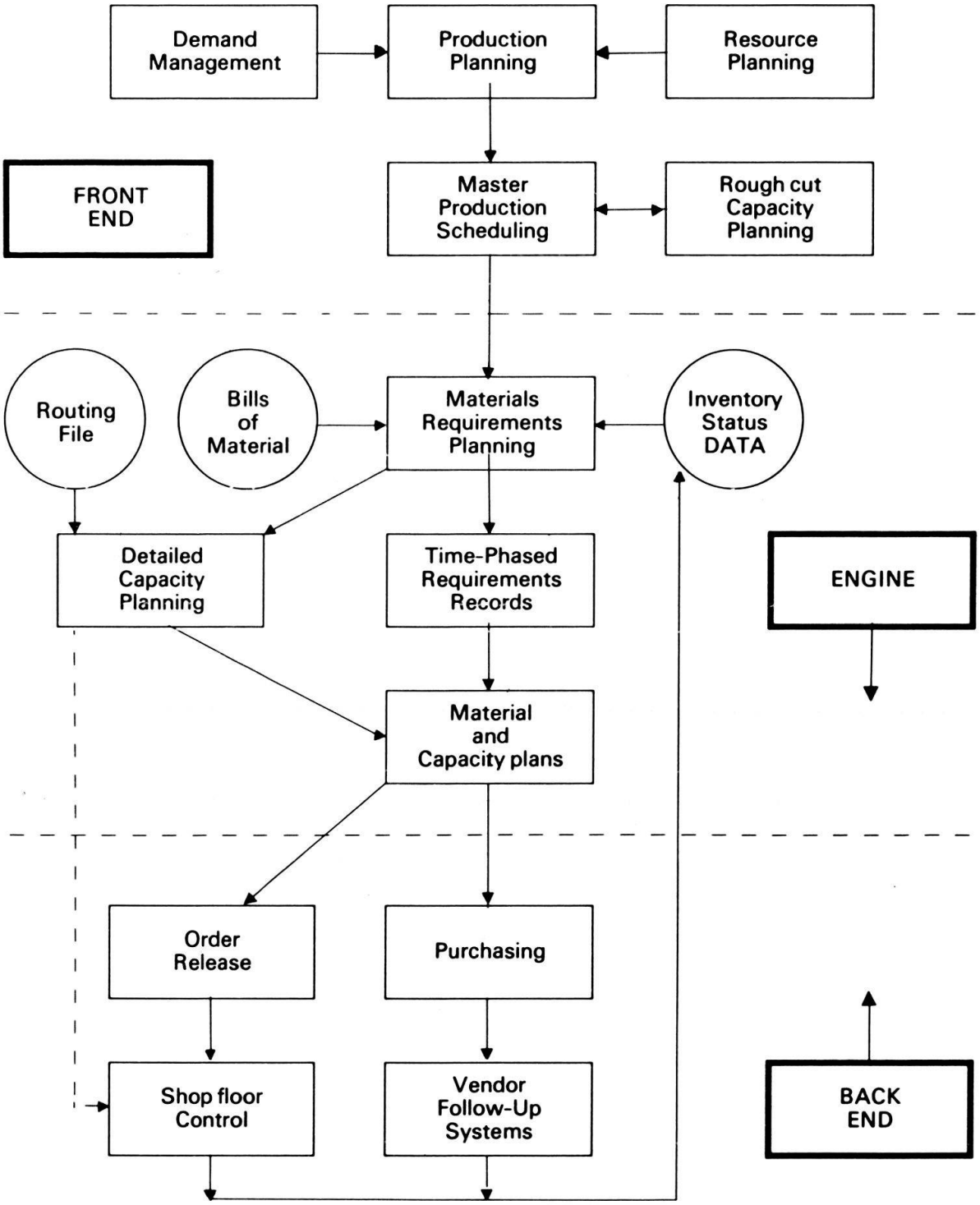

Gestion de la demande
Planification de la production
Planification des ressources
ELEMENT DIRECTEUR
Programme principal de production
Planification brute de capacité
Plan d'acheminement
Nomenclatures de matériaux
Planification des besoins en matériaux
Etat des stocks
Planification détaillée de capacité
Liste de besoins
ELEMENT CENTRAL
Plans de charge et de matériaux requis
Placement des commandes
Achats
Contrôle de l'atelier
Contrôle des achats
ELEMENT D'EXECUTION

FIGURE 1


Demand Management
Production Planning
Resource Planning
FRONT END
Master Production Scheduling
Rough cut Capacity Planning
Routing File
Bills of Material
Materials Requirements Planning
Inventory Status DATA
Detailed Capacity Planning
Time-Phased Requirements Records
ENGINE
Material and Capacity plans
Order Release
Purchasing
Shop floor Control
Vendor Follow-Up Systems
BACK END