

## Capacity Planning and Utilization: Techniques and links in the Supply Chain

ATTAHIR Oussama,

*PhD, Economics - Management, Faculty of Juridical, Economic and Social Sciences / Ibn Zohr University - Agadir, Morocco*

### ARTICLE INFO

Article history:  
Received: 04/06/2019  
Accepted: 17/08/2019  
Online: 22/11/2019

Keywords:  
Capacity planning  
Supply Chain  
Techniques  
JEL Code:

### ABSTRACT

*In this article, we discuss the role of capacity planning and utilization in Manufacturing Planning and Control (MPC) systems. We mainly focus on techniques to determine the capacity requirements involved in a production plan, production master plan or detailed material plans. This article is organized around these topics:*

- The role of capacity planning in MPC systems.*
- Capacity Planning and Control Techniques: How Capacity Requirements can be estimated and Capacity Utilization Controlled?*
- Plan capacity and materials simultaneously: how to apply limited planning techniques and what are the costs / benefits of these techniques?*
- Capacity management, planning and utilization: What are the most effective management decisions?*

## Planification de la Capacité et son Utilisation : Techniques et liens dans la Chaîne Logistique

ATTAHIR Oussama,

*Docteur, Economie - Gestion, Faculté des Sciences Juridiques Economiques et Sociales (FSJES) / Université Ibn Zohr - Agadir, Maroc*

### ARTICLE INFO

Reçu: 04/06/2019  
Accepté: 17/08/2019  
En ligne: 22/11/2019

Mots clés:  
Planification de la  
capacité  
la Chaîne Logistique  
Techniques  
Code JEL:

### RÉSUMÉ

*Dans cet article, nous discutons le rôle de la planification et de l'utilisation des capacités dans les systèmes de Planification et Contrôle de la Production (PCP). Nous nous concentrons principalement sur les techniques pour déterminer les besoins de capacité impliqués par un plan de production, un plan directeur de production ou des plans de matériel détaillés. Cet article est organisé autour de ces sujets :*

- Le rôle de la planification de la capacité dans les systèmes PCP.*
- Techniques de planification et de contrôle de la capacité : comment les besoins en capacité peuvent être estimés et l'utilisation de la capacité est-elle contrôlée ?*
- Planifier la capacité et les matériaux simultanément : comment appliquer les techniques de planification limitée et quels sont les coûts / bénéfices de ces techniques ?*
- Gestion, planification et utilisation de la capacité : quelles sont les principales décisions de gestion les plus efficace ?*

## I. INTRODUCTION

Un problème managérial consiste à associer la capacité aux plans : soit pour fournir une capacité suffisante pour exécuter des plans, soit pour ajuster les plans pour faire correspondre les contraintes de capacité. Un second problème managérial en ce qui concerne la capacité est de considérer consciemment les implications du marché pour les temps de passage plus rapides pour la fabrication de produits, au détriment de l'utilisation des capacités réduites. Par exemple, la production JIT se traduit par des temps de passage très rapides pour la fabrication de produits, mais généralement certaines capacités sont sous-utilisées. De même, en planifiant les travaux hautement prioritaires dans tous les centres de travail - en tenant compte explicitement de la capacité disponible - il est possible de compléter ces travaux en des temps beaucoup plus courts que dans des approches plus conventionnelles de PCP. Mais ce gain de vitesse pour les travaux hautement prioritaires s'effectue au détriment des temps de passage des travaux moins prioritaires et de la sous-utilisation de la capacité.

## II. LE ROLE DE LA PLANIFICATION DE LA CAPACITE DANS LES SYSTEMES PCP

Le PCP est souvent considéré comme englobant deux activités majeures : la planification / contrôle des matériaux et la planification / contrôle des capacités. Les deux doivent être coordonnés pour des bénéfices maximaux, sur la base de perceptions managériales de ce qui est requis sur le marché. Les techniques de planification de la capacité ont pour objectif principal d'estimer les besoins de capacité suffisamment loin dans l'avenir pour pouvoir répondre à ces besoins. Un deuxième objectif est l'exécution : les plans de capacité doivent être exécutés sans problème, avec des surprises désagréables évitées. Une capacité insuffisante entraîne rapidement une détérioration des performances de livraison, une augmentation des inventaires des en cours et un personnel de fabrication frustré. D'autre part, la capacité excédentaire pourrait être une charge inutile qui peut être réduite. Même les entreprises avec des systèmes PCP avancés ont trouvé des moments où leur défaillance à fournir des capacités adéquates de centre de travail a été un problème important. D'autre part, il existe des entreprises qui continuent à augmenter la production de ce qui semble être un ensemble fixe de capacités. La différence de résultat peut être substantielle.

### A. La hiérarchie des décisions de planification de la capacité

La figure 1 traite les décisions de planification de la capacité à d'autres modules du système PCP. Il décrit une gamme de planification de la capacité à partir d'un plan global de besoins en ressources, puis se déplace aux procédures de planification pour estimer les implications de capacité d'un plan directeur de production particulier.

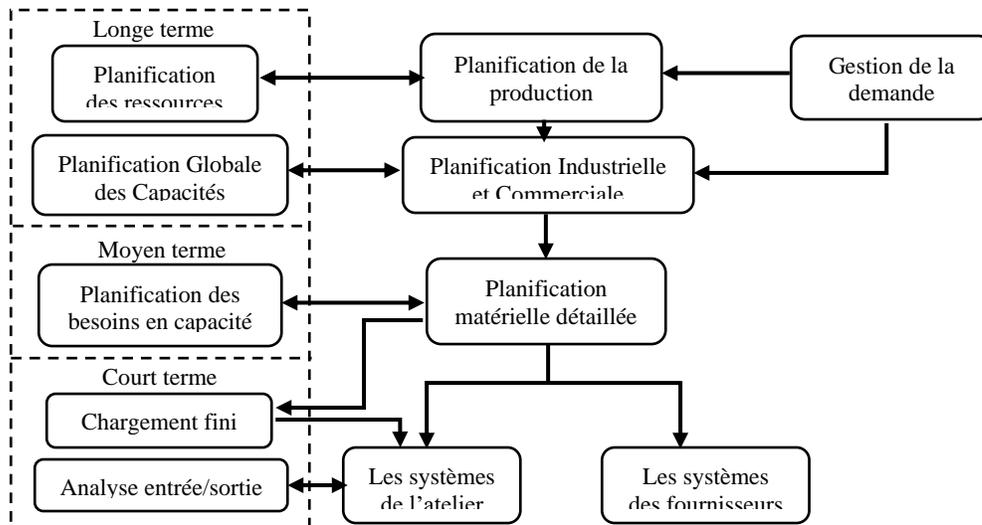


Figure 1 : La planification de la capacité dans les system PCP

Ces cinq niveaux de planification de la capacité vont de grands plans agrégés pour de longues périodes aux décisions détaillées de planification quant au travail à exécuter ensuite sur une machine particulière. Dans cet article, l'accent est mis sur les différentes procédures de la Planification Globale des Capacités (rough-cut capacity planning). Dans ce contexte, on peut voir comment les systèmes de planification des besoins en capacité (PBC) sont une extension logique, avec une vue plus détaillée des besoins en capacité. La compréhension de ces systèmes permet d'apprécier les différentes approches, chacune fournissant une estimation plus précise des besoins en capacité, mais avec un besoin correspondant d'informations et de complexité du système. Par la suite, nous pouvons voir comment la planification de production avancée (APS) basée sur un chargement fini fournit encore une autre approche de la planification / gestion de la capacité. Enfin, la figure 1 montre

l'analyse des entrées / sorties comme le dernier des cinq niveaux de planification de la capacité. Ici, l'accent est mis sur la gestion de la capacité, dans laquelle les plans de capacité sont continuellement comparés aux résultats réels.

De nombreuses autorités distinguent les horizons de planification de la capacité à long, moyen et court termes comme indiqué dans la Figure 1. C'est une distinction utile, mais la dimension temporelle varie considérablement d'une entreprise à l'autre. De plus, au cours des dernières années, l'accent a été plus marqué sur le court terme, les entreprises opérant avec des niveaux d'inventaire plus faibles et des délais de réponse plus rapides aux besoins des clients. Dans ce chapitre, nous examinerons les décisions de planification / utilisation de la capacité allant d'un jour à un an ou plus dans le futur.

#### *B. Liens vers d'autres modules du système PCP*

Les liens du système pour les modules de planification de la capacité suivent la hiérarchie de base montrée à la Figure 1. La planification des ressources est directement liée au module de planification industrielle et commerciale. C'est la décision de planification de la capacité la plus agrégée avec la plus longue portée. La planification des ressources implique généralement la conversion de données mensuelles, trimestrielles ou même annuelles du plan industriel et commercial en ressources agrégées, telles que les heures brutes de travail, l'espace au sol et les heures-machines. Ce niveau de planification implique une nouvelle expansion de capital, des briques et du mortier, des machines-outils, des entrepôts, etc., et nécessite un horizon temporel de plusieurs mois ou d'années.

Le plan directeur de production est la principale source d'information pour la Planification Globale des Capacités. Les exigences de la Planification Globale des Capacités d'un plan directeur particulier peuvent être estimées par plusieurs techniques : la planification de la capacité en utilisant les facteurs de planification globaux, les factures de capacité ou les profils de ressources. Ces techniques fournissent des informations pour modifier les niveaux de ressources ou le plan matériel pour assurer l'exécution du plan directeur de production.

Pour les entreprises qui utilisent le MRP pour préparer des plans matériels détaillés, un plan de capacité beaucoup plus détaillé est possible avec la technique de planification des besoins en capacités (PBC). Pour fournir ce détail, les plans de matériel échelonnés par le système MRP servent de base au calcul des besoins en capacité échelonné. Les fichiers de données utilisés par la technique PBC comprennent les travaux en cours, le routage, les réceptions planifiées et les commandes planifiées. L'information fournie par la technique PBC peut être utilisée pour déterminer les besoins en capacité pour les centres de machines clés et les compétences professionnelles, couvrant généralement un horizon de planification de plusieurs semaines à une année.

La planification des ressources, la Planification Globale des Capacités et la planification des exigences de capacité sont liées au plan industriel et commercial, au plan directeur de production et au système MRP, respectivement. Les liens sont représentés sous la forme de flèches à double tête pour une raison spécifique. Il doit y avoir une correspondance entre la capacité requise pour exécuter un plan matériel donné et la capacité mise à disposition pour exécuter le plan. Sans cette correspondance, le plan sera soit impossible à exécuter, soit exécuté de manière inefficace. Ça ne veut pas dire que la capacité doit toujours être modifiée pour respecter les plans matériels. En fait, si cela vaut la peine ou si les plans doivent être modifiés pour répondre aux capacités est un jugement de la direction. Les systèmes de planification de la capacité fournissent des informations de base pour que ce soit un jugement raisonné.

Le chargement fini à certains égards est mieux considéré comme un processus de planification d'atelier, et donc une partie du contrôle de l'activité de production (CAP), mais c'est aussi une procédure de planification de la capacité. Il existe un nombre croissant de systèmes logiciels fournis par les fournisseurs, généralement appelés planification de la production avancée (APS) sont des techniques pour effectuer le chargement fini. La différence fondamentale entre les autres approches de planification de la capacité et le chargement fini est que le premier ne considère aucun ajustement des plans en raison de l'utilisation prévue de la capacité. Ce dernier commence par une capacité et des plans de travail spécifiés en avance dans les centres de travail, uniquement dans la mesure où la capacité est disponible pour le faire. En outre, en planifiant avec des contraintes de capacité exactes, les systèmes APS permettent au travail de parcourir plus rapidement les centres de travail nécessaires. Les travaux sont planifiés avec un timing précis sur tous les centres de travail - pas seulement d'une manière générale, comme pendant une semaine particulière.

L'analyse des entrées / sorties fournit une méthode pour surveiller la consommation réelle de capacité lors de l'exécution de la planification détaillée du matériel. Il est nécessairement lié aux systèmes d'exécution de l'atelier et soutenu par la base de données pour le contrôle de l'activité de production (CAP). L'analyse des entrées / sorties peut indiquer la nécessité de mettre à jour les plans de capacité car les performances réelles des magasins s'écartent des plans, ainsi que la nécessité de modifier les facteurs de planification utilisés dans les systèmes de planification des capacités.

### **III. TECHNIQUES DE PLANIFICATION ET DE CONTROLE DE LA CAPACITE**

Quatre procédures pour la planification de la capacité vont être décrites. La première technique est la planification de la capacité en utilisant les facteurs globaux (PCFG). La plus simple des quatre techniques, le PCFG est basé uniquement sur les données comptables. Le deuxième, factures de capacité, nécessite des informations détaillées sur le produit. Le troisième, les profils de ressources, ajoute une autre dimension - le calendrier spécifique des besoins en capacité. Les trois premières procédures sont des approches globales (rough-cut) et sont applicables aux entreprises avec ou sans systèmes MRP. La quatrième, la planification des besoins en capacité, est utilisée conjointement avec les enregistrements MRP échelonnés en temps réel et

les enregistrements du système d'atelier pour calculer la capacité requise pour produire des commandes ouvertes (réceptions prévues) et des commandes planifiées.

Pour décrire les quatre techniques de planification, on utilisera un exemple simple. L'exemple nous permet de voir clairement les différences dans l'approche, la complexité, le niveau d'agrégation, les exigences de données, le timing et la précision parmi les techniques.

A. La planification de la capacité en utilisant les facteurs globaux (PCFG)

La planification de la capacité en utilisant les facteurs globaux (PCFG), une approche relativement simple de la Planification Globale des Capacités (rough-cut capacity planning), se fait généralement d'une manière manuelle. Les entrées de données proviennent du plan directeur de production (PDP), plutôt que des plans de matériaux détaillés. Cette procédure repose généralement sur des facteurs de planification dérivés de normes ou de données historiques pour les produits finis. Lorsque ces facteurs de planification sont appliqués aux données PDP, le travail ou l'ensemble des besoins en capacité machine/heure peuvent être estimés. Cette estimation globale est ensuite attribuée à des centres de travail individuels sur la base de données historiques sur les charges de travail des ateliers. Les plans PCFG sont généralement énoncés en termes de périodes hebdomadaires ou mensuelles et sont révisés lorsque l'entreprise modifie le PDP.

TABLEAU 1 : EXEMPLE DE DONNEES PROBLEMATIQUES

Le plan directeur de production (en unités) :														
Produit final	Période													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
A	33	33	33	40	40	40	30	30	30	37	37	37	37	457
B	17	17	17	13	13	13	25	25	25	27	27	27	27	273
Temps de travail direct par unité de produit final														
Produit final	Temps de travail direct total en heures/unité standard													
A	0.95 heures													
B	1.85													

TABLEAU 2 : EXIGENCES ESTIMEES DE CAPACITE EN UTILISANT LES FACTEURS GENERAUX (EN HEURES DE TRAVAIL DIRECT STANDARD)

Cent travail	% historique	Période													Heure Totale
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
100	60.3	37.87	37.87	37.87	37.41	37.41	37.41	45.07	45.07	45.07	51.32	51.32	51.32	51.32	566.33
200	30.4	19.09	19.09	19.09	18.86	18.86	18.86	22.72	22.72	22.72	25.87	25.87	25.87	25.87	285.49
300	9.3	5.84	5.84	5.84	5.78	5.78	5.78	6.96	6.96	6.96	7.91	7.91	7.91	7.91	87.38
la capacité totale requise		62.80*	62.80	62.80	62.05	62.05	62.05	74.75	74.75	74.75	85.10	85.10	85.10	85.10	939.20

\*60.80 = (0.95 × 33) + (1.85 × 17) pour les standards dans la figure 10.2

La partie supérieure du tableau 1 montre le PDP qui servira de base à notre exemple. Ce plan spécifie les quantités de deux produits finis à assembler pendant chaque période. La première étape de la procédure PCFG consiste à calculer les besoins en capacité de ce calendrier pour l'ensemble de l'usine. La partie inférieure du tableau 1 montre les normes du travail direct, ce qui indique le nombre total d'heures de travail direct requises pour chaque produit final. En supposant une productivité du travail de 100 pour cent de la norme, l'exigence totale d'heures de travail direct pour la première période est de 62.80 heures, comme le montre le tableau 2.

La deuxième étape de la procédure implique l'utilisation de ratios historiques pour allouer la capacité totale requise de chaque période aux centres de travail individuels. Des pourcentages historiques de l'heure de travail direct total travaillées dans chacun des trois centres de travail de l'année précédente ont été utilisés pour déterminer les ratios d'allocation. Ces données pourraient être dérivées des registres comptables de l'entreprise. Dans l'exemple, 60,3%, 30,4% et 9,3% du total des heures de travail direct ont été travaillées dans les centres de travail 100, 200 et 300, respectivement. Ces pourcentages servent à estimer les besoins de main-d'œuvre directe prévus pour chaque centre de travail. Les exigences de capacité du centre de travail résultantes sont présentées au tableau 2 pour chaque période dans le PDP.

La procédure PCFG, ou ses variantes, se trouve dans plusieurs entreprises manufacturières. Les exigences en matière de données sont minimales (principalement les données du système comptable) et les calculs sont simples. En conséquence, les approximations de PCFG des exigences de capacité dans les centres de travail individuels ne sont valables que dans la mesure où les mélanges de produits ou les divisions historiques de travail entre les centres de travail restent constants. Les principaux avantages de cette procédure sont la facilité de calcul et les exigences minimales en matière de données. Dans de nombreuses entreprises, les données sont facilement disponibles et les calculs peuvent être effectués manuellement.

La procédure PCFG fonctionnera raisonnablement bien pour de nombreux environnements de fabrication. Par exemple, dans une entreprise de fabrication juste à temps (JIT), l'approche PCFG permettrait à l'entreprise de faire des estimations assez bonnes des besoins de capacité dans différents scénarios de planification. Les inexacitudes inhérentes au PCFG présenteront moins de problèmes dans un environnement JIT où l'exécution est rapide, avec pratiquement aucun inventaire des en cours pour confondre l'analyse. Cela pourrait être particulièrement utile pour estimer les besoins de capacité des entreprises qui fournissent une société de fabrication JIT.

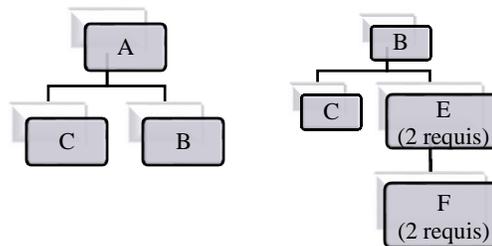
### *B. Les factures de capacité*

La procédure de facture de la capacité est une méthode globale (rough-cut) permettant une liaison plus directe entre les produits finaux individuels dans le PDP et la capacité requise pour les centres de travail individuels. Il prend en compte tout changement dans le mélange de produits. Par conséquent, il nécessite plus de données que la procédure PCFG. Une liste de matériaux et des données de routage sont nécessaires, et les données directes de l'heure de travail ou de l'heure de la machine doivent être disponibles pour chaque opération.

Pour développer une facture de capacité pour le problème d'exemple, nous utilisons les données de la structure du produit pour A et B dans la Figure 2. Nous avons également besoin des données de routage et des données du temps de fonctionnement standard dans la partie supérieure de le tableau 3 pour l'assemblage des produits A et B, ainsi que pour la fabrication des composants C, D, E et F. La facture de capacité indique le temps standard total requis pour produire un produit final dans chaque centre de travail désigné dans sa fabrication. Les calculs impliquent la multiplication des valeurs de temps total par unité par les usages indiqués dans la liste de matériaux. En résumant l'utilisation des données de temps unitaire ajusté par le centre de travail produit la facture de la capacité pour chacun des deux produits dans la partie inférieure du tableau 3. La facture de la capacité peut être construite à partir de données d'ingénierie, des données similaires pourraient être disponibles dans un système de coûts standard. L'approche alternative de certaines entreprises consiste à préparer la facture de la capacité uniquement pour les centres de travail jugés critiques.

Une fois que la capacité de chaque produit final est préparée, nous pouvons utiliser le plan directeur de production pour estimer les besoins en capacités dans les centres de travail individuels. Le tableau 3 montre la détermination des exigences de capacité pour notre exemple. Les estimations du centre de travail résultant diffèrent considérablement des estimations du PCFG au tableau 2. Les différences reflètent les variations d'une période à une autre dans le mélange de produits entre le PDP projetés et les chiffres historiques moyens. Les estimations obtenues auprès du PCFG sont basées sur un ratio historique global du travail entre les centres de machines, alors que les estimations de la facture de capacité reflètent le mélange de produit réel prévu pour chaque période.

Il est important de noter que les heures totales indiquées pour le PDP (939.20) sont les mêmes dans le tableau 2 et le tableau 3 ; Les différences se situent dans les estimations du centre de travail pour chaque période de temps. Ces différences sont beaucoup plus importantes dans les entreprises qui connaissent des variations significatives d'une période à une autre que dans ceux qui ont un mode de travail relativement constant.



*Figure 2 : Les données sur la structure du produit*

TABLEAU 3 : LES DONNEES DE ROUTAGE ET HEURE STANDARD

	Taille du lot	opération	Centre de travail	Heures de configuration standard	Heures de configuration standard par unité	Heures d'exécution standard par unité	Heures totales par unité
Produits finis							
A	40	1 de 1	100	1.0	0.025*	0.025	0.05**
B	20	1 de 1	100	1.0	0.050	1.250	1.3
Composants							
C	40	1 de 2	200	1.0	0.025	0.575	0.60
		2 de 2	300	1.0	0.025	0.175	0.20
D	60	1 de 1	200	2.0	0.033	0.067	0.10
E	100	1 de 1	200	2.0	0.020	0.080	0.10
F	100	1 de 1	200	2.0	0.020	0.0425	0.0625

Facteur de capacité : produit final		
	A	B
Centre de travail	Temps/unité total	Temps/unité total
100	0.05	1.30
200	0.70***	0.55****
300	0.20	0.00
Temps/unité total	0.95	1.85

\*0.025 = temps de configuration ÷ taille du lot = 1.0/40

\*\*0.05 = temps de configuration standard par unité + temps d'exécution standard par unité = 0.025 + 0.025

\*\*\*0.70 = 0.60 + 0.10 pour une C et une D de la figure 33

\*\*\*\* 0.55 = 0.10 + 2(0.10) + 4(0.0625) pour une D et deux E et quatre F

TABLEAU 4 : LES EXIGENCES DE CAPACITE EN UTILISANT LE FACTEUR DE CAPACITE

Centre de travail	Période													Heures totales	% projeté
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
100	23.75*	23.75	23.75	18.90	18.90	18.90	34.00	34.00	34.00	36.95	36.95	36.95	36.95	377.75	40%
200	32.45	32.45	32.45	35.15	35.15	35.15	34.75	34.75	34.75	40.75	40.75	40.75	40.75	470.05	50%
300	6.60	6.60	6.60	8.00	8.00	8.00	6.00	6.00	6.00	7.40	7.40	7.40	7.40	91.40	10%
Total	62.80	62.80	62.80	62.05	62.05	62.05	74.75	74.75	74.75	85.10	85.10	85.10	85.10	939.20	100%

\*23.75 = (33×0.05) + (17×1.30) des tableaux précédents

### C. Profils de ressources

Ni le PCFG ni la procédure de facteur de capacité ne tiennent compte du moment précis des charges de travail projetées dans les centres de travail individuels. Dans le développement des profils de ressources, les données sur les délais de production sont prises en compte pour fournir des projections échelonnées dans le temps des exigences de capacité pour les installations de production individuelles. Ainsi, les profils de ressources fournissent une approche un peu plus sophistiquée pour la Planification Globale des Capacités (rough-cut capacity planning).

Dans toute technique de planification de la capacité, les délais pour le plan de capacité peuvent être variés (par exemple, semaines, mois, trimestres). Cependant, lorsque les durées sont longues par rapport aux délais, une grande partie de la valeur des informations échelonnées dans le temps peut être perdue dans l'agrégation des données. Dans de nombreuses entreprises, cela signifie que les périodes de plus d'une semaine masqueront les changements importants dans les exigences de capacité. Pour appliquer la procédure de profil de ressource à notre exemple, nous utilisons les factures de matériel, le routage et l'information standard sur les tableaux 2 et 3. Nous devons également ajouter le délai de production pour chaque produit final et composant à notre base de données. Dans cet exemple simplifié, nous utilisons un délai de livraison d'une période pour assembler chaque produit final et une période pour chaque opération requise pour produire des composants. Étant donné qu'une seule opération est requise pour produire les composants D, E et F, le délai de production de ces composants est une fois par période. Pour le composant C, cependant, le délai de livraison est de deux périodes : une pour l'opération dans le centre de travail 200 et une autre pour le centre de travail 300.

Pour utiliser la procédure de profil de ressource, nous préparons un profil en phase des besoins de capacité pour chaque élément final. Les graphiques de retard des opérations de la figure 3 montrent cette phase pour les produits finaux A et B. Le graphique pour le produit final A indique que l'opération d'assemblage final doit être terminée pendant la période 5. La production des composants C et D doit être terminée à la période 4 avant le début de l'assemblage final. Comme le composant

C nécessite deux périodes (un pour chaque opération), il doit être mis en route une période de temps avant la composante D (c'est-à-dire au début de la période 3). D'autres conventions sont utilisées pour définir l'échelonnement du temps (les phases), mais dans cet exemple, nous supposons que le plan directeur de production spécifie le nombre d'unités de chaque produit final qui doit être complété à la fin de la période indiquée. Cela implique que tous les composants doivent être complétés à la fin de la période précédente.

Pour plus de simplicité, le tableau 3 montre les heures standards requises pour chaque opération et pour chaque produit. Cette information est résumée par le centre de travail et la période de temps de la figure 3, qui montre également les exigences de capacité que les quantités PDP ont générées dans la période 5 du tableau 1 (40 du produit final A et 13 du produit final B). Les exigences de capacité de la figure 3 ne sont que pour les quantités PDP dans la période 5. Les quantités PDP pour d'autres périodes peuvent augmenter la capacité nécessaire dans chaque période. Par exemple, la figure 4 montre que 7,9 heures de capacité sont nécessaires dans la période 4 au centre de travail 200 pour supporter le PDP pour la période 5. Le PDP pour la période 6 nécessite 27,25 heures supplémentaires au centre de travail 200. Cela donne un total de 35,15 heures Montré à la figure 4, qui fournit le plan de capacité global pour le PDP actuel en utilisant la procédure de profil de ressource.

En comparant les plans de capacité produits par les factures de capacité et les procédures de profil de ressource (figures 4 et tableau 4), nous voyons l'impact de l'information sur la capacité par phase, la charge de travail totale créée par le plan directeur de production (939,2 heures) reste la même que Les allocations de pourcentage du centre de travail. Mais les exigences de période pour les centres de travail 200 et 300 projetés par les deux techniques varient quelque peu. Une exigence de capacité de 8 heures a été projetée pour le centre de travail 300 dans la période 6 en utilisant des factures de capacité par rapport à 6 heures en utilisant des profils de ressources, une différence de plus de 30 pour cent. Cette modification reflète la différence dans le timing des ressources requises pour produire les composants, ce qui est pris en compte par la procédure de facturation des ressources.

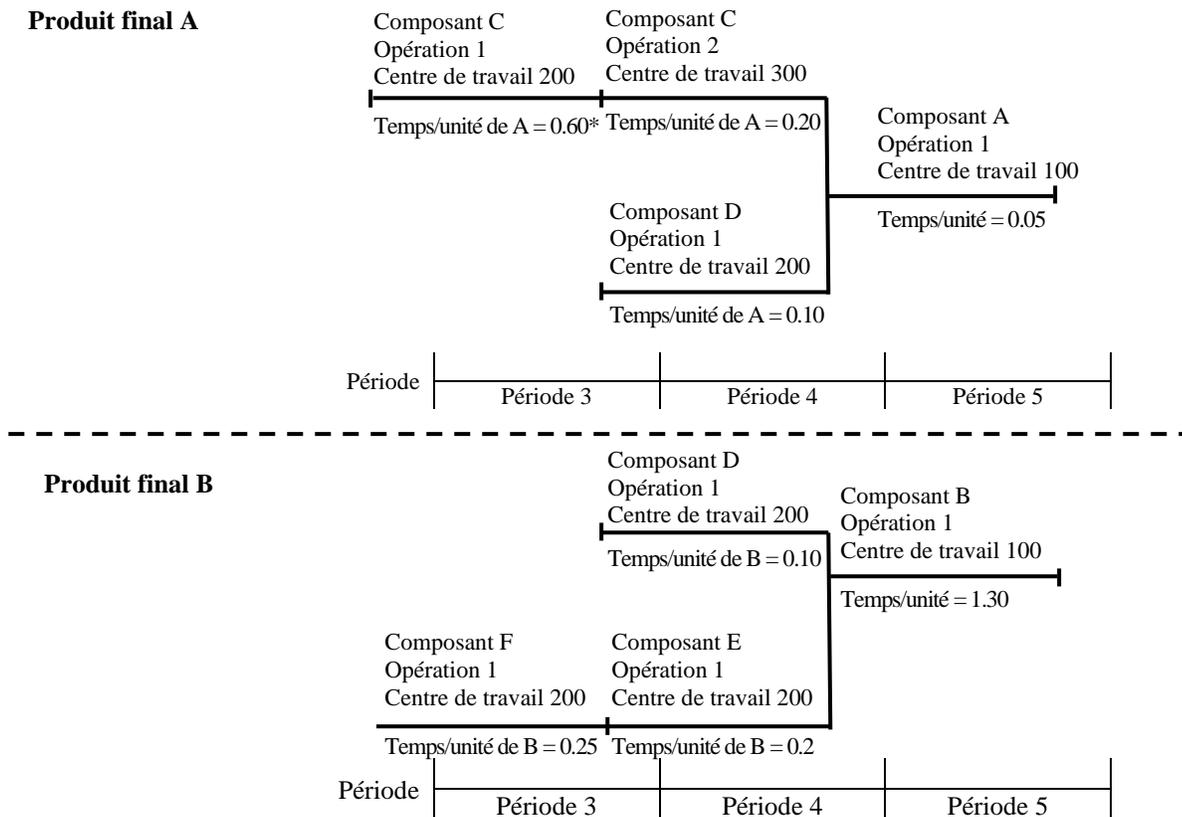


Figure 3 : Graphiques de retards des opérations pour les produits finis A et B

#### D. Planification des besoins en capacité (PBC)

La planification des besoins en capacité (PBC) diffère des procédures de planification globale sur quatre points. Tout d'abord, le PBC utilise l'information sur le plan de matériel par phase produite par un système MRP. Cela comprend la prise en compte de toutes les tailles réelles des lots, ainsi que des délais pour les commandes ouvertes (réceptions planifiées) et les commandes prévues pour les lancements futures (commandes planifiées). Deuxièmement, la fonctionnalité brute-au-net du système MRP tient compte la capacité de production déjà stockée sous la forme d'inventaires des composants et des produits assemblés. Troisièmement, le système de contrôle de l'atelier correspond à l'état actuel de tous les travaux en cours dans l'atelier, de sorte que seule la capacité requise pour compléter le travail restant sur les commandes ouvertes est considérée dans le calcul

des capacités requises du centre de travail. Quatrièmement, PBC tient compte la demande de pièces de rechange, d'autres demandes qui ne sont pas prises en compte dans le PDP et de toute capacité supplémentaire qui pourrait être requise par les planificateurs MRP qui réagissent au déchet, aux erreurs d'enregistrement des éléments, etc. Pour ce faire, la procédure PBC nécessite les mêmes informations d'entrée que la procédure de profil de ressources (factures de matériel, routage, temps standards, délais), plus les informations sur les commandes planifiées MRP et l'état actuel des commandes ouvertes (réceptions planifiées par MRP) Dans les centres de travail individuels.

Temps requis pendant les périodes précédentes pour un produit final assemblé dans la période 5

	Période de temps		
	3	4	5
Produit final A			
Centre de travail 100	0	0	0.05
Centre de travail 200	0.60	0.10	0
Centre de travail 300	0	0.20	0
Produit final B			
Centre de travail 100	0	0	1.30
Centre de travail 200	0.25	0.30	0

Les exigences de capacité par phase temporelle générées à partir de PDP pour 40 A et 13 B dans la période de temps 5

	Période de temps		
	3	4	5
40 A			
Centre de travail 100	0	0	2
Centre de travail 200	24	4	0
Centre de travail 300	0	8	0
13 B			
Centre de travail 100	0	0	16.9
Centre de travail 200	3.25	3.9	0
Centre de travail 300	0	0	0
Total de la période 5			
PDP			
Centre de travail 100	0	0	18.9
Centre de travail 200	27.25	7.9	0
Centre de travail 300	0	8.0	0

*Figure 4 : profils de ressources par centre de travail*

En tant que procédure de planification de la capacité à moyen terme, PBC exploite les informations MRP afin de calculer uniquement la capacité requise pour compléter le PDP. En calculant les exigences de capacité pour les commandes ouvertes réelles et les commandes planifiées dans la base de données MRP, PBC comptabilise la capacité déjà stockée sous la forme d'inventaires finis et d'en cours. Étant donné que les données de MRP incluent le timing de ces deux commandes ouvertes et planifiées, le potentiel d'une précision améliorée dans les besoins en capacité est réalisé. Cette précision est plus importante dans les périodes les plus immédiates. Les techniques globales (rough-cut) peuvent exagérer la capacité requise par la quantité de capacité représentée dans les inventaires. Dans le tableau 5, par exemple, la quantité passée ou déjà terminée des besoins en capacité est de 63,1 heures environ sur la capacité d'une période de temps plein. Ce travail devrait déjà avoir été complété si nous prévoyons rencontrer le PDP aux périodes 1 et 2. Les avantages potentiels de PBC ne sont pas sans frais. Une base de données plus grande est requise, ainsi qu'un effort de calcul beaucoup plus important.

Le processus de préparation d'une projection PBC est similaire à celui utilisé pour les profils de ressources. La principale différence réside dans le fait que les données MRP détaillées établissent des quantités exactes et un timing pour calculer la capacité requise. Les besoins en capacité résultants sont résumés par période et centre de travail dans un format similaire à celui de la Figure 4. Les résultats du PBC seraient différents de ceux des autres techniques, principalement dans les premières périodes, mais seraient une projection plus précise des besoins en capacité du centre de travail. Étant donné que les calculs sont basés sur tous les composants et les produits finis à partir de la période actuelle à travers toutes les périodes incluses dans les enregistrements MRP (horizon de planification), nous pouvons voir l'énormité des exigences de calcul PBC. Certaines entreprises ont atténué ce coût en collectant des données au fur et à mesure que le processus d'explosion de MRP est effectué.

TABLEAU 5 : EXIGENCES DE CAPACITE EN UTILISANT LES PROFILS DE RESSOURCES

Le tableau 5 présente l'un des enregistrements MRP qui conduisent la procédure PBC pour notre exemple. Pour simplifier la présentation, on met le PDP uniquement pour le produit final A et l'enregistrement MRP pour l'un de ses composants, le

Centre de travail	échues	Période													Heures totales	% du centre
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
100	0.00	23.7 5*	23.7 5	23.7 5	18.9 0	18.9 0	18.9 0	34.0 0	34.0 0	34.00	36.95	36.9 5	36.95	36.95	377.75	40%
200	56.5	32.4 5	35.1 5	35.1 5	35.1 5	32.1 5	34.7 5	34.7 5	39.4 5	40.75	40.75	40.7 5	11.80		470.05	50%
300	6.60	6.60	6.60	8.00	8.00	8.00	6.00	6.00	6.00	7.40	7.40	7.40	7.40		91.40	10%
Total	63.1	62.8 0	62.8 0	62.8 0	62.0 5	62.0 5	62.0 5	74.7 5	74.7 5	74.75	85.10	85.1 0	85.10	85.10	939.20	100%

\*Ce travail devrait déjà être complété pour que les produits rencontrent le PDP aux périodes 1 et 2. (sinon, il est échue et ajoutera à la capacité requise dans les prochaines périodes)

composant C. on utilise ces données pour calculer les besoins en capacité pour le centre de travail 300. Ces exigences de capacité intègrent l'influence des tailles du lot, Les inventaires et les réceptions planifiées pour le composant C. Étant donné que l'élément C est traité au centre de travail 300 pendant la deuxième période des deux périodes du délai, la commande planifiée pour 40 unités qui devrait être diffusé dans la période 1 nécessite une capacité à la période 2 au centre de travail 300. La capacité requise est calculée en utilisant les données de temps de configuration et d'exécution du tableau 3 pour le composant C.

	Période												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Produit A PDP	33	33	33	40	40	40	30	30	30	37	37	37	37
Composant C													
Taille du lot = 40													
Délai = 2													
Besoins brut	33	33	33	40	40	40	30	30	30	37	37	37	37
Réceptions prévues		40											
Solde disponible projeté	37	4	11	18	18	18	28	38	8	11	14	17	20
Lancements des commandes planifiées	40	40	40	40	40	40		40	40	40	40		
Besoins en capacité du centre de travail 300 en utilisant CRP													
	Période												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Heures de capacité*	8	8	8	8	8	8	8	0	8	8	8	8	
Total = 88													

\*les huit heures de capacité requise est dérivée des quantités de la réception prévue et de la commande planifiées de 40 unités multipliées par le temps pour fabriquer une unité de composant C dans le centre de machine 300, 0.20 heures.

Figure 5 : Exemple PBC : calculs détaillés

Pour une taille de lot de 40 unités, le temps total de configuration et d'exécution dans le centre de travail 300 est de huit heures [1,0 + (40 x 0,175)]. Chaque commande planifiée pour le composant C du tableau 5 nécessite huit heures de capacité au centre de travail 300, une période plus tard. De même, la réception planifiée de 40 unités dans la deuxième période 2 nécessite huit heures de capacité en semaine 1. Notez les huit heures de capacité requise pour la réception planifiée ne peut, en effet, être requis si ce travail a déjà été traitée au centre de travail 300 avant le début de la période 1. L'état actuel de commande d'atelier est nécessaire pour effectuer l'analyse.

En comparant le PBC aux autres procédures de planification de la capacité, nous ne devrions pas s'attendre à ce que les besoins en capacité totale pour les 13 périodes ou les exigences de période par période soient les mêmes. La comparaison des exigences de capacité pour le centre de travail 300 développé par la procédure de profil de ressource (tableau 5) et PBC (Figure 5) indique que les besoins en capacité totale estimés pour les 13 périodes utilisent moins le PBC que les profils de ressources (88 contre 91,4 heures) et varient considérablement période par période. Les différences sont expliquées par l'inventaire initial et l'utilisation du calibrage de la taille du lot. Tout travail en cours partiellement complété réduirait davantage les besoins en capacité.

#### IV. CONCLUSION

Des principes clairs pour la conception et l'utilisation du système de planification de la capacité se dégagent de cet article :

- Les plans de capacité doivent être développés en même temps que les plans matériels si les plans matériels doivent être réalisés.
- La technique de planification de la capacité choisie doit correspondre au niveau de détail et aux circonstances réelles de l'entreprise pour permettre de prendre des décisions de gestion efficaces.
- La planification de la capacité peut être simplifiée dans un environnement JIT (juste à temps).
- Mieux est le processus de planification des ressources et de la production, moins le processus de planification de la capacité est difficile.
- Ce n'est pas toujours la capacité qui devrait changer lorsque la disponibilité de la capacité n'est pas égale aux besoins.
- La mesure de la capacité doit refléter les produits réalisables à partir des ressources clés.

#### REFERENCES

##### Conférences et articles:

- Arnold, J. R. T., and S. N. Chapman. (2001), *Introduction to Materials Management*, 4th ed. Columbus, Ohio: Prentice Hall, pp. 141-175 and pp. 396-427.
- Chan, Joseph W. K., and N. D. Burns. (2002), "Benchmarking Manufacturing Planning and Control (MPC) Systems," *Benchmarking* 9, no. 3, pp. 256—277.
- J. B.. and S. S. Chakravorty. (2002), "A Study of the Utilization of Capacity Constrained Resources in Drum-Buffer-Rope Systems," *Production and Operations Management* 11, no. 2, pp. 259—273.
- Kimms, A. (1998), "Stability Measures for Rolling Schedules with Applications to Capacity Expansion Planning, Master Production Scheduling, and Lot Sizing," *Omega* 26, p. 355.
- Taylor, Sam G., and Gerhard J. Plenert. (1999), "Finite Capacity Promising," *Production and Inventory Management Journal*.

##### Ouvrages:

- Abdelhakim Artiba, Salah E. Elmaghraby, (1997), *The Planning and Scheduling of Production Systems: Methodologies and applications*.
- Benton W. C., (2013), *Supply Chain Focused Manufacturing Planning and Control* 1st Edition.
- Chopra S. and Meindl P., (2001), *Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation*. Prentice-Hall.
- Edward Bodington C., (1995), *Planning, Scheduling, and Control Integration in the Process Industries*.
- Edward Silver, David F Pyke, Rein Peterson, (1998), *Inventory management and production planning and scheduling*, 3rd edition.
- Gu P., Norrie D.H., (1995), *Intelligent Manufacturing Planning (Intelligent Manufacturing, 5)*.
- Halevi G., Weill R., (1995), *Principles of Process Planning: A logical approach*.
- Kenneth B. Kahn, (2011), *Product Planning Essentials* 2nd Edition.
- Maimon O., (1998), *Optimal Flow Control in Manufacturing Systems: Production Planning and Scheduling (Applied Optimization)*.
- Marc Salomon, (1991), *Deterministic Lot sizing Models for Production Planning*.
- Michael L. Pinedo, (2014), *Planning and Scheduling in Manufacturing and Services*.
- Plenert, G., and B. Kirchmier. (2000), *Finite Capacity Scheduling*. New York: Oliver Wight Publications, John Wiley & Sons.