

Maj 2016



GESTION DE PRODUCTION
CHAPITRE III : METHODES DE GESTION

1. Ordonnancement et Gestion de Production

Le rôle de la fonction d'ordonnancement est de déterminer les ordres de passage, sur les postes de travail d'un atelier, des différents items (pièces, lots de pièces, sous-ensembles) qui doivent y être élaborés, pour répondre à un certain nombre d'objectifs tout en respectant les contraintes de fabrication.

1.1. Fonction d'ordonnancement

La décision élémentaire sur le flux de pièces d'un atelier est le lancement, sur un poste de travail qui vient de se libérer d'une opération concernant un item donné. Ces décisions prises par le chef d'atelier, visent à optimiser les délais de fabrication et les files d'attente devant les postes de travail, qui sont les préoccupations majeures de toute entreprise.

- La fonction d'ordonnancement a pour but de planifier ces décisions ce qui permet de prévoir finement le fonctionnement de l'atelier. On peut alors :
- Anticiper des problèmes de capacité qui n'avaient peut être pas détecté à un niveau plus global.
- Préciser les délais de fabrication.
- Placer dans le temps les différentes tâches, ce qui permet de prévoir l'affectation des personnels et la mise à disposition des outils et outillages nécessaires.

1.1.1. Entrées-Sorties

Les entrées-sorties de la fonction d'ordonnancement sont schématisés ainsi :

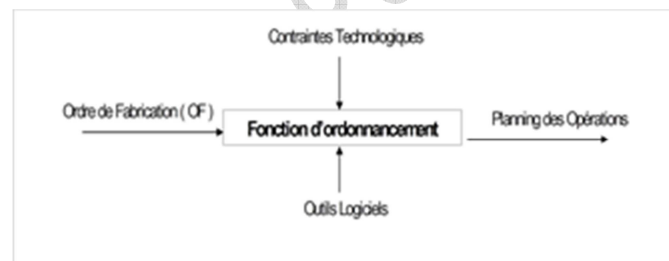


Fig.1. Les entrées- sorties de la fonction d'ordannement

Les contraintes technologiques : sont les contraintes liés aux gammes de fabrication et à l'utilisation des postes de travail.

- On peut distinguer trois types de sorties :
- Le planning proprement dit, généralement sous forme de diagramme de Gantt.

Des indicateurs de performances concernant le respect des délais, les durées de fabrication et l'utilisation des ressources.

Des documents pour la distribution de travail (les fiches suiveuse, bons de travail, etc.)

1.2. Problèmes d'ordonnancement de l'atelier

La mission d'ordonnancement dans un atelier est un problème complexe à part entière, et sa complexité augmente selon les dimensions de l'atelier (nombre d'opérations, machines, etc.). Les résultats qui permettent de trouver une fonction optimale sont très limités et peu réalistes.

1.2.1. Les contraintes

On peut considérer que l'on a trois grandes catégories de contraintes à respecter :

- Les gammes de fabrication : elles imposent des contraintes d'enchaînement dans le temps de certaines opérations combiné à l'utilisation d'un certain nombre de ressources et ce pour une opération donnée.
- Les limitations du nombre de ressources de chaque type. En effet, on distingue :
 - o Ressources de types disjonctifs : existent en un seul et unique exemplaire : le cas des postes de travail.
 - o Ressources de types cumulatifs : tels que les ressources humaines.
- Délais : Chaque OF doit être fabriqué dans un créneau temporel caractérisé par une date de début au plus tôt et date de fin au plus tard.

1.2.2. Critères et Indicateurs de performance :

On parle d'indicateurs de performances qui permettent d'évaluer l'adéquation d'un ordonnancement aux objectifs de l'atelier, plutôt que de critères d'optimisation. Il en existe plusieurs :

- En-cours, délai de fabrication : Ces deux indicateurs sont fortement corrélés. Le premier concerne le nombre moyen d'items ou la charge moyenne de travail, dans l'atelier ou devant chaque poste de travail. Les délais de fabrication caractérisent le temps moyen au maximum passé par OF dans l'atelier ou le temps d'attente global ou pas poste.

$$\text{Délai de Fabrication} = \text{Date d'achèvement} - \text{Date de début au plus tôt}$$

- Respect des délai : Le respect global des délai peut être caractérisé par le retard maximum ou moyen d'un ensemble d'OFs, ou par le nombre d'OFs en retard.
- Occupation des ressources : les taux d'activités, en distinguant éventuellement les temps de réglage des durées opératoires.
- Durée totale : appelé dans le domaine académique le '*makespan*', est très peu utilisé dans les problèmes industriels.

1.2.2. Problème central

Caractérisé de la façon suivante :

- Chaque OF est défini par une gamme linéaire d'opérations avec des contraintes d'enchaînement strict et, éventuellement, un délai de livraison.
- Chaque opération a une durée bien définie et ne peut être effectuée que sur une seule machine.
- Chaque machine ne peut traiter qu'un seul OF à la fois.

Ce problème est connu dans le domaine académique sous le nom de '*n/m job-shp*'.

' n/m job-shp' = Exécution de n taches sur m machines.

C'est le problème de base autour duquel tournent tous les progiciels d'ordonnancement d'atelier.

1.3. Méthodes d'ordonnancement d'atelier

Le problème de gestion des taches en concurrences dans les machines et les conflits à résoudre implique la définition d'une stratégie pour ordonner le traitement des conflits le mieux possible ainsi qu'une règle de solution de chaque conflit :

Pour cela il existe plusieurs approches, les principales sont :

- *Algorithmes spécialisés* : construction progressive de l'ordonnancement. Ils intègrent les contraintes ainsi que la stratégie et la règle de résolution. Cette approche dite d'algorithme 'glouton' ne permet pas de mettre en évidence les conséquences d'une décision sur le respect des délais de livraison.

Ex : 3 machines avec 3 OF et l'ensemble des dates au plus tôt et au plus tard

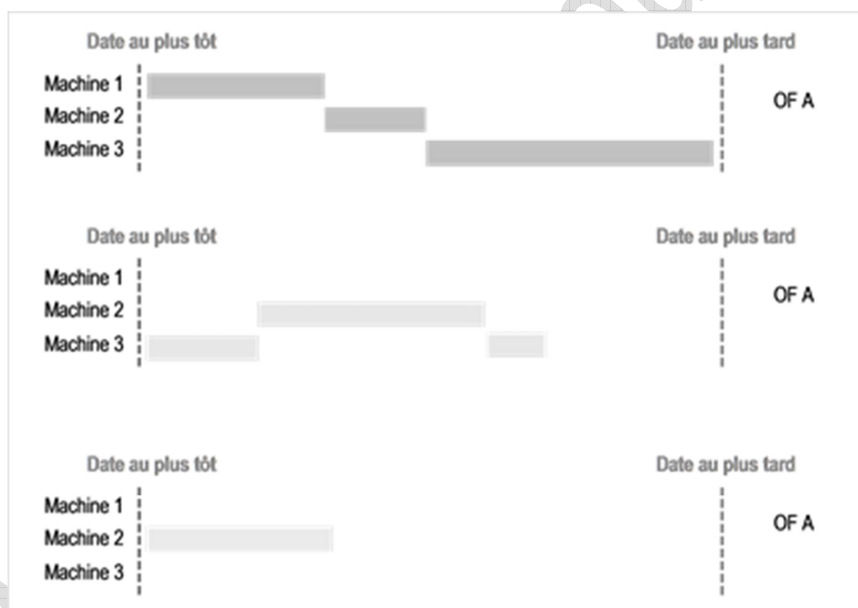


Fig.2. Exemple d'illustration d'ordonnancement

Le schéma ci-dessous ordonnance les opérations de chaque FO sur chaque machine indépendamment. Pour avoir un ordonnancement cohérent, il faut rassembler les trois FO en ordre ABC ou BAC ou etc. :



Fig.3. Combinaison de trois OF en stratégie ABC

La stratégie est définie par l'ordre des OFs :



Fig.4. Comparaison entre deux stratégies de combinaison des OFs

- *Programmation par contraintes* : Le problème est modélisé par l'intermédiaire d'un ensemble de variables (par exemple les dates des débuts des tâches) et les contraintes liées à ces variables. Cette approche est utilisée en couplage avec d'autres algorithmes dans le cadre industriel.

2. Prévision et Planification

Dans l'entreprise, un plan de fabrication doit donc réagir aux données courantes de production de stockage et de demande. Mais les décisions qu'il génère doivent aussi prendre en compte l'évolution future de système en intégrant les données prévisionnelles.

2.1. Que prévoir et planifier ?

2.1.1. La disponibilité et l'utilisation des ressources :

On entend par 'ressource' habituellement les équipes de travail, les dispositifs de stockage, de transports, des machines d'assemblage et de transformation (unitaires ou groupées en pools). Ils sont caractérisés souvent par leurs capacités et leur performance.

La planification de la production se situe alors au niveau tactique d'utilisation des ressources existantes avec possibilité éventuelle de faire appel à la sous-traitance ou à des heures supplémentaires.

2.1.2. Répartition du travail dans le temps :

La durée de vie et d'amortissement des équipements dans les ateliers est longue, et c'est sur des horizons à long terme que leurs coûts d'utilisation peuvent être évalués et optimisés. Or, la demande ne peut être prévue pour une si longue durée. Pour être suffisamment réactive, la planification de la production doit porter sur un horizon à court ou à moyen terme et le plan de production doit être souvent remis en cause.

2.1.3. Quantités à produire:

Pour calculer les quantités à produire à chaque période de l'horizon de planification, les demandes et les capacités de production futures sont généralement supposées parfaitement connues.

2.1.4. Niveaux de stocks

L'existence des stocks est une nécessité vu :

- La possibilité de problème d'approvisionnement
- Les risques de pannes
- La capacité limitée des ressources productives
- Les exigences des clients en termes de délais de livraison

3. Gestion des Stocks

Les stocks sont constitués de l'ensemble des marchandises, matière première, produits semi-finis, finis, etc. que possède une entreprise. On peut identifier cinq grandes catégories de stocks :

- Les approvisionnements : est constitué des matières premières ou les produits semi-finis en provenance des fournisseurs.
- Les en-cours (stocks tampons) : formés des produits semi-finis en cours de transformation. Ils se situent entre les machines ou les ateliers.
- Stocks de produits finis : en attente de livraison
- Stocks d'outillage : des outils utilisés pour assurer la production
- Stocks des pièces détachés et de rechange pour la maintenance des équipements

3.1. Coûts de stocks :

Les spécialistes estiment 25% des capitaux immobilisés d'une entreprise industrielle. Il existe trois types de coûts sur les stocks :

- Coût d'acquisition : regroupent tout ce qui est lié à la constituer du stock. Pour les approvisionnements, l'outillage ou la maintenance, ces coûts proviennent du service achat, de livraison et les frais de réception de la marchandise. Pour les en-cours, il s'agit de coût de lancement de la production (main d'œuvre par ex.). Les coûts d'acquisition sont proportionnels au nombre de commandes passées.
- Coût de possession : relèvent des moyens nécessaires à l'existence des produits dans les stocks (les surface de rangement), du personnel (gardien), etc. Il est proportionnel à la valeur du produit stocké et la durée de son stockage.
- Coût de pénurie : Ils sont les plus réponsus et les plus difficiles à cerner.

Ex1 : Perte de clients à cause d'une non livraison.

Ex2 : Remplacement des pièces manquantes par des pièces de rechange sans augmenter le prix de différence.

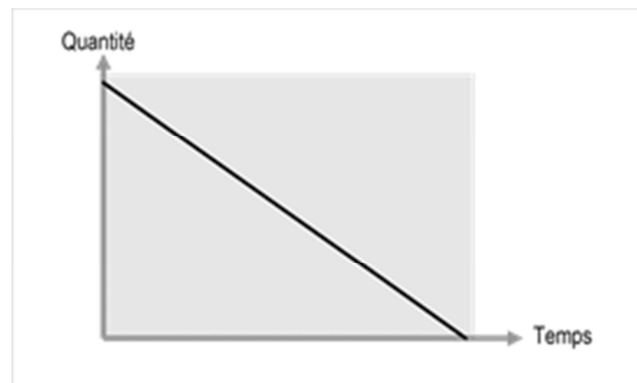


Fig.5. Evolution du stock en fonction du temps

4. Calcul des besoins (MRP0, MRP1, MRPII)

La méthode MRP (Material Requirement Planning avant et Method Resources Planning aujourd'hui) est considéré comme la deuxième étape de démarche de planification et ordonnancement.

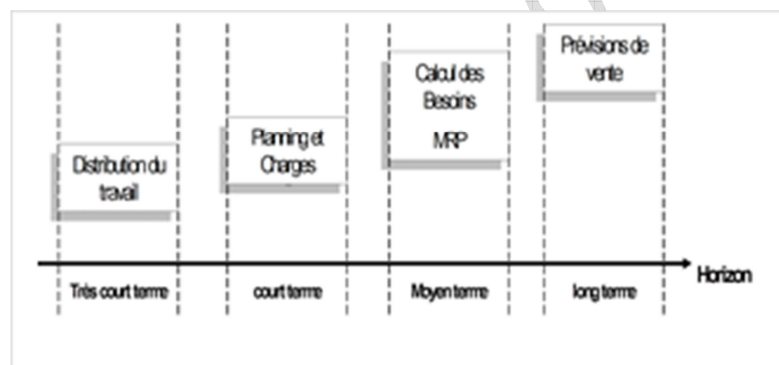


Fig.6. Position de la méthode MRP parmi les étapes de planifications

Selon le théorème d'Orlicky, on définit des besoins indépendants appelés également besoin aléatoires ou externes issus de l'extérieur de l'entreprise (commandes clients, prévisions de ventes) et besoin dépendants appelés également besoins induits, ou internes à l'entreprise. Ils sont dépendants et reliés selon les liens de composition dans les nomenclatures.

Donc le postula d'Orkily dit :

- Les besoins indépendants ne peuvent être qu'estimés
- Les besoins dépendants doivent être calculés.

4.1. Besoins Bruts et Besoins nets

Le besoin brut sur un article composant est la quantité nécessaire pour le montage des produits composés utilisant ce composant. Elle correspond donc au besoin sur le produit composé transformé par le ou les coefficients du lien dans la nomenclature.

Le besoin brut sur un produit est la somme des besoins externes sur ce produit.

Besoin brut = Somme des besoins induits et des besoins externes sur un article.

Le besoin net est calculé à partir des besoins bruts en prenant en compte les stocks et en-cours de fabrication (ou de commande à fournisseur), échéancés sur les semaines à venir.

Le besoin net existe si à la date T , on a :

$$\text{Stock}(T) < 0$$

On appelle 'Manquant' la quantité de produit qu'il est impossible de couvrir par le stock physique à la période T ou par le stock prévisionnel à la période $T+x$

4.2. Besoin net et stock de sécurité

La définition du besoin net a été faite en comparant le disponible au stock nul. A cause des aléas de consommation ou de réapprovisionnement on définit souvent le stock de sécurité, et dans ce cadre, le disponible net ne doit pas être comparé à zéro, mais au stock minimum (mini).

On génère donc un projet chaque fois que le disponible tombe en dessous du stock mini (ou de sécurité).

4.3. Projet

Chaque qu'il existe un besoin net (ou manquant), le principe de la méthode MRP est de supposer que ce besoin net est couvert par une ressource complémentaire aux ressources existantes.

Cette ressource complémentaire est un 'Projet'. Ce projet est un projet d'ordre de fabrication ou projet d'OF si l'article est fabriqué, un projet d'ordre d'achat ou projet d'OA si l'article est approvisionné.

Tout traitement MRP est suivi d'une phase de transformation des projets en ressources fermes.

- Les projets OA se transforment en commandes passés aux fournisseurs.
- Les projets OF se transforment en ordres de fabrications.

4.3. Explosion de nomenclature

Un projet de fabrication qui est une ressource pour le composé, induit de plus un besoin sur les composants de ce composé.

Mais pour que le composé soit disponible à la date T , il faut que le composant soit disponible au moment nécessaire pour la gamme de ce composé. En conséquence : 1. un projet à la période T induit un besoin sur les composants à :

$$T - \text{Cycle de fabrication du composé}$$

Le besoin induit sur un composant est généré par une ressource et non par un besoin.

Ce point est fondamental. Il illustre la différence qu'il y a entre la méthode MRP et les méthodes anciennes.

Dans l'explosion de besoin brut, le besoin sur un composant est généré directement par le besoin sur un composé.

4.4. Délai et cycle de fabrication

Si un besoin net existe à la période $T+x$, on génère un projet qui couvre ce besoin net dans la période $T + X$. Pour les articles fabriqués, ce projet sur le composé génère sur les composants directs un besoin à la période $T + X - \text{cycle de fabrication composé}$.

Pour les articles achetés, ce projet suppose la passation d'une commande fournisseur à :

T + X - Cycle de d'approvisionnement

La méthode MRP exécute donc en partant de la date d'exigibilité du besoin en déduisant les dates d'exigibilités des composants primaires.