

Les outils de gestion

M.R.P.



Beida Mohammed
Ferhat Taleb Amar
Ingénieurs d'état en informatique
Option : Systèmes d'Information (SI)
Tel: +213 (0) 76 17 36 69 Fax: +213 (0) 21 32 58 93
Email: mohamed@mtoolkit.com bilal_ini@yahoo.fr
Site Web: <http://www.mtoolkit.com>

Résumé

1. Introduction
2. Définition et objectifs
3. Domaine d'utilisation
4. Méthodologie
5. Présentation de l'outil
6. Exemples d'application
7. Conclusion

Juillet 2004

1. Introduction

Le calcul des besoins est la traduction de « Material Requirement Planing » d'où le nom de la méthode MRP, "Les principes de base de la planification MRP ont été développés dans les années soixante (1960), avec pour objectif de mieux gérer l'approvisionnement des matières et composants nécessaires à la fabrication des articles finales"[5], et ce grâce au développement des ordinateurs. "Au fil de temps, ces concepts ont été progressivement élargis pour englober la planification dans de nombreuses entreprises qui gèrent les articles à demande dépendant (c'est-à-dire pour les articles intermédiaires de matières premières, composants et sous assemblages dont la demande est explicitement considérée comme étant fonction de la demande pour d'autres articles) par des méthodes de type MRP"[6].

2. Définition et Objectifs

"La MRP (Material Requirement Planing) est une Méthode de gestion des flux consistant à planifier l'ensemble des ordres de fabrication et d'approvisionnement d'après la demande commerciale prévisionnelle"[7].

Les objectifs du calcul des besoins (MRP) sont :

- "Connaître pour tous les articles autres que les produits finis, les approvisionnements ou les lancements à effectuer dans les périodes à venir. elle permet aussi de vérifier pour chaque article la cohérence des dates de livraison avec les dates des besoins"[3]
- "Coordonner les approvisionnements et la fabrication, dans un plan global de production"[8].
- "Synchroniser les différents stocks de produits finis, de sous-ensembles, de composants, de matières premières en quantité et dans le temps sur la base d'une demande commerciale réelle et prévisionnelle. Il a mis en évidence le besoin de synchronisation des matières"[7].
- "Définir les besoins en composants pour satisfaire la consommation sur une période donnée, de produit finis assemblant ces composants"[2].

3. Domaines d'application

Si les conditions ci-dessous sont réalisées, le système MRP est préférable à tout système de gestion :

- Le produit fini a une structure complexe et contient un grand nombre de composants ;
- La demande du produit fini est connue à tout instant de l'horizon considéré ;
- Le produit fini est cher.

4. Méthodologie

1. Collecter les données :

- Nomenclatures arborescentes ;
- Programme directeur de production et/ou carnet de commande ;
- Stock prévisionnel (Articles disponibles) ;
- Délais d'obtention des articles ;
- Fiche des articles à approvisionner.

2. Déroulement du calcul des besoins

A chaque niveau de nomenclature depuis le niveau supérieure :

Pour chaque article, et à chaque période considérée :

- Calcul de besoin brut ;
- Calcul de besoin net ;
- Choisir la politique de détermination des lots ;
- Définition de la date de lancement.

5. Présentation de l'outil

5.1. Point de départ du calcul des besoins [3]

Pour effectuer un calcul des besoins il faut connaître les quantités à fabriquer, positionnées dans le temps pour chaque produit fini, il faut disposer dans une base de données d'informations concernant les produits fabriqués et achetés. Pour chaque article il faut disposer des informations suivantes :

5.1.1. Plan directeur de production (PDP) : définit les besoins bruts pour les produits finis. Qui seront choisies en tenant compte des critères suivants :

- Leur nombre ne doit pas être trop élevé, afin de faciliter la planification;
- Leur demande doit être prévisible avec une bonne précision.

5.1.2. Fichier des articles : nom, numéro, description, code de niveau, délai d'obtention, stratégie de groupement des commandes (lot pour lot, périodique,...), etc.

5.1.3. Nomenclature des produits (fichier des arborescences) : article et quantité de chaque composant intervenir dans un article donné ; souvent établi à un seul niveau de profondeur (par itération, on peut reconstituer toute l'arborescence d'un produit fini), pour plus de détail voir annexe.

5.1.4. Systèmes d'information sur l'état des stocks et sur les ordres lancés: à noter que, contrairement aux données précédentes, qui sont de nature relativement statique, les données ici évoluent de façon permanente et leur gestion doit pouvoir s'effectuer de façon dynamique.

5.1.5. Carnet des commandes : enregistrés ou prévisionnels qui rentre des fois dans la détermination du plan directeur de production.

5.2. La logique MRP [5]

Le but ultime de la méthode MRP est de planifier les dates d'approvisionnement de chaque article. Dans ce but, on procédera à un raisonnement en cascade, en planifier d'abord tous les articles de code de niveau zéro, puis toutes celles de code de niveau 1, 2, 3, ..., etc. pour chaque article, la méthode MRP détermine successivement les quantités suivantes :

5.1.2. Besoins bruts (explosion des nomenclatures) : les besoins bruts pour chaque article sont dérivés des "lancements planifiés" de chacune des articles dans la composition desquelles entre l'article courant.

5.2.2. Besoins nets : les besoins nets sont déterminés sur base des besoins bruts, des stocks nets et des approvisionnements attendus.

5.2.3. Approvisionnement planifié : les approvisionnements planifiés sont déterminés par regroupement (éventuel) des besoins nets de plusieurs périodes successives.

5.2.4. Absorptions des délais : les dates de lancement sont obtenues en retranchant les délais d'obtention des dates d'approvisionnements planifiées.

5.3. Le principe du calcul des besoins

Un chantier (tableau dont les colonnes représentent des périodes de temps) est associé à chaque article gérer dans le calcul des besoins. Un exemple de ce type de tableau est présenté sur la Fig.II.13.

Article : A		Délai : 2				Stock = 80
-------------	--	-----------	--	--	--	------------

		1	2	3	4	5	6
Besoins Bruts		50	100	80	70	100	120
Ordres lancés			200				
Stock prévisionnel	80						
Ordres proposés	Début						
	Fin						

Fig.II.13: Echancier utilisé pour le calcul des besoins.

Les lignes du tableau de la Fig.II.13 représentent :

- **Besoins bruts** : rassemble période après période les prévisions de consommation de l'article.
- **Ordres lancés** : indique les lots qui sont en cours de production ou les commandes qui sont en cours de livraison (approvisionnements attendus).
- **Stock prévisionnel** : permet de calculer le niveau du stock période après période (le stock prévisionnel donne la valeur du stock en fin de période).
- **Ordres proposés** : montrent les ordres de fabrication ou les ordres d'approvisionnement (les ordres proposés doivent arriver en début de période et donc commencer en début de période avec un décalage temporel de la valeur du délai de production ou d'approvisionnement).

5.4. Déroulement du calcul des besoins [3]

Dans la nomenclature arborescente, on trouve un code niveau affecté à chaque article, le calcul des besoins s'effectue niveau par niveau en partant du niveau 0 (qui représente le produit fini). Ce fonctionnement, niveau par niveau est essentiel, car on doit connaître le programme prévisionnel du composé avant de calculer les besoins pour le composant.

Si un article apparaît à plusieurs niveaux, son code sera celui du plus bas niveau (traitement de tous ses parents pour obtenir ses besoins bruts). Cette règle s'appelle la règle de plus bas niveau.

Les besoins bruts d'un article (c'est-à-dire les prévisions de consommation) proviennent des ordres de fabrication planifiés (ordres proposés) pour les articles parents de cet article. Lorsqu'un article a plusieurs parents, c'est-à-dire qu'il entre dans la composition de plusieurs produits différents, les besoins bruts représentent la somme des besoins engendrés par les ordres proposés de chacun des parents.

Le besoin net d'une période est déduit du besoin brut en lui soustrayant les en-cours de production qui doivent être terminés dans la période (ordres lancés) et les produits en stock à la fin de la période précédente (stock prévisionnel).

$$\text{Besoin net (p)} = \text{besoin brut (p)} - \text{ordre lancé (p)} - \text{stock (p-1)}$$

$$\text{Si besoin net (p)} < 0 \text{ alors } \text{besoin net (p)} = 0 \text{ et } \text{stock (p)} = - \text{besoin net (p)}$$

La date de début des ordres proposés est déduite de la date de fin par un décalage temporel égale au délai d'obtention.

Après avoir placé un ordre proposé dans une période, le nouveau stock prévisionnel de cette période est recalculé par la relation suivante :

$$\text{Stock (p)} = \text{stock (p-1)} + \text{ordre lancé (p)} + \text{ordre proposé (p)} - \text{besoin brut (p)}$$

Tous ces calculs s'effectuent période par période en partant de la première (période la plus à gauche du tableau). Le stock prévisionnel de départ est le stock physique.

5.5. Techniques de détermination des lots [4]

Le groupement des commandes ou des ordres de fabrication entraîne des avantages (réduction des temps et des coûts de lancement, rabais éventuels, etc.) et des inconvénients (maintien de stocks sur des périodes prolongées, mobilisation de la capacité productive pour une seule référence). La politique de groupement idéale est donc celle qui parvient à équilibrer ces avantages et inconvénients. Pour cela, on va présenter un modèle d'optimisation simple, celui de la détermination des lots économiques

Données : pour un horizon de planification subdivisé en T périodes {1, 2, ..., T}, on connaît :

- d_t : demande (besoin net) à la période t;
- C_l : coût de lancement (coût fixé encouru pour chaque lancement);
- C_p : coût de possession d'une unité pendant une période.

Problème : déterminer un plan de lancement satisfaisant la demande de chaque période et de coût total minimum.

5.5.1. Politique lot-pour-lot

Dans une politique d'approvisionnement lot-pour-lot, les besoins de chaque période sont satisfaits grâce à des approvisionnements distincts.

5.5.2. Quantité fixée

Dans cette section, chaque commande porte sur un nombre d'unités constant que nous noterons Q (ou sur un multiple de Q, si cela s'avère nécessaire pour couvrir les besoins d'une période). La quantité Q est sélectionnée au préalable sur base de plusieurs critères potentiels. Elle peut, par exemple correspondre à une quantité de commande standardisée imposée par le fournisseur, à la capacité d'un récipient ou d'un emballage ou celle d'un moyen de transport ou de manutention (parallèle, camion) dans un objectif de minimisation des coûts, il est également courant de choisir Q égale à la *quantité économique de commande* QEC, définit comme suit :

$$QEC = \sqrt{2C_l D / C_p}$$

Où D représente la demande prévisionnelle moyenne par période

5.5.3. Nombre de période fixé

Dans cette approche, lorsqu'une commande est lancée, il doit suffire à couvrir la demande de P périodes, où P est un paramètre fixé d'avance. Cette politique a comme avantage : la régularité des commandes présente en effet des avantages évidents tant pour l'entreprise que pour ses fournisseurs.

Le choix de la période P peut être basé sur différents critères, quantifiables ou non. Dans le but de minimiser les coûts encourus, on recommande souvent de choisir P égal à la *période économique entre commandes* PEC, calculée sur base de la quantité de commande économique QEC. Plus précisément, si la demande prévisionnelle moyenne par période est de D unités, alors PEC est obtenu en arrondissant la valeur calculée.

$$QEC / D = \sqrt{2 * C_l / D * C_p}$$

5.5.4. Equilibrage des coûts de lancement et de possession

Cette heuristique peut être motivée par les observations suivantes. Si l'entreprise produite à la période s pour satisfaire la demande des périodes $s, s+1, s+2, \dots, t$, les coûts totaux encourus ont la forme

$$C(s, t) = C_l + C_p(s, t).$$

Puisque le but est de réaliser un compromis optimal entre coûts de lancement et coûts de possession, il semble raisonnable de choisir t (pour une valeur donnée de s) de telle sorte que CL soit approximativement égal à $C_p(s, t)$. Intuitivement, tant que $CL > C_p(s, t)$, la firme préférera augmenter ses coûts de possession de stocks plutôt que de subir un coût de lancement supplémentaire.

La méthode d'équilibrage des coûts applique donc itérativement la règle heuristique suivante : une commande lancée à la période s doit couvrir la demande des périodes s à t , où t est choisi de telle sorte que les coûts de possession $C_p(s, t)$ associés à ce lot soient aussi proches que possible du coût de lancement CL .

5.5.5. Méthode de Silver et Meal

Pour motiver cette méthode, considérons à nouveau les coûts $C(1, t)$ définis ci-dessus. Typiquement, lorsque t augmente, le coût moyen par période, $C(1, t)/t$, est d'abord décroissant (parce que le coût fixé de lancement est amorti sur plusieurs périodes) puis finit par augmenter (parce que les coûts de possession sont de plus en plus élevés).

Pour illustrer cette remarque, considérons le cas (très particulier) où la demande serait constante sur l'horizon de planification : $dt = d$ pour $t = 1, 2, \dots, T$. Dans ce cas, on obtient :

$$C(1, t) = C_l + C_p d + 2C_p d + \dots (t-1) C_p d = C_l + \frac{1}{2} t (t-1) C_p d$$

Et donc $C(1, t)/t = C_l/t + \frac{1}{2} (t-1) C_p d$. On vérifie aisément que cette fonction est d'abord décroissante puis croissante.

L'heuristique de Silver et Meal prescrit d'approvisionner pour couvrir les besoins des périodes 1 à t , où t est la dernière période pour laquelle les coûts moyens par période sont décroissants

6. Exemple d'application

Dans cette section, nous allons développer un exemple simple qui nous permettra d'introduire la terminologie standard de l'outil MRP et d'illustrer les principales caractéristiques de cet outil.

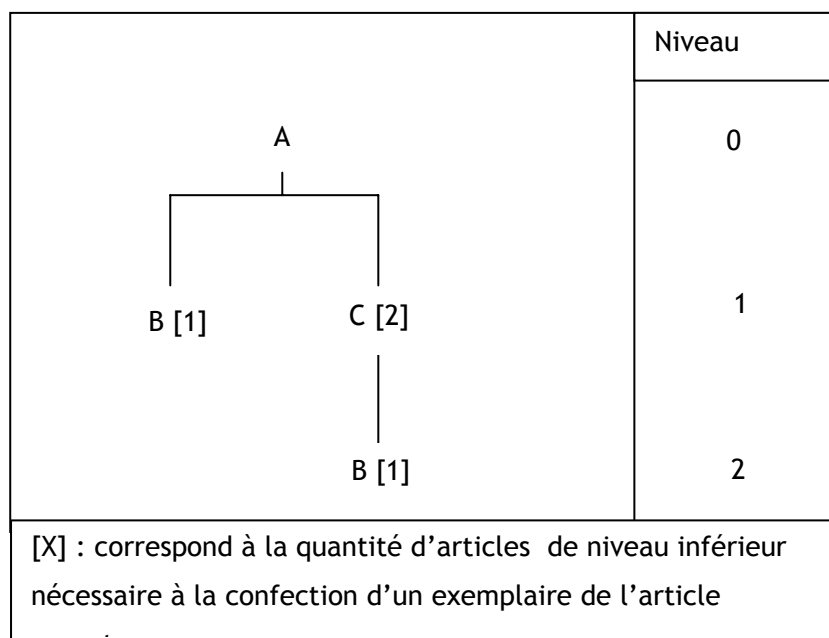


Fig.II.14: Exemple de nomenclature.

6.1. Collecter les données

➤ Plan directeur de production :

Supposons que le PDP pour l'article A se présente comme suit sur un horizon de six semaines :

	1	2	3	4	5	6
PDP	200	200	200	200	200	200

Fig.II.15: PDP de l'article A.

➤ Stock prévisionnel :

Pour chaque article de la nomenclature, les disponibilités sont les suivants :

	A	B	C
Stock prévisionnel	650	300	800

Fig.II.16: Disponibilité des articles.

➤ **Délais d'obtention des articles :**

L'unité utilisée est la semaine.

	A	B	C
Délais	1	2	1

➤ **Fiche des articles à approvisionner :**

- Ordres lancés : on a qu'un seul ordre lancé, concernant l'article B à la deuxième semaine de 700 unités.
- Coûts et demandes associés : pour chaque article de la nomenclature on connaît : le coût de lancement (C_l) et le coût de possession (C_p) et la demande prévisionnelle moyenne (D).

	A	B	C
C_l	60	85	55
C_p	0.45	0.50	0.40
D	940	1440	580

Fig.II.17: Coûts des articles.

6.2. Déroulement du calcul des besoins

La Fig.II.14 montre que l'article B a deux parents. Donc l'ordre de traitement des articles pour le calcul des besoins fait appel ici à la règle du plus bas niveau (§ 5.4.), comme l'article B est au deuxième niveau, il sera donc traité en troisième et l'article C est au premier niveau et sera donc traité en deuxième. Cette règle du plus bas niveau permet d'assurer que lorsque l'on effectue le calcul des besoins d'un article tous ses parents ont déjà été traités.

Supposons que la politique d'approvisionnement pour tous les articles se calcule par la politique de quantité fixé, donc le calcul itératif selon les relations présentées au (§ 5.4.) donne les résultats suivants :

➤ **Articles de niveau 0 :**

A ce niveau on a que l'article final A, selon les données de la Fig.II.17 la quantité économique de commande QEC se calcule comme suit :

$$QEC = \sqrt{2C_l D / C_p} = QEC = \sqrt{2(60)(940) / (0.45)} \approx 500$$

Article : A	Délai = 1	QEC = 500	Stock = 650
-------------	-----------	-----------	-------------

		1	2	3	4	5	6
Besoins Bruts		200	200	200	200	200	200
Ordres lancés							
Stock prévisionnel	650	450	250	50	350	150	450
Ordres proposés	Début				500		500
	Fin			500		500	

Fig.II.18: Calcul des besoins de l'article A.

➤ **Articles de niveau 1 :**

Il s'agit de l'article C seul, l'article B se déroule au deuxième niveau, il faut rappeler qu'un exemplaire de l'article A nécessite deux exemplaires de l'article C comme le montre la Fig.II.14.

$$QEC = \sqrt{2C_i D / C_p} = QEC = \sqrt{2(55)(580) / (0.40)} \approx 400$$

Article : C	Délai = 1	QEC = 400	Stock = 800
-------------	-----------	-----------	-------------

		1	2	3	4	5	6
Besoins Bruts				1000		1000	
Ordres lancés							
Stock prévisionnel	800	800	800	200	200	0	0
Ordres proposés	Début			400		800	
	Fin		400		800		

Fig.II.19: Calcul des besoins de l'article C.

On remarque que sur la 5^{ème} semaine, les besoins nets sont doublés, cela est nécessaire pour couvrir les besoins de la semaine.

➤ **Articles de niveau 2:**

L'article B rentre dans la composition des deux articles A et C toujours par un seul exemplaire pour chacune d'eux, donc les besoins bruts de l'article C ne sont rien d'autres que la somme des besoins nets de ses parents (A et C).

On a :

$$QEC = \sqrt{2C_i D / C_p} = QEC = \sqrt{2(85)^{(1440)} / (0.50)} \approx 700$$

Article : B	Délai = 2	QEC = 700	Stock = 300
-------------	-----------	-----------	-------------

		1	2	3	4	5	6
Besoins Bruts			400	500	800	500	
Ordres lancés			700				
Stock prévisionnel	300	300	600	100	0	200	200
Ordres proposés	Début				700	700	
	Fin		700	700			

Fig.II.20: Calcul des besoins de l'article B.

7. Conclusion

En conclusion, on peut dire que l'outil de calcul des besoins (MRP) permet donc de :

- *Planifier des besoins* : cette planification s'effectue grâce aux ordres proposés d'un niveau qui déterminent les besoins bruts du niveau suivant.
- *Planifier les lancements* : les ordres proposés par le calcul des besoins sont des prévisions de lancement dans les semaines futures et constituent donc un programme de production.

Bibliographie

Livres et articles

- [1] : E. Salin.
« Gestion des Stocks »
Edition d'Organisation, 1987.
- [2] : Jean-Louis Brossard, Marc Polizzi.
« Gerer la production industrielle : Outils et méthodes »
Edition Mare Nostrum, 1996.
- [3] : Armand Dayan.
« Manuel de Gestion »
Ellipses Edition Marketing S.A., 1999, Paris.
- [4]: J. ORLICKY.
«Material Requirement Planing »
McGraw-Hill, 1994.
- [5]: Yves CRAMA.
«Eléments de gestion de la production »
Edition d'Organisation, 1998.
- [6] : Guy Doumeingts, Bruno Vallespir.
« Gestion de production »
Technique de l'ingénieur, article A 8 265.
- [7] : David H. BLACKLOCK, Georges COTONNEC et Samir LAMOURI.
« Modes de pilotage des flux »
Technique de l'ingénieur, article AG 5 160.

Sites web

- [8] : <http://www.gmc.ulaval.ca/daouda/Module%204%20MRP-final.pdf>