

Gestion de la production

Plan de cours

- ↳ Introduction à la Gestion de production
- ↳ Les notions Techniques de la Production
- ↳ La Gestion des stocks
- ↳ Plan Industriel et Commercial & Plan Directeur de
Production
- ↳ Materiel Requirement Planning (MRP)
- ↳ Le Juste à Temps (JAT)
- ↳ Méthode Kanban
- ↳ Theorie des contraintes (TOC)

Partie I : Introduction à la Gestion de production

- **La Production :**

Consiste en une transformation de ressources (humaines ou matérielles) en vue de la création de biens ou de services.

- **La Gestion de la Production** a pour but :

La synchronisation de l'ensemble des actions de production agissant sur un **flux de matière** qui traversent l'entreprise, en tenant compte des **contraintes** et des critères de performance, à partir de **ressources physiques, humaines et financières**.

- **La Gestion de Production** vise à :

Assurer l'organisation du système de production afin de fabriquer les produits en quantités et en temps voulus compte tenu des moyens (humains ou technologiques) disponibles.

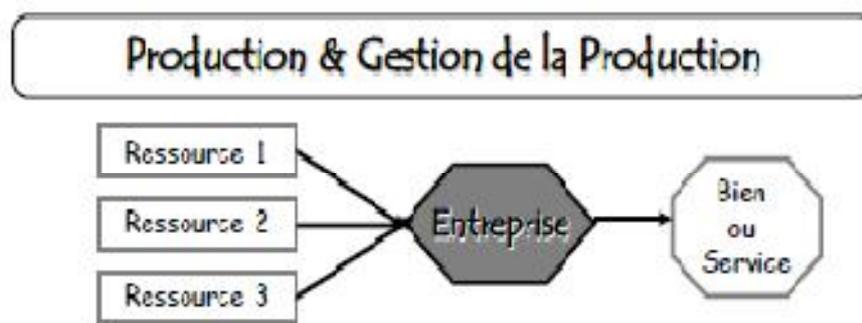


Fig1 Objectif de la production

La fabrication se limite à la transformation des matières, des pièces et des ensembles en produits finis. Alors que la production concerne l'exécution d'activité d'acquisition et de stockage des matières, de transformation d'inputs en outputs (la fabrication) et d'entretiens d'installations et des équipements de production.

- **La gestion de production** : c'est l'action ou la manière de gérer, d'administrer, de diriger et d'organiser une entreprise au niveau de la production

La gestion de la production est la fonction de gestion ayant pour objet la conception, la planification et le contrôle des opérations.

Les activités de conception portent sur la définition des caractéristiques :

- **du système productif** (capacité, localisation, technologie, etc)
- **des produits.**

La planification décrit l'utilisation projetée du système productif dans l'objectif de satisfaire la demande. En d'autres termes, elle a pour objectif de coordonner la capacité disponible avec la demande.

L'activité de contrôle s'efforce d'évaluer l'adéquation des résultats obtenus par rapport aux plans (objectifs).

La Fonction Production doit atteindre des objectifs opérationnels :

1. Produire la qualité exigée (**Q**).
2. Produire la quantité requise (volume **V**).
3. Respecter les délais de fabrication et de livraison demandés, donc à temps (**T**).
4. En les livrant au lieu convenu (**L**),
5. Minimiser les coûts de production et d'exploitation (facteur économique **E**).
6. Entretenir avec les clients des interrelations efficaces (**I**).
7. Mettre sur pied des systèmes et des méthodes administratives (**A**) légers et exempts d'erreurs.

- **Production et Notion de Ressources**

04 Types de Ressources

- **Ressources Humaines :**
 - Ouvriers, ingénieurs, informaticiens, stratèges....**
- **Informations :**
 - Gammes** (enchaînement d'opérations pour la fabrication du produit)
 - Nomenclatures** (liste des constituants d'un produit)
 - Procédures** (procédures qualité par exemple)
- **Équipements :**
 - Bâtiments** (unités de production, zones de stockage)
 - Machines** (fabrication, transport, manutention)

- **Matières :**

Matières premières, Outillage

Composants (produits fabriqués ou achetés à l'extérieur)

• **Fonction « Production » dans l'Entreprise**

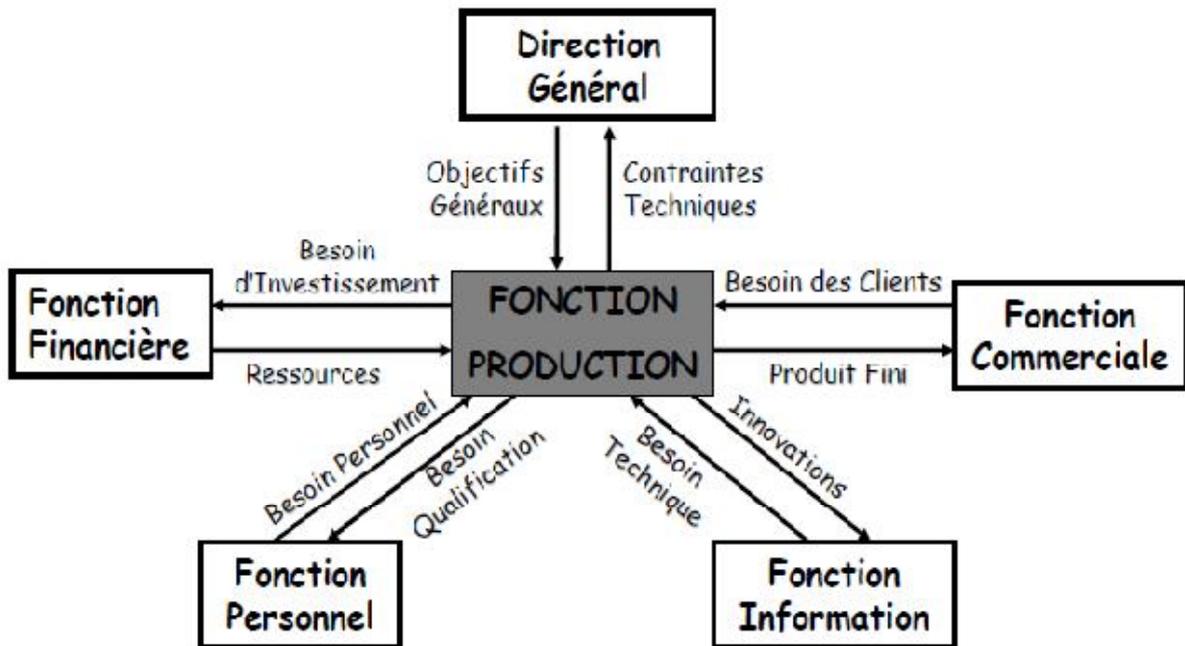


Fig2 Objectif Principal de Gestion de la Production

• **Décisions en Gestion de Production**

- **Système de production :**

Système hiérarchisé de décision

Système d'information

Système physique

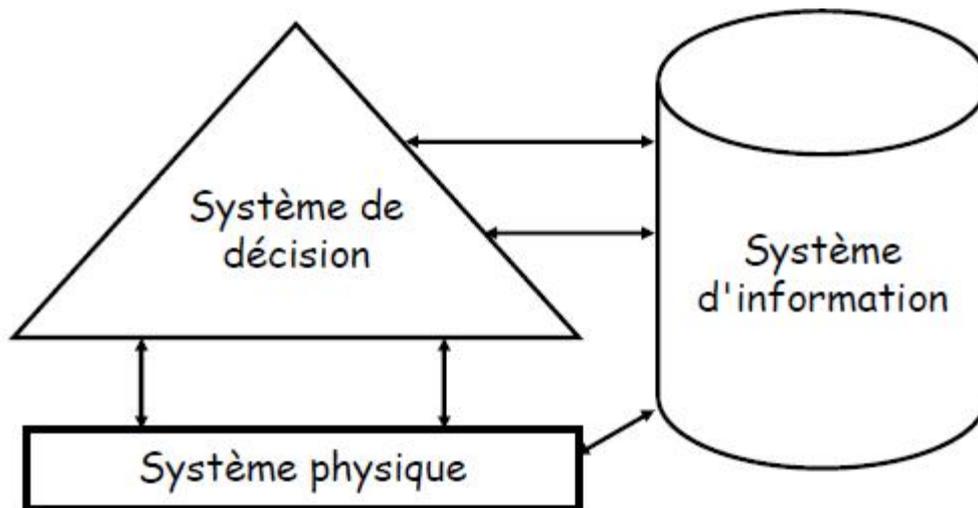


Fig Décisions en Gestion de Production

Il existe 03 types de décisions :

Décision Stratégique, Décision Tactique, Décision Opérationnelle

✓ **Décision Stratégique**

- **Politique long terme de l'entreprise** (6mois à 10 ans)
- **Définition des Ressources Stables Visées**

Ressources Humaines :

Embauches
Plans de formation

Équipements :

Bâtiment, Machines

Informations :

BD techniques
Procédures de Gestion

Matières :

Politiques d'achat
Placement des stocks, des encours

✓ **Décision Tactique**

- **Décisions à moyen terme** (15 jours à 1 an)
- **Ajustements autour des « standards fixés par la stratégie »**

Ressources Humaines :

Planification heures supplémentaires, intérim ...

Équipements :

Réservations de capacité

Choix d'ouverture ou non de certains équipement

Informations :

Prévision des ventes, commandes fermes

Matières :

Déclenchement des approvisionnements moyen terme. Niveaux de stock visés.

✓ **Décision Opérationnelle**

- Assurent la flexibilité quotidienne nécessaire pour faire face à la demande : OF tardifs, pannes, absence

Ressources Humaines :

Calendrier d'activité, opérateurs ...

Équipements :

Suivie du bon fonctionnement

Informations :

Informations liées aux OF Suivie de production

Matières :

Vérification des disponibilités et approvisionnement court terme.

Gestion des stocks.

• **Typologie (classification) de la Production**

On peut classer les types de production selon plusieurs critères :

Critère 1 : Quantité & Répétitivité

Critère 2 : Organisation du Flux de Production.

Critère3 : Relation avec le Client

Critère 4 : Structure du Produit

➤ **Classification selon le critère : Quantité & Répétitivité**

Répétitivité : correspond au fait que les commandes des produits ne sont pas constants, et subissent des périodicités plus ou moins stable

Quantité de produits dans une série et répétitivité des séries :

Production unitaire

Production par petites séries (100)

Production par moyennes séries (1000)

Production par grandes séries (100000)

NB : Les ordres de grandeurs : la notion de petite, moyenne et grande dépend beaucoup du secteur d'activité et du type de production

Lancement Série	Répétitif	Non Répétitif
Production Unitaire	Moteur de fusée Bateau	Satellite Moules pour presse BTP
Petite et Moyenne série	Machines Outils	Sous-traitance mécanique et électronique
Production Grande Série	Électroménager	Journaux Articles de mode

➤ **Critère Organisation du Flux de Production**

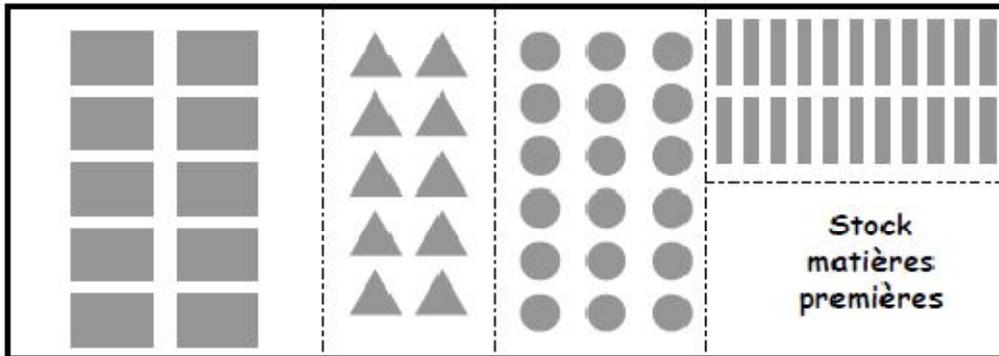
Classification 1

Le choix de l'organisation est souvent contraint par la nature du produit fabriqué :

- **Production en continu** : (industrie de process) : chimie, pétro-chimie, cimenterie, agro-alimentaire
- **Production en discontinu** : enchaînement d'opérations élémentaires :
 - Ateliers en ligne (flow-shop)
 - Ateliers en îlots spécialisés (job-shop)
 - Par projet.

❖ Sections homogènes

Les ressources de production regroupées par type production discontinue productivité faible, flexibilité importante

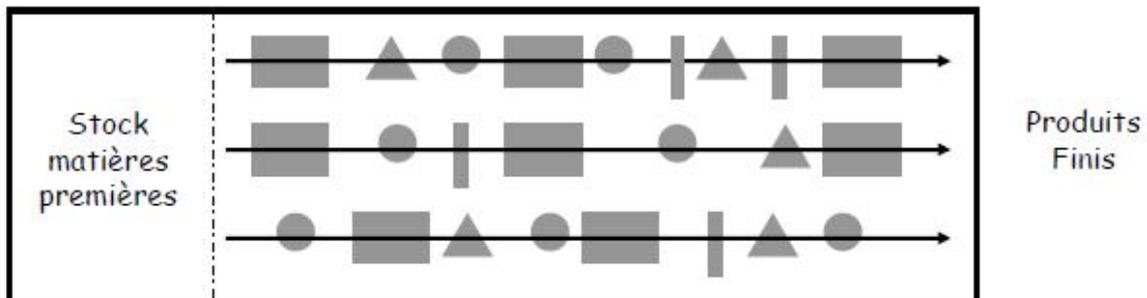


❖ Lignes de fabrication

Les ressources de production sont alignées suivant la gamme du produit

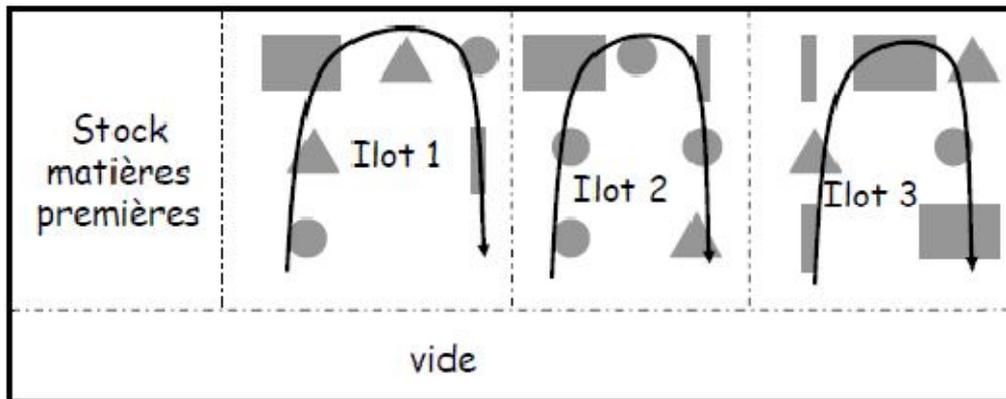
Production continue

Productivité importante, flexibilité faible



❖ Îlots de fabrication

Les ressources de production sont regroupées en îlots pour une famille de produits compromis : productivité moyenne, flexibilité moyenne



➤ **Relation avec le Client**

Principes de production différents qui influencent beaucoup la gestion de production mise en place

Production pour stock : la production sert à remplir des stocks de produits finis, les commandes client sont satisfaites à partir du stock

Production à la commande : on ne fabrique que les produits qui ont été commandés

Assemblage sous ordre : qui concerne des produits comportant de nombreuses variantes (qu'on ne peut, par conséquent, pas maintenir en stock) assemblées à partir de sous-ensembles standards en nombre limité ;

(ex: Automobiles, Ordinateur);

Production sur Stock

Avantages :

Délais

Inconvénients :

Coûts de stockage

Risque d'obsolescence

Conditions nécessaires :

Peu de diversité dans les Pdt Finis

Justification du Choix :

Longueur du cycle de vie

Demande suffisamment importante

Saisonnalité très forte

Cela demande une certaine standardisation du produit

Production à la Commande

Avantages :

Pas de stocks de produits

finis ni de MP

Inconvénients :

Délais

Conditions nécessaires :

Cycle de production court Offrir des produits sur-mesure pour le client

Justification du Choix :

Demande régulière

Réduire les coûts de stockage

Cela demande une grande réactivité du système de production et e l'organisation

Assemblage sous Ordre

L'Objectif de fournir des produits très diversifiés à de nombreux clients

Idée : fabriquer des produits standards que l'on assemble au moment où la demande client est formulée

Exemple : sièges de voiture, voiture, ordinateur

Relation Clt Flux Produit	Sur Stocks	A la Commande
Continue	Raffineries Laiteries	Assemblage Automobile
Discontinue	Skis, Glaces, Clim Prêt-à-porter	Sous-traitance mécanique
Projet	Logement	Vaisseaux Navires; Barrages

➤ **Structure du Produit**

- Structure Convergente :

Produit finis en faible nombre, composante nombreux (électroménagers, automobile, oeuvre ...)

- Structure Divergente :

Peu de matières premières, grande diversité de produits finis (agro- alimentaire, sidérurgie, ...)

- Structure à Point de Regroupement :

Beaucoup de matières premières pour des sous-ensembles peu nombreux, et une grande diversité de produits finis

- Structure Parallèle :

Des matières premières différentes pour des produits finis différents

Exemple 1 : Satellite

Production unitaire

À la commande (sans anticipation) Organisation de type projet

La gestion de production est ici de la planification et de la conduite de projet

Exemple 2 : Voiture

Grandes séries (différenciation retardée)

À la commande (personnalisation de masse, anticipation)

Organisation en ligne de production

- Flux discontinu entre ferrage peinture montage
- Flux continu en montage pour l'assemblage des composants

Prévision des volumes pour conception de la ligne (débit) et pour appel à composants

Exemple 3 : Électroménager

Petites et moyennes séries pour chaque modèle

Pour stock

Organisation en ligne d'assemblage multi-modèles

Planification des lots à fabriquer, gestion des stocks, appel à composants, réorganisation des lignes à chaque changement de série

Partie 2 : Termes techniques en gestion de la production

Article

- **Définition :**

Un Article est un produit de l'entreprise ou un élément entrant dans la composition d'un produit que l'on veut gérer.

- **Différents Types d'articles :**

Produits finis

Produits semi-fini ou semi-cœuvré

Matières et fournitures

- **Description d'un article ;**

1. Son code ou identifiant.
2. Indexe d'appel par désignation.
3. Une famille.
4. Renseignements descriptifs de forme, volume, de poids, ect ...
5. Unité d'entrée en stock ou d'achat et unité de sortie de stock.
6. Renseignement Comptables.

- **La Codification**

La codification permet de :

Lever l'ambiguïté sur l'identité d'une pièce.

Constituer la clé d'accès l'enregistrement « Article »

Donner des indications sur la nature de cette pièce. Un système de codification doit être : Simple, Précis, Souple, homogène

Exemple : Gencod EAN 13

- **Modes de Codification**

I - Codification Significative :

Chaque champ a pour but de décrire une caractéristique de l'article.

(MP, SE, Articles acheté ou fabriqué, caractéristiques physique ...)

II - Codification Non Significative :

Généralement numérique, homogène et sans signification, création séquentielle, enregistrement les un après les autre aux besoins.

III - Codification Mixte :

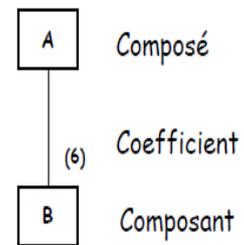
Une partie significative et une non significative. (c'est la plus utilisée)

Notion « Nomenclature »

Définition d'une nomenclature :

Une Nomenclature d'un produit définit la composition de ce produit en terme de matières premières et composants à acheter.

Une nomenclature est une description hiérarchique d'un produit.

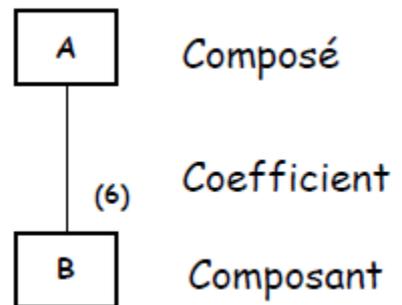


Les déterminants d'une nomenclature :

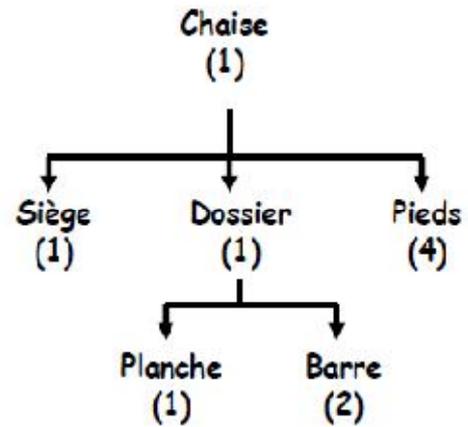
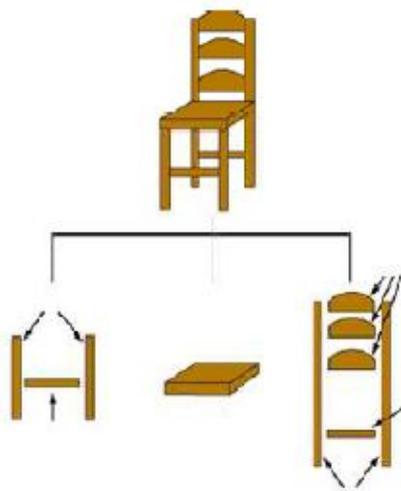
Les Niveaux

Les liens

Les Coefficients d'utilisation ou de montage.

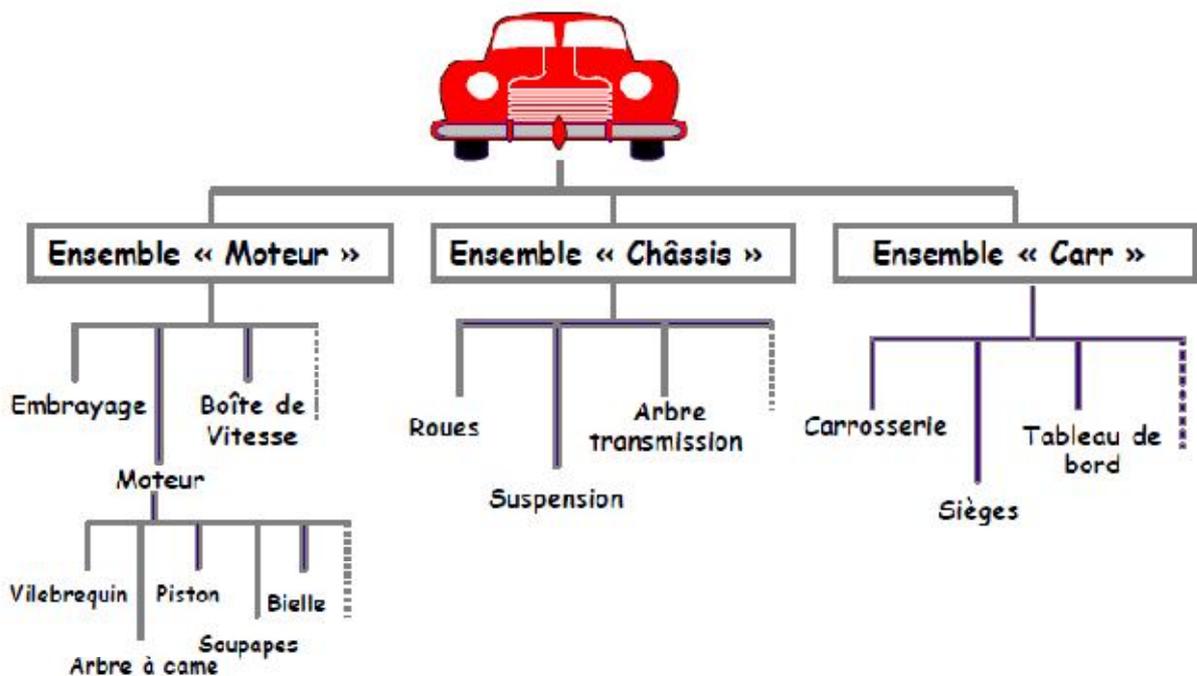


Exemple 1 : Nomenclature Chaise

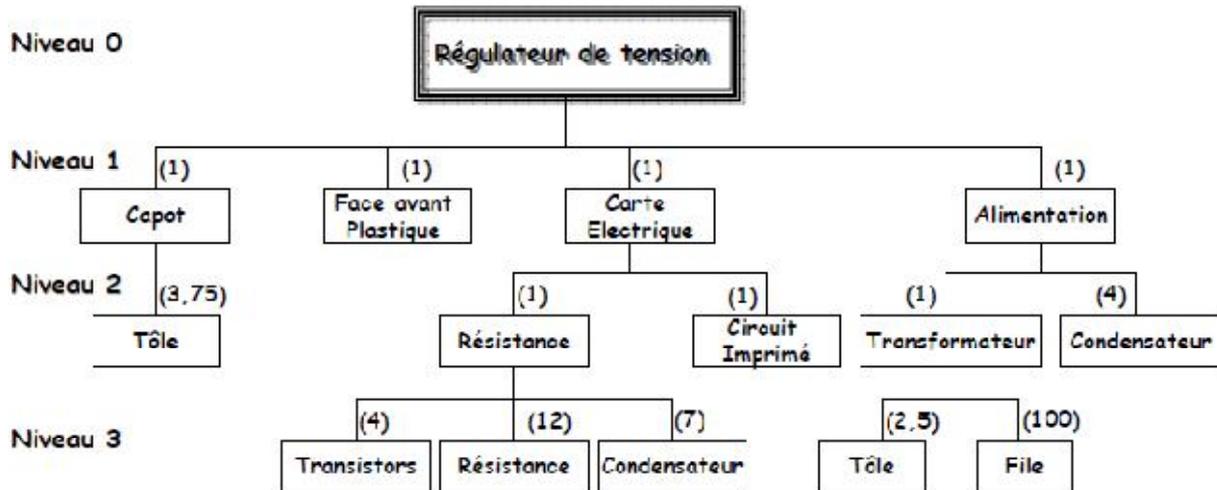


Niveau 0	Chaise
Niveau 1	Siège - Dossier - Pieds
Niveau 2	Barre - Planche

exemple 2 : Nomenclature Voiture Carr



Nomenclature Arborescente



Notion « Gamme de Fabrication »

- **Définition**

La gamme c'est la séquence des opérations que subi le produits au cours de sa production.

La gammede fabrication permet de détailler les différentes phases de la fabrication et de montrer les machines et les outils qui réalisent ces phases.

- **Référence de la Gamme :**

(le plus souvent, la référence du produit traiter, mais si plusieurs articles, définir des références spécifique).

Désignation de la Gamme :

Description de la Gamme :

(Sous forme de commentaire ou de renvoie vers un dossier technique).

- **Condition d'Emploi de la Gamme :**

(Taille maximal et minimale de lots, possibilité de fractionnement de lots).

Les Outillages nécessaires :

La référence de la Gamme de remplacement :

(ou gamme secondaire qui remplace la gamme principale).

Les Dates : (De création, mise à jours, validité ...).

Numéro d'ordre :

Conditions de Jalonnement : (Opération parallèle, consécutives, chevauchement... avec délais de chevauchement).

Référence de poste de travail concerné : Les Temps :

Temps de réglage

Temps unitaire d'exécution (MO ou machine, qui, multiplié par le nbre d'article donnera le temps total d'exécution)

Temps technologique (de refroidissement ou de séchage ...)

Temps de transfert

Temps d'attente.

Un poste de travail :

Un poste de travail est une unité physique opérationnelle de base de l'entreprise.

La Référence du poste.

Réponds aux restriction de codification.

La Désignation du poste.

C'est-à-dire son appellation. Indication de la Nature du poste. La Capacité du poste.

Poste de Remplacement.

En cas de saturation ou de panne.

Données pour calculer les coûts

Notion de Capacité

C'est la mesure de l'aptitude d'un poste de travail (une ressource en général) à traiter un flux.

Il en résulte que :

Capacité théorique. Capacité réelle

Perte de capacité

La capacité effective d'une ressource peut être inférieure à une capacité théorique et ce pour plusieurs raisons,

La machine doit être arrêter pour :

- Entretien préventif.
- Pour réparation de panne.
- Opérateur est absent .

Généralement, lorsqu'une même ressource traite plusieurs flux, ce qui donne lieu à une perte de temps de passage. (arrêt de la ressource, changement de l'outillage, modifier le réglage, préparer une autre matière)

Partie 3 : GESTION DES STOCKS

Définitions :

Les **stocks** peuvent être définis comme l'ensemble des articles rassemblés à l'intérieur de l'entreprise et en attente d'utilisation. Ils sont essentiellement composés de matières premières, de fournitures, de produits semi-fini et emballages commerciaux.

Les stocks sont indispensables à l'entreprise dans la mesure où ils lui évitent les ruptures qui engendrent l'arrêt de la production et parfois la perte de certains clients. Mais les stocks coûtent cher, il faut donc les gérer de façons rationnelle en :

- ✓ évitant les ruptures
- ✓ minimisant les coûts
- **La gestion des stocks** consistera donc à planifier, diriger et organiser au mieux un sous ensemble de l'entreprise composé de trois élément : les flux d'entrées, les articles en attentes, et les flux de sorties.

- **Les opérations de gestion des stocks**

Si l'on veut être en mesure de connaître l'état des stocks d'une entreprise en permanence, leur gestion doit être réalisée avec soin. Parmi les opérations nécessaires, on trouve :

- le magasinage ;
- la gestion des entrées /sorties ;
- les inventaires.

- **Le magasinage**

Les stocks d'une entreprise sont placés dans un ou plusieurs magasins afin qu'ils soient rangés entre leur réception et leur mise à disposition. Cette gestion suppose deux types d'organisation.

- **Gestion mono-magasin**

Dans ce type d'organisation, tous les produits sont stockés et gérés dans un lieu unique. L'avantage en est de simplifier la gestion du stock, mais cela entraîne nécessairement de nombreuses manutentions, donc des délais et des coûts.

- **Gestion multi-magasins**

Afin de minimiser les manutentions, on préfère parfois répartir les stocks dans plusieurs magasins. Chaque magasin regroupe les produits par type (produits finis, matières premières...) ou en fonction de la proximité géographique.

- **La gestion des entrées/sorties**

Afin de permettre un suivi des quantités en stock, chaque mouvement de stock (entrée ou sortie) doit faire l'objet d'une transaction. Pour que cette dernière soit optimale, il est souhaitable que les mouvements soient saisis en temps réel par le système informatique de gestion des stocks. On connaît ainsi à chaque moment l'état réel du stock.

La relation entre les quantités réellement en stock et les quantités indiquées par la gestion des stocks dépend de la rigueur avec laquelle les mouvements sont saisis. Toute erreur de saisie se traduira par un écart entre la réalité et les quantités indiquées dans les fichiers. Pour une gestion rigoureuse, il est indispensable de limiter l'accès des magasins aux seules personnes autorisées.

La gestion des entrées/sorties comprend deux types de transaction.

- **La réception :** Elle consiste à entrer un produit dans le magasin. Pour ce type de transaction, il faut vérifier tant la conformité que la quantité des produits reçus.
- **La sortie :** Les pièces demandées sont retirées du stock conformément à une commande client (produits finis) ou un bon de sortie (produits fabriqués).

- **Les inventaires**

À tout moment, le gestionnaire doit être capable de fournir un état des stocks pour chaque référence en quantité et en emplacement. Pour vérifier la qualité de l'état des stocks (différence entre stock réel et image informatique du stock), il faut effectuer des *inventaires*, et éventuellement remettre à jour l'image informatique. Un inventaire consiste en une opération de comptage des articles dans les rayons du magasin. On trouve principalement trois types d'inventaire.

- **L'inventaire permanent :** Il consiste à tenir à jour en permanence les quantités en stock de chaque article grâce aux transactions.
- **L'inventaire intermittent :** Il est en général effectué une fois par an en fin d'exercice comptable. Il est effectué pour tous les articles de l'entreprise, d'où une grosse charge de travail qui perturbe son activité.
- **L'inventaire tournant** Il consiste à examiner le stock par groupe d'articles et à vérifier l'exactitude en quantité et localisation de ces articles. On définit généralement des fréquences différentes d'inventaire tournant selon l'importance de l'article. On fera, par exemple, un inventaire trimestriel pour les articles de classe A, un inventaire semestriel pour les articles de classe B.

- **Les différents types de stocks et leurs fonctions :**

Les différents types de stocks

Dans les entreprises industrielles en général, on retrouve plusieurs types de stocks :

- **Matières premières et composants** : ce sont les articles achetés et réceptionnés par l'entreprise, mais qui ne sont pas encore dans le processus de production.
- **Produits finis** : ce sont tous les articles ayant subi toutes les opérations de transformation et prêts à être livrés au client. On les retrouve dans les usines, dans les centres de distribution ou dans les dépôts.
- **En cours de fabrication** : ce sont tous les articles entrés dans le processus de transformation mais pas encore terminés. On les trouve dans des stocks intermédiaires, au pied des machines ou en transfert entre les machines.
- **Pièces de rechange** : ce sont des articles intermédiaires, des sous-ensembles qui sont prêts à être livrés par le service après-vente.

Cette classification est particulière à chaque entreprise.

Fonctions des stocks :

La gestion des stocks assure différentes fonctions dans l'entreprise.

- 1- **Fonction de régulation** : Les délais d'approvisionnement et de production sont, par nature, intermittents ou irréguliers. La constitution d'un stock diminue le risque de rupture d'un programme de fabrication ou évite de manquer une vente, c'est-à-dire augmente la qualité du service rendu par l'entreprise.
- 2- **Fonction économique**: Constituer des stocks permet de profiter des remises accordées par les fournisseurs sur les achats en grande quantité. D'autre part, ces mêmes fournisseurs imposent souvent des quantités minimales de livraison, contraignant ainsi leurs clients à stocker.
- 3- **Fonction de sécurité** : Les stocks sont constitués pour permettre à l'entreprise de se protéger contre les variations aléatoires de la demande et les retards de livraison.
- 4- **Fonction d'anticipation** : Le stockage permet d'anticiper les hausses de prix des matières ou des produits.

- 5- **Fonction technique** : Le stockage préalable de certains produits est parfois nécessaire pour satisfaire les exigences techniques du processus de fabrication.

Les stocks sont ainsi un facteur de flexibilité de l'entreprise, mais ils constituent une charge financière et une immobilisation de capitaux.

• LES COÛTS LIÉS À LA GESTION DES STOCKS

Les coûts directs et indirects liés à la gestion des stocks sont traditionnellement regroupés en quatre catégories :

- 1- **Le coût de possession de stock** (ensemble des coûts issus du maintien d'un article en stock : coût d'immobilisation du capital, coût d'entreposage et coût de dépréciation du stock), Le taux de possession du stock est généralement exprimé en % de la valeur totale de l'article.

$$\text{Coût de possession} = \text{Taux de possession} * \text{stock moyen}$$

$$\text{Stock moyen} = \text{Stock de sécurité} + \text{stock actif} / 2$$

- 2- **le coût de passation de commande**: le coût de passation de commande comprend des coûts administratifs (frais de correspondance et de téléphone, les salaires et les charges sociales du personnel d'achat, etc.) et des frais de contrôle (contrôle quantitatif et qualitatif);

Exemple : Une société fabrique des copies de meubles anciens. Le service achats passe en moyenne 2 000 commandes par an. Les charges liées aux approvisionnements sont composées des salaires du personnel (15 000 CDA), des frais téléphoniques (1000 CDA), des fournitures administratives (5000 CDA) et de frais divers (1000 CDA).

$$\text{Coût de passation d'une commande} : (15000 + 5000 + 1000 + 1000) / 2000 = 11 \text{ CDA.}$$

- 3- **Le coût d'acquisition** : ce coût est composé, pour un article acheté, du montant des factures d'achat de l'article, majoré des frais d'approvisionnement, des frais de transport et des frais de manutention; pour un article fabriqué, le coût d'acquisition comprend la matière, la main d'œuvre directe, les frais généraux;

Exemple : Une société consomme chaque mois 50m³ de bois. La consommation est régulière et uniformément répartie sur toute l'année. Le prix d'achat du m³ de bois est de 100CDA et le taux de possession du stock de matières premières est de 20 % du prix. Le coût de passation d'une commande est de 50CDA. Une commande est passée par mois.

Prix d'achat : $5\,000\text{ CDA} = 50 \times 100\text{ CDA}$

Coût de passation : 50 CDA

Coût de possession $500\text{ CDA} = 20\% \times 100\text{ CDA} \times (50/2)$

Coût d'approvisionnement : 5 550 CDA

- 4- **Le coût de rupture (ou coût de pénurie)**: il est égal au manque à gagner découlant de la non satisfaction d'une commande, éventuellement augmenté de la perte liée à la détérioration de l'image de marque de l'entreprise (par exemple, baisse de la clientèle); ou du coût d'utilisation de moyens de livraison urgents, ou du coût de modification de l'ordonnancement.

• LA CLASSIFICATION DES STOCKS

Pour éviter toute rupture normale (lorsque la production est discontinue) ou accidentelle (rupture d'approvisionnement, panne, composants défectueux), la gestion des stocks a pour objectif de déterminer le niveau de stock optimum pour un minimum de coût.

Deux modèles empiriques sont proposés :

Le modèle 20/80 (ou loi de Pareto) : Principe du modèle = certaines références en stock représentent une faible part du montant total des références ; d'autres au contraire en représentent une part importante. Dès lors, on constate que 20 % des références en stock représentent 80% de la valeur totale des articles et que 80 % des références recouvrent 20 % de la valeur totale des articles. Le suivi précis des stocks ne s'appliquera qu'à ces 20 %, le reste relevant de procédures sommaires.

Le modèle ABC

Dans le même esprit, ce modèle classe les références en trois catégories (contre deux dans le 20/80).

Le système de classification ABC des stocks permet ainsi de déterminer l'importance relative de chacun des articles stockés. La valeur d'utilisation annuelle est le critère le plus

généralement utilisé, mais d'autres critères peuvent être choisis, comme le volume stocké, le nombre de mouvements en stock et le volume de ventes.

La classification ABC consiste à définir trois classes d'articles, notées A, B et C, en fonction, par exemple, de leur valeur d'utilisation annuelle. À chacune des classes d'articles ainsi spécifiées, on applique des principes spécifiques de gestion de stocks. Le tableau ci-après en donne une présentation synthétique.

Principes de gestion des stocks liés à la classification ABC

<i>Classes</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
% du nombre total des articles	10 % à 20 %	30 % à 40 %	40 % à 50 %
% de la valeur cumulée des articles en stock	70 % à 80 %	15% à 20 %	5% à 10 %
Niveau de contrôle	Niveau de contrôle Rigoureux	Normal	Simple
Stock de sécurité	Stock de sécurité Bas	Stock de sécurité Modéré	Important
La fréquence des prises d'inventaires	Élevée	Modérée	Faible
Taux de rotation des stocks	Élevé	Normal	Faible

MÉTHODOLOGIE DE LA CLASSIFICATION ABC

Les différentes étapes de la classification ABC des articles à partir du critère de la valeur annuelle d'utilisation sont les suivantes :

1. déterminer la valeur de la consommation annuelle de chaque article du stock;
2. établir la liste par ordre décroissant des articles associés à leur valeur d'utilisation annuelle;
3. calculer le pourcentage cumulé de la valeur de consommation annuelle et celui du nombre des articles;
4. déterminer la classe des articles (A, B ou C) en fonction des pourcentages.

- **Les modèles d'optimisation des quantités**

Ces modèles reposent sur la recherche du coût qui minimise le coût total d'approvisionnement d'un article. La minimisation du coût détermine la quantité optimale à commander.

La gestion de stock en avenir certain : le modèle de Wilson (Le modèle de la quantité économique de commande (QEC))

Lorsque l'on souhaite approvisionner un produit, on cherche à diminuer au maximum le cout de revient :

- Le cout de stockage : on veut stocker le moins possible
- Le cout de lancement : on veut approvisionner le moins souvent possible

On veut en fait optimiser cout de stockage et cout de lancement, et répondre aux deux questions suivantes :

- Quand approvisionner
- Combien approvisionner

Ce modèle n'intègre pas le coût éventuel de rupture. Il repose sur les hypothèses suivantes :

1. La consommation est régulière (linéaire).
2. La demande ou les besoins de stocks sont **connus** avec **certitude**.
3. Les quantités commandées sont constantes.
4. Une commande n'est passée que lorsque le niveau des stocks est à zéro (la pénurie et la rupture de stocks sont exclues).

Posons :

N : le nombre de pièces consommées (fabriquées ou achetées)

Q : le nombre de pièces approvisionnées ou lancées à chaque période

Pu : prix unitaire de la pièce

T : taux de possession de l'entreprise exprimés en %

Cl : cout d'approvisionnement ou de lancement en fabrication

Calcul des coûts :

Le nombre annuel de lancements (de commande) = $\frac{N}{Q}$

Le coût annuel de lancement (approvisionnement) = $\frac{N \cdot Cl}{Q}$

Le coût d'acquisition = $N * Pu$

Le stock moyen dans l'entreprise = $\frac{Q}{2}$

Le coût de stockage (de possession) = $\frac{Q}{2} * t * Pu$

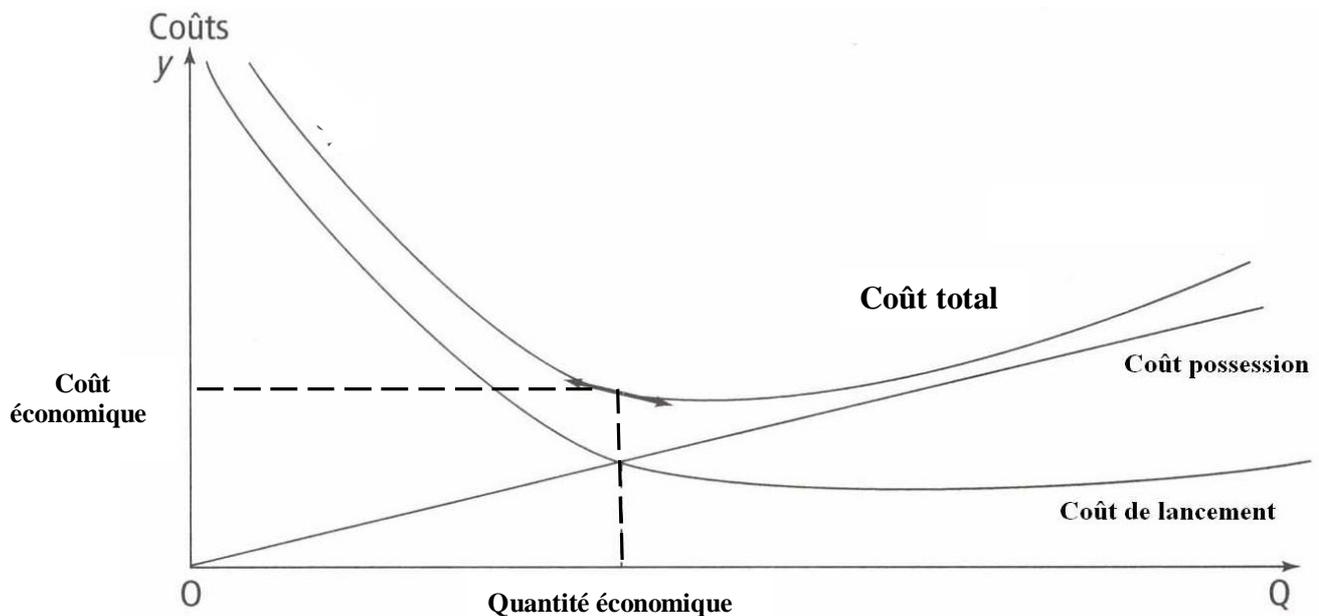
$$\text{Le coût total CT} = N * Pu + \frac{N * Cl}{Q} + \frac{Q}{2} * t * Pu$$

Trouver la quantité économique Q_e , c'est trouver la valeur de Q pour laquelle le coût total est minimal, c'est-à-dire la valeur Q_e par laquelle la dérivée du coût par rapport à la quantité est nulle

$$\frac{dCT}{dQ} = \frac{d}{dQ} \left(N * Pu + \frac{N * Cl}{Q} + \frac{Q}{2} * t * Pu \right) = - \left(\frac{N * Cl}{Q^2} \right) + \frac{t * Pu}{2} = 0$$

D'où la formule de la quantité économique Q_e

$$Q_e = \sqrt{\frac{2 * N * Cl}{t * Pu}}$$



Exemple d'application

La société Z est un détaillant de système de son. Elle estime ses besoins pour la prochaine année à 2 000 unités. Le coût d'achat d'un système est de 550 CDA. Le coût d'une commande est de 50 CDA et le taux de possession est de 05%

On vous demande :

a) de calculer la quantité économique de commande.

b) de calculer le coût total relié à ce niveau.

La quantité économique de commande se calcule avec l'expression suivante :

$$Q_e = \sqrt{\frac{2 \cdot N \cdot Cl}{t \cdot Pu}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2000 \cdot 50}{0.05 \cdot 550}} = 85$$

$Q_e = 85$ système de son

Le coût total se calcule avec l'expression suivante :

$$CT = \frac{N \cdot Cl}{Q} + \frac{Q}{2} * t * Pu = \frac{2000 \cdot 50}{85} + \frac{85}{2} * 30$$

CT = 2450 CDA

Coût économique et zone libre :

La courbe $C=f(Q)$ présente un optimum relativement plat, d'où la notion de zone économique, une zone de faible variation du coût d'approvisionnement autour du coût d'approvisionnement économique.

Le coût total $CT = N \cdot Pu + \frac{N \cdot Cl}{Q} + \frac{Q}{2} * t * Pu$

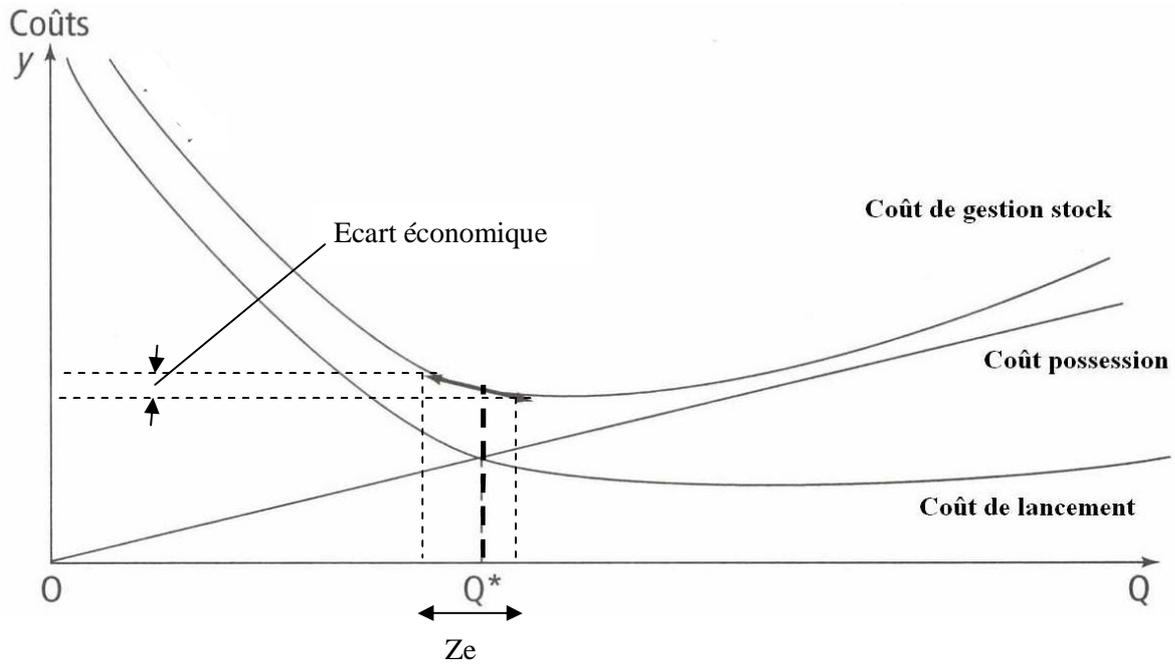
Le coût économique $C_e = N \cdot Pu + \frac{N \cdot Cl}{Q_e} + \frac{Q_e}{2} * t * Pu$

On définit l'écart économique : $E = CT - C_e$

$$E = CT - C_e = \frac{N \cdot Cl}{Qe^3} (Q - Qe)^2$$

Donc

$$Q - Qe = \pm \sqrt{\frac{E \cdot Qe^3}{N \cdot Cl}}$$



Partie 4 : METHODES ET OUTILS D'ORGANISATION DE LA PRODUCTION

Il existe aujourd'hui trois grandes logiques de gestion adoptées par les diverses méthodes d'organisation et de gestion de la production. Ces logiques sont :

- Gérer par une planification;
- Gérer en JAT (juste à temps);
- Gérer par les contraintes.

Les méthodes d'organisation et de gestion de la production ont à l'origine privilégiée une logique de gestion plutôt qu'une autre. Parmi les plus célèbres, citons : « gérer par une planification » pour la méthode **MRP**, « gérer en JAT » pour la méthode **KANBAN**, et « gérer par les contraintes » pour la méthode **OPT**.

- **Organisation par planification : la méthode MRP « Manufacturing Resource Planning » :**

Définition :

MRP est une technique de gestion industrielle qui répond aux objectifs suivants :

- Donner au client le meilleur service;
- Définir un programme de production;
- Réaliser au mieux l'adéquation charge/capacité résultant de ce programme de production;
- Respecter les délais;
- Maîtriser les coûts de production.

- le fonctionnement global d'un système MRP :

Selon J.Orlicky, le calcul des besoins en MRP repose sur une décomposition arborescente des produits, ces derniers sont l'objet de deux types de besoins :

- Besoins indépendants (**ou externes**) : ils expriment les besoins des clients de l'entreprise. Ce sont des besoins qui s'expriment de façon externe et aléatoire à l'entreprise, c'est à dire, ils ne peuvent être qu'estimés par prévision.
- Besoins dépendants (ou internes) : ce sont les besoins induits par les besoins indépendants (matières premières, composants achetés...). Ils sont calculés grâce aux

nomenclatures de fabrication, décrivant la dépendance structurelle de fabrication des produits.

Grossièrement, cette méthode permet notamment de déterminer :

- Les quantités exactes de tous les composants à fabriquer afin d'obtenir les produits finis (appelés ordres de fabrication OF);
- Les quantités exactes de tous les composants à commander auprès de fournisseurs (appelés ordres d'achat OA);
- Les plans de charge des ateliers de fabrication.

Mais avant d'étudier la façon dont on obtient ces informations, il est indispensable de présenter les niveaux de décision et de planification en MRP, qui sont :

- 1- Le plan industriel et commercial (PIC).
- 2- Le programme directeur de production (PDP).
- 3- Le calcul des besoins nets (CBN).
- 4- Le pilotage du court terme (gestion d'atelier et d'achat).

1- Le PIC :

Le PIC, appelé parfois plan de production, est la traduction chiffrée de la stratégie globale de l'entreprise, puisque toute entreprise a besoin d'un minimum de connaissances sur le niveau de son activité future. Le PIC exprime les ventes connues et espérées des familles de produits, ainsi que la production et les stocks, disponibles et disponibles prévisionnelles, de ces familles. Son utilité est justifiée par le fait que les prévisions de ventes par familles de produits sont plus faciles à établir que celles sur les produits eux-mêmes.

Le PIC est habituellement réalisé par la direction générale et financière de l'entreprise en étroite collaboration avec les directions du marketing, de la production et des achats. Il est annuel ou semestriel, et périodiquement révisé afin d'intégrer les dernières informations disponibles, dans ce cas on parle de « plan glissant ».

2- Le PDP :

Le PDP constitue le premier niveau de désagrégation du PIC. Il représente la passerelle entre le PIC et le calcul des besoins. Il traduit les objectifs du PIC exprimés en familles de produits, en ventes, production et stocks, détaillés à chaque produit. En effet, on ne fabrique pas une famille de produits mais un produit, et on n'approvisionne pas des

familles de composants ou des familles de matières premières, d'où la nécessité d'une traduction de cette stratégie.

Le PDP est donc le premier tableau sur lequel s'appuie le calcul des besoins, les chiffres du PDP représentent les besoins bruts. Sur cette base, le cœur du MRP va consister à déterminer les besoins nets. Le PDP est composé de deux zones :

- L'une est dite **ferme**, à l'intérieur de laquelle les valeurs ne sont pas modifiables, sauf intervention directe du gestionnaire de la production.
- L'autre zone est dite **libre**, les valeurs sont de moins en moins sûres et peuvent être remises en cause sans perturber la production.

3- Expression des besoins nets EBN:

C'est le résultat du calcul des besoins nets. Elle exprime les fabrications (OF : ordres de fabrication) et les approvisionnements (OA : ordres d'achat) à réaliser. Un OF décrit une quantité et une date de mise en fabrication d'un produit entrant dans la nomenclature de fabrication des produits apparaissant dans le PDP. Chaque quantité est une quantité économique ou technique, qui satisfait des contraintes de coût de production ou de contrainte technique de fabrication, en donnant lieu à des regroupements en lots de fabrication. La date de mise en fabrication est calculée en fonction de la date de mise à disposition des quantités, en tenant compte des délais de fabrication. Cette date de mise en fabrication est en général calculée au plus tard. Toute quantité tient aussi compte des stocks résiduels de fabrication (disponibles ou disponibles prévisionnels) d'un produit

Échéancier du calcul des besoins

L'échéancier du calcul des besoins de chaque article géré revêt la forme d'un tableau, représenté ci-dessous. Les colonnes correspondent aux périodes successives à partir de la date actuelle. La valeur de la période dépend du délai de production dans le processus considéré ; elle est couramment d'une semaine mais peut être d'un jour. L'horizon de planification correspond au nombre de périodes pour lesquelles on effectue le calcul des besoins. Il est évidemment lié au délai d'obtention des produits finis et à la position de l'article considéré dans la nomenclature du produit fini. Il peut être par exemple d'un an.

$$St = 150; L = 500; D = 2$$

Article 5		1	2	3	4	5
Besoins bruts			500	500	500	250
Ordres lancés			500			
Stocks prévisionnels	150	150	150	150	150	400
Ordres proposés	Fin			500	500	500
	Début	500	500	500		

En tête du tableau figurent :

- Le **stock de départ** ($St = 150$) qui est le stock réel d'articles au moment du calcul. Avec les conventions indiquées, nous plaçons le stock actuel dans la case située à gauche de la première période, sur la ligne stock prévisionnel.
- La **taille de lot** ($L = 500$) précisant le groupement des articles d'un ordre (besoins nets, c'est-à-dire quantité exactement nécessaire, quantité fixe comme une quantité économique, multiple d'une quantité... Dans les exemples qui suivent, nous opterons pour ce dernier choix).
- Le **délai** ($D = 2$) d'obtention de l'article, exprimé en nombre de périodes, donnant le délai de production ou le délai de livraison de cet article. Il servira au décalage entre les dates début et fin

Les lignes du tableau donnent successivement :

- Les **besoins bruts** ($BB = 500$ en colonne 2) qui proviennent du programme directeur de production dans le cas d'articles gérés à ce niveau (produits finis en général) ou des besoins d'articles situés au niveau de nomenclature juste supérieur (date début d'ordres de fabrication planifiés pour un article-parent).
- Les **ordres lancés** ($OL = 500$), c'est-à-dire ordres de fabrication en cours de production, ou ordres d'achat en cours de livraison et attendus pour la période indiquée.

- Le **stock prévisionnel** ($SP = 150$) qui est le stock attendu après les transactions réalisées au cours de la période donnée. En effet, les ordres lancés et les ordres proposés (*fin*) alimentent le stock tandis que les besoins bruts le font décroître.
- Les **ordres proposés** ($OP = 500$ en colonne 3) qui sont les ordres suggérés par le système pour satisfaire les besoins à la date de *fin*. La ligne *début* indique le lancement proposé de l'ordre en tenant compte du délai (D) d'obtention de l'article (la date *début* de l'OP donné en exemple est en période $3 - D = 3 - 2 = 1$).

Mécanisme du calcul des besoins

➤ Logique du calcul des besoins

- Le besoin net de la période p (BNp) est obtenu en déduisant du besoin brut de cette période (BBp) le stock prévisionnel existant en début de période ($SPp-1$) et les ordres lancés attendus en période p (OLp), comme indiqué sur le tableau ci-dessus.
- Si le résultat est positif, le besoin net existe et il faut prévoir des ordres de fabrication ou des ordres d'achats que le système placera avec date de fin p et date de début $p - D$.
- Le stock prévisionnel en fin de période p (SPp) s'obtient en ajoutant au stock prévisionnel de début de période, donc en fin de période précédente ($SPp-1$), les ordres lancés (OLp) et proposés (OPp) de la période, et en retranchant le besoin brut (BBp) comme le rappelle la figure 7.5.

Formule de calcul des besoins net et stock prévisionnel

$$BNp = BBp - SPp-1 - Olp.....1$$

$$SPp = SPp-1 + Olp - BBp.....2$$

➤ Stocks de sécurité

Dans tout ce qui a présenté, concernant le calcul des besoins, nous n'avons pas parlé de stock de sécurité, car une entreprise qui maîtrise bien sa gestion de production peut se passer de stock de sécurité au niveau des composants fabriqués et des sous-ensembles. Dans le cas de rebuts variables, toutefois, un stock de sécurité peut constituer un « coussin ». L'existence

d'un stock de sécurité se traite aisément puisqu'il suffit de remarquer que ce n'est plus un besoin net positif, mais simplement supérieur au stock de sécurité qui déclenche un ordre proposé (par exemple, s'il y a un stock de sécurité de 50, un ordre proposé aura une *date de fin* dans la période dès que le stock prévisionnel atteindra 50). Une autre manière de le prendre en compte est de soustraire le stock de sécurité du stock initial et de pratiquer comme précédemment

l'exemple suivant reprend le calcul du tableau suivant dans le cas d'un stock de sécurité de 50.

SS = 50 ; St = 300 ; L = 600 ; D = 1

Article P		1	2	3	4	5
Besoins bruts			850	250	250	
Ordres lancés						
Stocks prévisionnels	250	250	0	350	100	100
Ordres proposés	Fin		600	600		
	Début	600	600			

5- Programme de production :

Le programme de production permet d'ajuster les capacités aux charges. La capacité d'un moyen de production mesure la production maximale en unités de produits par unités de temps. La charge du moyen de production mesure, elle, l'utilisation sur une période d'un nombre d'unités de capacité. En outre, l'ajustement a pour but d'assurer que :

- La charge est inférieure à la capacité : c'est une contrainte matérielle évidente;
- La charge tend vers la capacité : c'est une contrainte économique importante, car elle permet de rentabiliser l'usage des moyens de production, c'est à dire, assurer leur plein emploi.

La constitution du programme de production nécessite le choix des ordres de fabrication à réaliser. Ce choix est appelé lancement. Il dépend principalement du suivi de production, c'est à dire, l'état de la production à tout instant

5- Le pilotage du court terme :

Il concerne le lancement et le suivi des ordres d'achat et de fabrication, l'ordonnancement, le suivi de fabrication, le contrôle des entrées/sorties. Il couvre le court terme. Il est mis à jour au moins journalièrement.

❖ Gestion des capacités :

La gestion des capacités est responsable de l'utilisation des ressources lors de la réalisation des programmes de production.

La capacité est le total de travail qui peut être fait dans une période donnée. C'est la possibilité d'un opérateur, d'une machine, d'un poste de travail... à produire des pièces dans une période donnée. C'est une cadence potentielle de travail.

❖ Pilotage d'atelier :

Le pilotage d'atelier est responsable de l'exécution du PDP et de la planification du besoin en composants (CBN), ainsi que de la bonne utilisation de la main d'œuvre et des machines, il doit aussi minimiser les en-cours et assurer le taux de service client. Il comporte les fonctions suivantes : Ordonnancement, Lancement, Suivi de production et Réordonnancement.

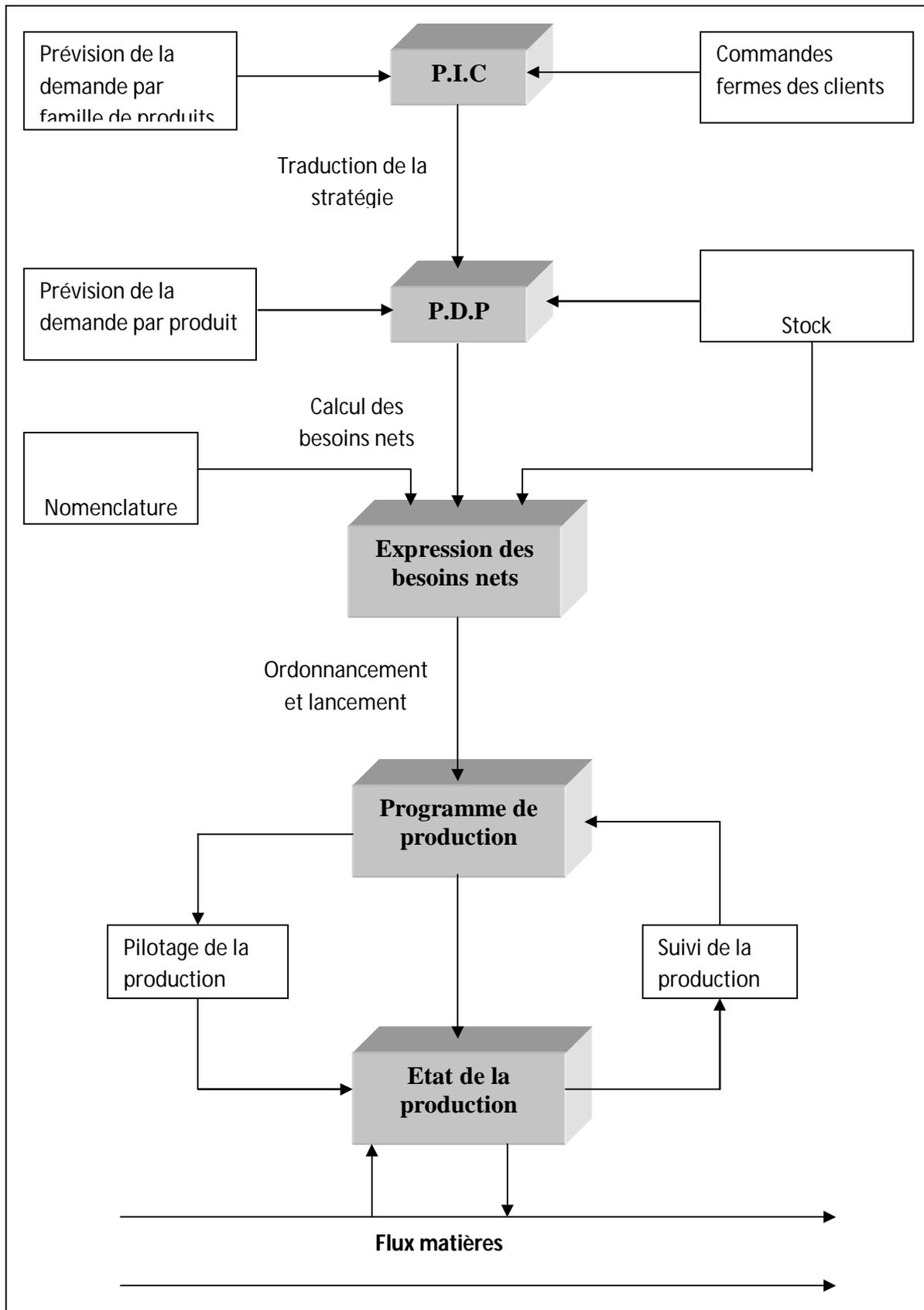
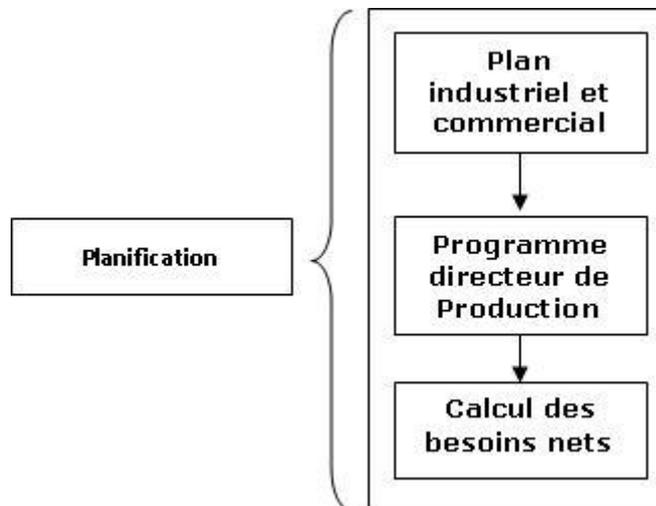


Fig 3 : Architecture générale d'un système MRP

- Le PIC (Plan Industriel et Commercial)

Définition

Le plan industriel et commercial est situé au plus haut niveau de la planification.



Son objectif est de définir l'activité de l'entreprise par familles de produits de façon à réaliser l'adéquation entre la charge induite par les besoins commerciaux et la capacité de l'entreprise.

Les délais concernés sont le mois et même le trimestre.

Le plan industriel et commercial est établi conjointement par les directions commerciale, industrielle et logistique, c'est un plan stratégique pour l'entreprise.

Les étapes de réalisation d'un PIC

La réalisation du PIC se fait en 5 étapes :

- Estimer les besoins (basée sur la prévision)
- Evaluer la capacité des ressources de l'entreprise
- Analyser la compatibilité entre les besoins et la capacité des ressources
- Mettre en place des actions pour se donner les moyens de satisfaire les clients dans les meilleures conditions
- À partir des solutions retenues, la mise en place du plan pourra être faite

Le PIC comporte trois tableaux : Ventes, Production et Stocks. Par ailleurs, chacun de ces tableaux dispose, à gauche, d'une partie « passé » où nous trouverons des valeurs réelles et, à droite, d'une partie « futur » où ne figureront que des prévisions.

En ce qui concerne le passé, des indicateurs permettent de comparer les prévisions et le réel. Par exemple, sont mentionnés les écarts « réel-prévisionnel » et un écart en pourcentage (attention, pour le stock, il s'agit du pourcentage par rapport à l'objectif).ensuite nous calculerons ces indicateurs, ce qui permettra de bien les assimiler. En outre, en bas et à droite, figure l'objectif de stock correspondant à l'objectif financier décidé.

Famille :

Unité :

Date :

Ventes	M - 3	M - 2	M - 1	M	M + 1	M + 2	M + 3	M + 4
Prévisionnel								
Réel								
Écart								
Écart en %								

Production	M - 3	M - 2	M - 1	M	M + 1	M + 2	M + 3	M + 4
Prévisionnel								
Réel								
Écart								
Écart en %								

Stock	M - 3	M - 2	M - 1	M	M + 1	M + 2	M + 3	M + 4
Prévisionnel								
Réel								
Écart								
% d'objectif								

Objectif de stock :	

- Le programme directeur de production (PDP)

Définition et objectif du PDP

Le programme directeur de production (PDP) est un élément fondamental du management des ressources de la production. Il établit une passerelle entre le Plan industriel et commercial et le Calcul des besoins. C'est un *contrat* qui définit de façon précise l'*échancier des quantités à produire pour chaque produit fini*. Il est donc essentiel pour la fonction Commerciale qui veut satisfaire les clients de l'entreprise et pour la fonction Production car il va constituer le programme de référence pour la production. S'il est évident que l'idéal est de produire ce qui sera vendu, les contraintes industrielles existent et le PDP permettra d'en tenir compte. Un autre rôle important du PDP, c'est d'aider le gestionnaire à anticiper les variations commerciales.

Voici les principales fonctions du PDP :

- Il *dirige le calcul des besoins*, c'est-à-dire que, donnant les ordres de fabrication pour les produits finis, il induit l'explosion du calcul des besoins à travers les nomenclatures.
- Il *concrétise le plan industriel* (tableau Production du PIC) puisqu'il traduit en produits finis réels chaque famille du PIC.
- Il permet de *suivre les ventes réelles* en comparant les commandes reçues avec les prévisions.
- Il met à disposition du service Commercial le *disponible à vendre* qui est un outil donnant le nombre de produits finis disponibles à la vente sans remettre en cause le PDP prévu et donc sans déstabiliser la production.
- Il permet enfin de *mesurer l'évolution du stock* (avec niveau suffisant pour un bon service client et pas excessif pour raison économique). Alors que le plan industriel et commercial s'appuie sur des périodes mensuelles, le PDP recourt à un échancier dont la période est généralement la semaine (ou même le jour). Son horizon total couvre *au moins* le délai cumulé de tous les composants nécessaires à son élaboration.

Il est, par exemple, de l'ordre de un an. C'est un calcul glissant de période en période.

L'échancier du PDP

L'échancier de chaque article géré au PDP (pensons aux produits finis pour simplifier) se présente sous la forme indiquée à la figure suivante.

St = 125 ; L = 100 ; D = 1 ; SS = 5 ; ZF = 3

		1	2	3	4	5	6	7
Prévisions de vente		5	20	30	40	45	50	50
Commandes fermes		35	20	15	5	2		
Disponible prévisionnel	120	80	40	95	50	3	53	3
PDP	(date de fin)			100			100	
Disponible	À vendre							
PDP	(date de début)		100			100		
		← ferme			libre = prévisionnel →			

Fig 4 L'échéancier du PDP

En tête du tableau figurent les valeurs analogues au cas du calcul des besoins : *stock de départ* (*St*), *taille de lot* (*L*) et *délai d'obtention* (*D*).

Deux autres valeurs complètent cet en-tête. D'une part, le *stock de sécurité* (*SS*), destiné à assurer un bon service client malgré l'imprécision des prévisions commerciales. D'autre part, la limite de *zone ferme* (*ZF*) qui partage l'horizon de planification en deux zones, ce qui est illustré, dans le tableau, par la double barre verticale. À l'intérieur de *ZF*, les ordres du PDP sont des *ordres fermes*, non modifiables par le système informatique, mais seulement par le gestionnaire du PDP, « Les différents types d'ordre ») alors qu'au-delà de *ZF*, des *ordres proposés* sont placés comme dans un calcul des besoins. Le rôle de la limite *ZF* est naturellement de stabiliser le PDP et de lui éviter une trop grande *nervosité*.

En effet, sa modification permanente entraînerait une remise en cause constante des ordres, des ruptures, car les composants du produit fini n'auraient pas été prévus, mais aussi une efficacité bien faible de la production et un service client de mauvaise qualité. Des modifications peuvent être envisagées dans la zone ferme. Cependant, ces modifications exceptionnelles doivent être placées sous la responsabilité du gestionnaire qui prend l'accord de la production. Et, bien sûr, l'entreprise cherchera à réduire la taille de cette zone ferme en maîtrisant et en diminuant les délais de production.

Les lignes du tableau donnent, successivement :

- Les *prévisions de ventes (PV)* qui constituent une double répartition des prévisions globales antérieures du PIC, d'une part, entre tous les produits de la famille et, d'autre part, sur les périodes du PDP composant celle du PIC.
- Les *commandes fermes (CF)* enregistrées par l'entreprise pour les périodes à venir. Il est bien évident que ces commandes sont connues pour les périodes proches de la date actuelle et qu'il y en a habituellement de moins en moins pour des périodes plus lointaines. Toutes ces *commandes fermes consomment les prévisions de vente*, c'est-à-dire que l'entrée d'une valeur *C* dans la ligne des commandes retranche *C* à la ligne des prévisions. La valeur qui reste dans la ligne « Prévisions de vente » correspond aux commandes que l'entreprise a encore prévu de recevoir. Si la somme des commandes dépasse la prévision correspondante, une valeur négative apparaîtra dans la première ligne. Le signe « moins » n'aura pas d'autre but que de souligner ce dépassement et faire remarquer que l'entreprise ne s'attend pas à d'autres commandes puisque les commandes acceptées sont déjà supérieures aux prévisions.

- Mise en œuvre du MRP :

A chacun des niveaux précédents, le système et le gestionnaire devront vérifier que les ressources nécessaires pour réaliser ces plans seront disponibles en temps voulu.

Compte tenu du volume de données et de leurs nombreuses interactions, il est nécessaire d'avoir recours à des logiciels MRP adaptés pour remplir les fonctions de planification. Ils auront une base de donnée unique et des possibilités d'interfaçage avec les autres systèmes informatiques de l'entreprise. Ce système est organisé de façon à être un système de gestion de production complètement intégré. Il fonctionne du haut vers le bas avec des remontées d'informations. Ceci est appelé **Closed Loop MRP** (MRP boucle fermée), c'est le **MRP2**

- Limites de la méthode MRP :

La méthode MRP s'appuie sur un système de planification qui met l'accent sur les traitements de niveau supérieur, c'est-à-dire, l'établissement du PIC, du PDP, de l'EBN, et de la cohérence des passages d'un niveau à un autre.

C'est en ce sens qu'elle propose une logique de gestion adaptée à de nombreux types de production : la planification. Malheureusement elle néglige les niveaux inférieurs, en particulier la constitution du programme de fabrication. Des travaux dans ce domaine sont nombreux, et proposent de pallier les manques d'un système de planification comme celui du

MRP. Ils s'appuient souvent sur le fait que la combinatoire du problème à traiter est élevée, et que le temps imparti est très faible.

En tout état de cause, il est difficile d'ignorer la spécificité de la production dans l'entreprise, lorsqu'on cherche à la gérer. Une approche possible pour appréhender cette difficulté est de considérer certaines propriétés de la production, donc sa spécificité, et en tenir compte dans la méthode de gestion KANBAN qui sera présenté par la suite.

- **Organisation par le juste à temps (JAT) :**

Depuis la fin des années 70, la complexification de l'environnement et son instabilité conduisent les entreprises à adopter une nouvelle philosophie productive d'inspiration japonaise (bien sûr à cause des succès industriels des japonais lors des années 70). Cette philosophie dite « juste à temps » (ou just in time JIT). Les auteurs célèbres s'appellent Ohno Taichi et shigeo shingo et portent « l'esprit Toyota » dans toutes les grandes manifestations traitant de la production.

Définition :

Nous pouvons définir le JAT comme un concept qui vise à acheter et à produire uniquement les quantités dont l'entreprise a besoin à l'instant où elle en a besoin.

De plus L'APICS (American Production and Inventory Control Society) définit le JAT comme «*une philosophie de production basée sur l'élimination systématique des gaspillages et l'amélioration continue de la productivité* ».

La production en JAT :

Cette méthode dénommée aussi production à flux tirés (ou tendus), en opposition au calcul des besoins a pour finalité :

- Grâce à un système d'appel par l'aval, de fabriquer le juste produit, dans la juste quantité, au juste endroit et au juste moment que souhaite le client;
- De fabriquer au moindre coût ce produit, en éliminant toutes les sources de gaspillage qui pourraient apparaître lors de la production.

Le niveau des stocks est l'indicateur privilégié de mesure du gaspillage, dont les principales sources sont:

- Les pannes des machines trop fréquentes;

- Les changements d'outils trop longs;
- La qualité non maîtrisée et la fabrication de produits défectueux;
- L'implantation inadéquate des postes de travail;
- Les contraintes externes : celles imposées par la sous-traitance et les fournisseurs.

Le principe des cinq zéros « zéro stock, zéro panne, zéro défaut, zéro papier et zéro délai » reflète bien de lutter contre ces différentes causes.

La mise en œuvre des principes du JAT :

➤ **Le Toyota Productive System (TPS) « un outil de maîtrise des flux » :**

Selon T. Ohno, le Toyota Productive System (TPS) peut être considéré comme « un système de conduite des entreprises industrielles susceptibles de s'appliquer à toute espèce d'entreprise »

Ainsi, la mise en pratique des principes du JAT nécessite de situer les efforts de l'entreprise sur quatre piliers de l'organisation productive à l'image du système productif de Toyota. Ces quatre éléments permettent de rationaliser et de maîtriser les flux de production. Ils assurent leur tension tout en minimisant les risques liés à une gestion à flux tirés :

- **Le jidoka** : il s'agit de la qualité intégrée au système de production.
- **Le task time** : c'est le battement de cœur de la ligne de production. En fait, il s'agit du temps qui sépare la sortie consécutive de deux produits finis pour livrer le client en juste à temps.
- **L'heijunka** : ce terme japonais traduit le lissage de la production. Il a pour intérêt majeur de limiter les ruptures de stock ou la surproduction grâce à une prévision des variations des besoins des clients.
- **La standardisation** : les opérateurs doivent normaliser le travail à effectuer. Ce principe part de l'idée qu'un mode opératoire prédéfini permet notamment d'anticiper certaines erreurs, d'accélérer la formation des nouveaux opérateurs, tout en les motivant.
- **Le Kaizen « outil de gestion du changement » :**

La principale différence qui existe entre l'Occident et le Japon dans la gestion du changement se traduit par le concept KAIZEN.

En japonais le mot "KAIZEN" signifie amélioration. Il se définit comme une amélioration continue englobant tout le monde, du dirigeant à l'ouvrier, et à des degrés divers. C'est une "philosophie de management" qui repose sur le principe que l'efficacité d'une organisation dépend de l'amélioration permanente de celle-ci.

Ce concept regroupe toutes les pratiques "typiquement japonaises" connues dans le monde entier.

Cette vision japonaise du management est illustrée dans le schéma suivant :

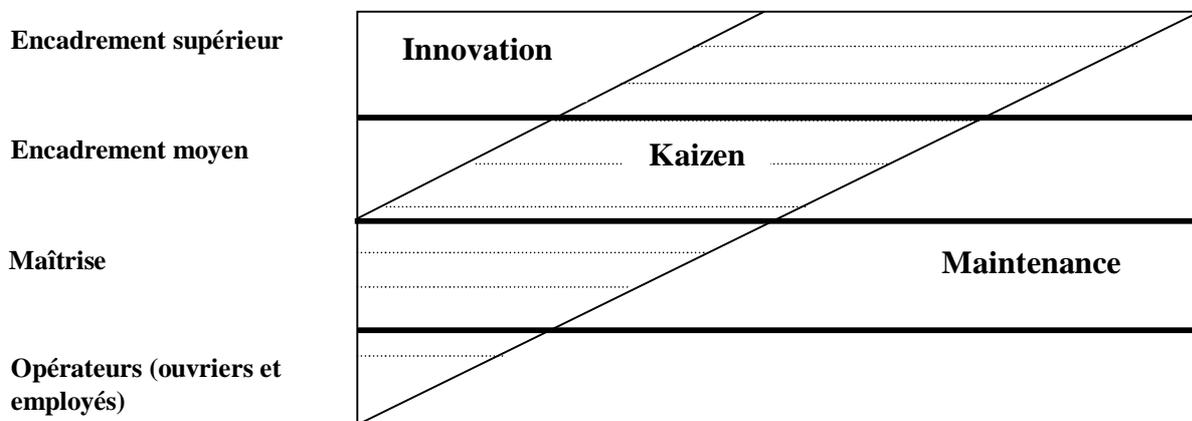


Fig 5 : les concepts du Kaizen

↳ *Les étapes du Kaizen :*

La mise en œuvre du Kaizen nécessite de commencer par revoir les procédures traditionnelles. Il s'agit de deux principales phases:

- **Phase de proposition** : le plus souvent, le Kaizen est piloté par des groupes d'amélioration ou **Kaizen workshop** « ou ateliers Kaizen » et s'accompagne d'un système de recueil de suggestions (**TEIAN** en japonais) sous forme de "boite à idées", qui permet à tous, quel que soit leur rang, de faire connaître leurs observations et de proposer des améliorations. Celles-ci sont évaluées par un comité compétent.
- **Phase de réalisation** : dans cette phase les personnels mettent en œuvre les améliorations proposées. Il peut s'agir d'augmenter l'efficacité des équipements en

utilisant des **Poka-Yoké**. Les systèmes Poka-Yoké « ou systèmes anti- erreurs » permettent d'assurer la prévention de défauts de production lors de la réalisation de gestes simples et fréquents. Changer la disposition des machines dans un atelier afin de limiter les déplacements d'en-cours permet aussi de dégager du temps et de libérer les opérateurs pour des tâches créatrices de valeur.

- Les instruments du JAT « les moyens de lutte contre le gaspillage » :

Pour parvenir à l'élimination complète des gaspillages (**muda** en japonais), il est important de garder à l'esprit les deux remarques suivantes :

- Atteindre l'excellence en terme d'efficacité du système productif ne constitue un objectif légitime que si cela permet une réduction des coûts. La politique à adopter est donc de ne fabriquer que les produits strictement indispensables. Cette logique de gestion doit s'appliquer dans tous les ateliers et à tous les niveaux de la production ;
- La recherche de l'efficacité implique la mise en œuvre d'une démarche rigoureuse et agrégée qui s'organise en trois étapes :
 - **Etape 1** : il faut obtenir l'efficacité individuelle de chacun des opérateurs sur chacune des lignes de production;
 - **Etape 2** : l'efficacité du groupe des opérateurs doit être recherchée ;
 - **Etape 3** : c'est celle de l'ensemble du processus productif (l'usine) qui doit être réalisée.

Les différentes sources de gaspillages concernées sont :

- ↳ Gaspillages provenant de la surproduction
- ↳ Gaspillages provenant des temps d'attente
- ↳ Gaspillages occasionnés par les transports
- ↳ Gaspillages dus aux stocks inutiles
- ↳ Gaspillages dans les processus de fabrication
- ↳ Mouvements inutiles
- ↳ Gaspillages dus aux pièces défectueuses

On comprendra donc que ces sept sources de gaspillage peuvent engendrer d'énormes coûts pour l'entreprise, sans ajouter de valeur au produit. Le JAT est donc un mode de gestion flexible qui s'appuie sur le long terme.

méthodes et outils liés au JAT

Ceci concerne successivement : la méthode kanban, la TPM et le SMED.

1- La méthode Kanban :

La logique de gestion en JAT est d'assurer que la production (ou la livraison) soit à tout moment strictement égale à la demande. Cette logique est souvent abusivement associée à la méthode de gestion de production Kanban. La méthode Kanban n'est qu'une certaine mise en application de cette logique.

❖ Définition générale et description :

En japonais « kanban » signifie étiquette, fiche, carte.

La méthode "Kanban" est une méthode de gestion des systèmes de production à flux tirés, c'est-à-dire, dans lesquels ce sont les commandes clients qui déclenchent automatiquement la fabrication par remontée des ordres depuis la sortie des produits.

Elle gère les flux d'approvisionnement, de fabrication ou de distribution et leur lancement à très court terme. Elle est surtout utilisée pour des fabrications de grande série à flux réguliers, et vise à atteindre le zéro stock et la rationalisation des flux d'informations et donc à supprimer les gaspillages. Cette méthode permet également de faire circuler une information de qualité.

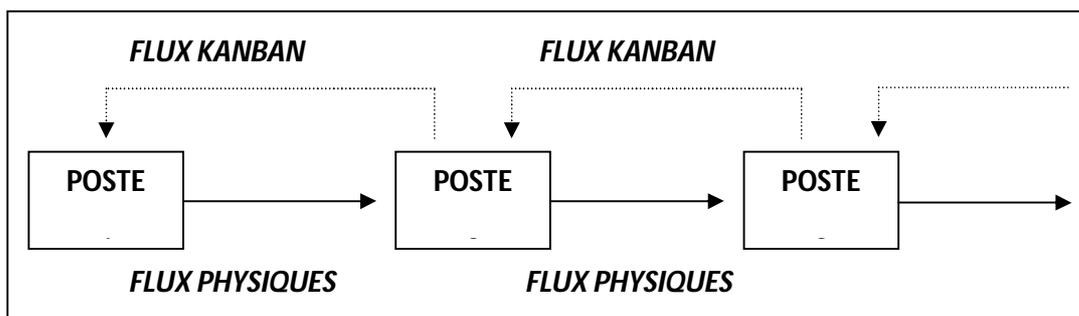


Fig 6.3 Flux Kanban

L'étiquette kanban sert donc à la fois de « *fiche suiveuse* » et de « *d'ordre de fabrication du lot produits* ». Les informations que l'on peut trouver sur ces étiquettes sont très variables selon les entreprises:

- La référence de la pièce : nom, numéro;

- La provenance et la destination : poste amont-poste aval;
- La capacité du container;
- Eventuellement un code barres pour une lecture optique

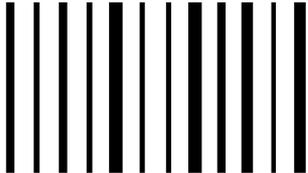
Carte Kanban	
<u>Atelier :</u>	
Code pièce :	
Nom de pièce :	
Quantité du container :	

Fig 7 l'étiquette Kanban

❖ **Objectifs du Kanban :**

Les principaux objectifs de la méthode Kanban sont les suivants :

- *Appeler la production par l'aval, c'est-à-dire, à partir de la consommation réelle du client (interne ou externe);*
- *Rendre plus facile l'établissement des priorités en les reliant directement à la consommation réelle;*
- *Ramener l'ordonnancement précis des ordres de fabrication au niveau de l'exécution;*
- *Rendre le flux de fabrication continuellement visible;*
- *Pouvoir se passer du système informatique.*

❖ **Mise en place du Kanban :**

Pour chaque référence travaillée et pour chaque chaînon concerné du processus, la mise en route d'un enchaînement Kanban s'établit de la manière suivante :

1- Collecter les données relatives au flux à organiser :

- Caractéristiques du flux (demande journalière, variation de cette demande, délai d'obtention des palettes, collecte des Kanban);
- Caractéristiques du poste amont (fournisseur);
- Caractéristiques du poste aval (client);

- Caractéristiques de la liaison poste amont-poste aval.

2- Définir les paramètres de fonctionnement :

- Capacité et nombre de machines par poste;
- Capacité des conteneurs;
- Taille du lot mini de fabrication autorisant un lancement;
- Taille de l'en-cours mini. L'en-cours mini doit permettre d'éviter la rupture d'approvisionnement au poste aval ;
- Taille du tampon de régulation. Le tampon de régulation sert à donner de la souplesse au système et à limiter les demandes « en catastrophe ».

3- Mettre en œuvre :

- Confectionner le planning d'ordonnancement. Il s'agit d'un tableau mural, qui sera placé au poste amont et sur lequel seront rangés les kanbans quand ils ne seront pas sur les conteneurs ;
- Définir le contenu des kanbans ;
- Définir les règles de circulation des kanbans et de fonctionnement du planning.

4- Affiner le planning :

- Régler les index en fonction de l'évolution du système;
- Améliorer l'écoulement du flux.

Dans le planning à Kanban (fig. 8), chaque case vide représente le nombre de containers disponibles pour chaque type de pièces. Il s'agit en fait de containers stockés. Les Kanbans qui apparaissent sur le planning traduisent en fait des ordres de production.

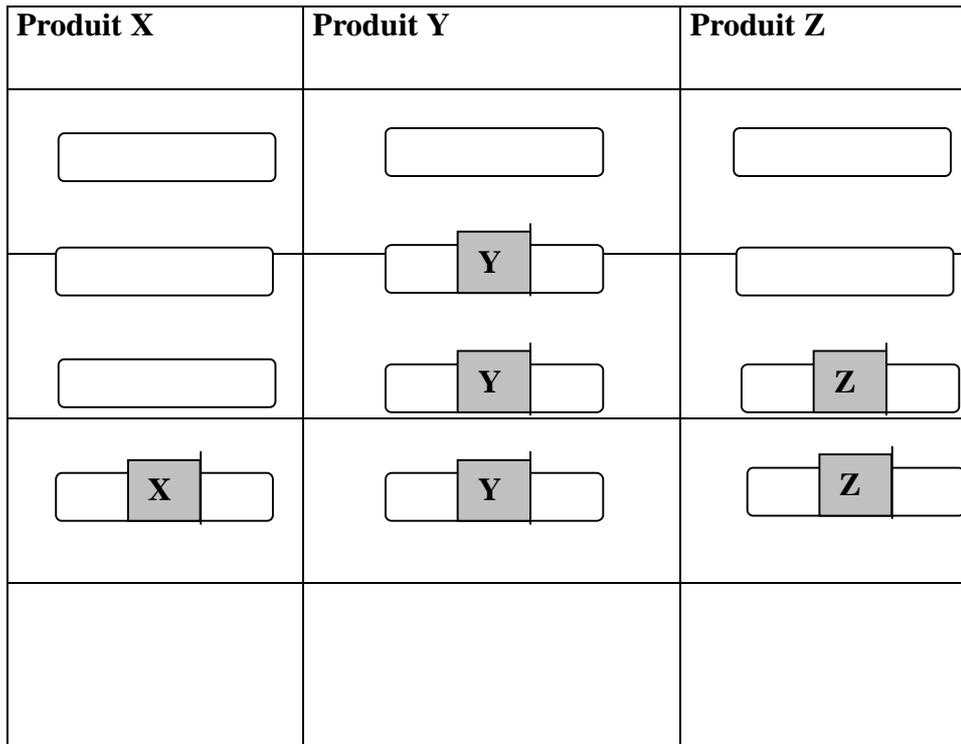


Fig 8 Planning des kanbans (sans priorité)

❖ **Fonctionnement du Kanban: il existe deux types de système kanban :**

1- Le système kanban à simple boucle :

La circulation des kanbans entre les deux postes s'organise suivant une logique de type client-fournisseur. Si les deux postes de travail se situent géographiquement dans le même atelier, il s'agit d'un système à **simple Kanban** (ou à simple boucle).

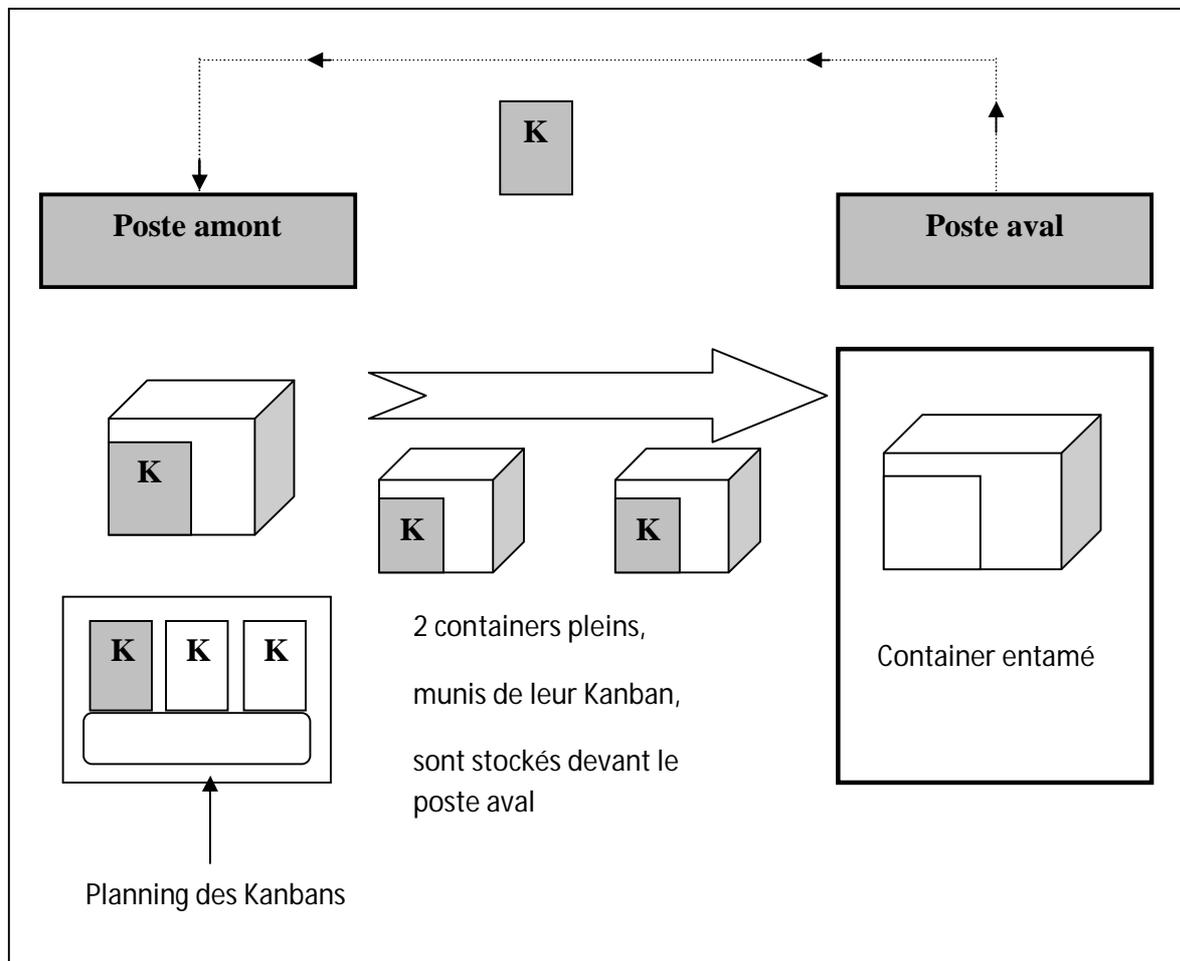


Fig 9 Fonctionnement du système simple Kanban ou simple boucle

Quand le planning Kanban d'un poste de travail comporte plusieurs types de Kanbans, le principal problème de l'opérateur consiste à choisir le type de pièces à fabriquer en priorité. Le tableau Kanban contient alors deux signaux d'alerte :

- L'index triangulaire (rouge) : correspond au nombre maximum de Kanbans en circulation pour une pièce donnée. Lorsque l'index triangulaire est atteint, cela signifie que le poste aval n'a presque plus de stock, l'opérateur du poste amont doit lancer la fabrication s'il ne souhaite pas prendre le risque de casser le flux.
- L'index flèche (vert) : représente un seuil d'alerte. On peut en effet décider de conserver un stock minimal de containers de pièces. Lorsque l'on atteint l'index flèche, il y'aura automatiquement une rupture d'approvisionnement en aval susceptible de causer l'arrêt du processus de production. Le lancement de la référence ayant atteint cet index s'impose alors.

❖ Détermination du nombre de Kanbans :

L'objectif est de rechercher le nombre minimum de kanbans à créer sans provoquer de rupture de production.

Cet optimum (K) est obtenu en appliquant la formule ci-après :

$$K = \frac{D \times T}{N}$$

Où :

D : la demande quotidienne qui s'adresse au poste aval;

N : le nombre de pièces contenues dans chaque container;

K : le nombre de Kanbans (ce que nous cherchons à déterminer);

T : le temps de cycle (ou délai de réaction).

2- Le système Kanban à double boucle :

Lorsque les postes ne sont pas localisés au même endroit ou lorsque par manque de place, il est impossible de stocker les pièces dans l'atelier, un système qualifié de système à double Kanban (ou à deux boucles) est alors mis en place. Il nécessite le recours à un magasin intermédiaire (une aire de stockage) où sont stockés des containers de pièces, ainsi que l'utilisation d'un type de carte supplémentaire, les Kanbans de transfert.

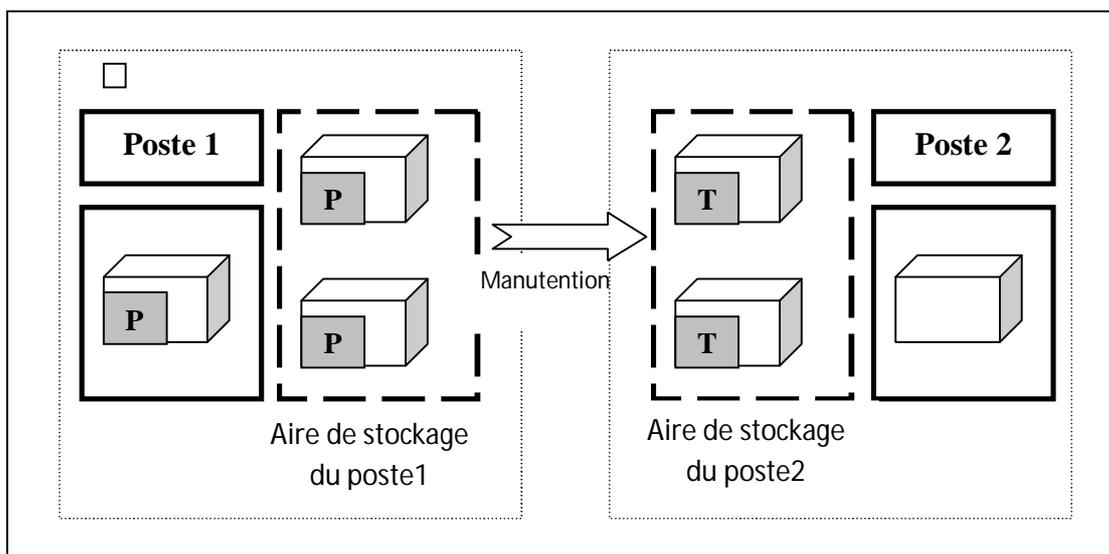


Fig 10 Fonctionnement du système à double Kanban

❖ **Domaine et contraintes d'utilisation :**

La méthode Kanban est applicable à des productions de type "masse" pour lesquelles le nombre de références n'est pas trop élevé et la demande reste régulière ou à faibles variations. Elle implique, au préalable, des temps de changement de références courts, un équilibrage des temps opératoires sur tous les postes de travail, une maintenance préventive efficace des équipements, un contrôle qualité performant et des opérateurs responsables et polyvalents.

- **La gestion par les contraintes (La théorie des contraintes TOC) :**

La Théorie des Contraintes est une *philosophie* de management qui se concentre sur les performances des contraintes, souvent des ressources limitées, pour améliorer la performance globale du système. La théorie des contraintes est utilisée dans le logiciel OPT d'où l'amalgame éventuel entre TOC et OPT. L'origine de cette théorie remonte aux années 70 et à la création du logiciel OPT pour OPTIMIZED PRODUCTION TECHNOLOGY.

- **Qu'est ce qu'une contrainte :**

Une contrainte est un facteur qui limite la performance d'un système. Aussi une contrainte limite la **capacité** à atteindre le but, c'est à dire, de garantir des profits ou de les accroître.

- **Les différents types de contraintes :**

Nous savons que l'analyse d'un déséquilibre existant permettrait d'identifier la ou les contraintes qui empêchent une entreprise de faire face à la demande en termes de débit (contrainte de capacité) ou en termes de respect des délais (contrainte de synchronisation), ce sont des contraintes internes. Il se peut que ces contraintes ne se situent pas à l'intérieur mais à l'extérieur de l'entreprise, soit en amont dans les approvisionnements, soit en aval dans le marché.

1- Les contraintes extérieures : on trouve :

❖ **Les contraintes en amont « les contraintes d'approvisionnement » :** Dans certains cas, les approvisionnements peuvent

constituer un facteur déséquilibrant. Il existe alors des contraintes externes qui proviennent non pas de l'aval, mais de l'amont (les fournisseurs).

Ces contraintes peuvent se présenter sous trois formes différentes :

1- Une disponibilité insuffisante : il est possible qu'une entreprise soit dans l'incapacité de se procurer en quantité suffisante un des composants ou une des matières dont elle a besoin. La disponibilité de cet approvisionnement critique est la contrainte principale de l'entreprise et doit être traitée dès le programme directeur de production.

2- Des fluctuations non prévisibles des approvisionnements : certaines industries agroalimentaires et d'extraction ou d'exploitation d'une ressource naturelle sont productrices de leurs propres matières mais elles n'ont pas ou peu de moyens de contrôle sur la quantité et l'échéance de l'arrivée de celle-ci.

3- Des manquants ponctuels inévitables : sous la pression de la concurrence, certains types d'industries ne peuvent se permettre de financer des niveaux de stocks suffisamment importants pour faire face à tous les soubresauts de la demande. Pour ces entreprises, quelques manquants ponctuels sont inévitables.

❖ **Les contraintes en aval :**

Les entreprises cherchent sans cesse à équilibrer leurs capacités avec la demande en modifiant d'un côté, leurs politiques de prix et de l'autre leurs capacités de production. C'est un des principaux objectifs de la politique industrielle. Il est de plus en plus rare qu'une entreprise puisse maintenir cet équilibre à cause des fluctuations croissantes de la demande. Alors la contrainte du marché est un élément permanent du contexte de par le prix qu'il est prêt à payer et la quantité qu'il est prêt à acheter.

2- Les contraintes internes :

Le plus souvent, les contraintes internes sont des « goulots », des ressources qui sont un mélange des contraintes de capacité et de synchronisation.

- ❖ **La contrainte de capacité :** est une ressource dont la capacité est, en moyenne, égale ou inférieure aux besoins.
- ❖ **La contrainte de synchronisation :** est une ressource qui, si elle est gérée comme une non-contrainte normale risque, de temps en temps, d'être surchargée à un point tel que ce qui est prévu est irréalisable ou trop peu performant.

- Les concepts de base de la TOC :

On sait bien que tout système subit au moins une contrainte, sans quoi il serait en mesure d'atteindre indéfiniment des performances élevées. Cette logique s'organise autour de deux phases majeures :

Phase 1 : élaboration d'un graphe qui représente le processus de fabrication et le détail des relations entre les produits fabriqués et les ressources nécessaires (machine, main d'œuvre, outillage,...).

Phase 2 : dans cette phase, deux types de ressources sont différenciés:

- **Les ressources goulets ou critiques** : ces goulots d'étranglement sont des ressources dont la capacité moyenne est juste égale ou inférieure au besoin et qui limite donc la production;
- **Les ressources non-goulets ou non critiques** : il s'agit des ressources dont la capacité est en moyenne supérieure au besoin donc avec des excédents de capacité.

- La méthode OPT :

La méthode OPT (Optimized Production Technology) est née d'une réflexion critique sur de nouveaux objectifs pour la gestion de production:

- Augmenter le produit des ventes, c'est à dire l'argent généré par les ventes;
- Diminuer les dépenses d'exploitation, c'est à dire l'argent dépensé pour produire;
- Augmenter la trésorerie, c'est à dire retarder l'engagement d'argent pour produire.

La logique de gestion de la méthode OPT considère de prime abord que l'élaboration d'un plan de production consiste à satisfaire simultanément des contraintes de nature différente. Ces contraintes sont d'ordre technique, d'ordre économique et d'ordre externe. Cependant, deux idées combleront cette logique :

- Toutes ces contraintes ne sont pas indépendantes, parce que les événements de la production ne sont pas eux-mêmes indépendants;
- Elle repose essentiellement sur une recherche d'optimisation des flux de production et non sur la régulation des capacités de production.

1- Les indicateurs de la méthode OPT :

L'OPT réhabilite la notion de **profit** en la définissant comme **le but**. Cependant, la comptabilité classique suit des règles que certains qualifient d'obsolètes et conduisent à de mauvais choix stratégiques.

Trois indicateurs « débit des ventes », « stocks » et « dépenses de fonctionnement » ont été proposés pour remplacer le bénéfice net, la rentabilité et la trésorerie comme unités de mesure à l'intérieur de l'entreprise. Nous ne pouvons recommander leur utilisation, car ils sont encore en pleine évolution et leurs incohérences et leur instabilité pourraient être dangereuses.

Ces indicateurs ont été décrits au début des années quatre-vingts (première génération) puis subrepticement modifiés (deuxième génération).

❖ **Première génération :**

- Le produit des ventes (le **Throughput T**) est le rythme auquel le système génère de l'argent par les ventes. C'est un débit d'argent. Le **Throughput**, conventionnellement abrégé **T**, se définit comme la valeur des ventes moins les dépenses de matière première;
- Les stocks (**Inventory I**) représentent tout l'argent que le système a investi : les matières, les équipements et autres investissements. Les stocks à proprement parler sont valorisés à leur prix d'achat. Pour les machines et autres investissements, une partie des stocks est transférée à chaque période comptable vers les dépenses de fonctionnement à titre d'amortissement ;
- Les dépenses de fonctionnement (**Operating Expenses OE**), c'est à dire l'argent que le système dépense pour transformer les stocks en produits des ventes. C'est la somme des dépenses sauf celles qui concernent l'achat de matière (qui sont considérées comme investies dans les stocks).

L'OPT s'attache à augmenter le Troughput et à diminuer les stocks ainsi que les dépenses d'exploitations, avec comme corollaires :

- L'augmentation des ventes (**T**) augmente le profit;
- La diminution des stocks (**I**) diminue d'autant les besoins en trésorerie, et aussi les frais liés au stockage diminuent et font mécaniquement baisser les dépenses d'exploitation.

- La rentabilité globale augmente si l'on diminue également les dépenses d'exploitation (OE).

Dr Goldratt [26] a proposé une nouvelle définition. Le squelette est resté le même, mais des modifications importantes ont été introduites.

Il est précisé que le produit des ventes n'est pas le chiffre d'affaires, mais la somme des ventes et autre revenus à laquelle on a soustrait les dépenses pouvant directement être attribuées aux différents produits vendus (d'où la notion de dépenses unitaires liées à la fabrication d'une unité d'un produit). Le sens donné auparavant à chacun des indicateurs change et devient :

❖ **Deuxième génération :**

- Le produit des ventes : la somme des ventes moins les dépenses unitaires. (le cas échéant, il faut rajouter d'autres types de revenus.) ;
- Les stocks ou investissements : inchangés ;
- Les dépenses de fonctionnement : (dépenses) – (dépenses unitaire). Les dépenses unitaires sont celles réalisées sur des entités extérieures à l'entreprise que l'on peut attribuer sans ambiguïté aux produits.

2- Le Tambour, Tampon, Corde de la méthode OPT :

La méthode OPT parle en anglais de « Drum-Buffer-Rope » ou «Tambour-Tampon-Corde » pour représenter la logique de synchronisation :

- **Le Tambour** : les goulots sont gavés de tâches à effectuer et c'est le programme maître qui donne le rythme à l'ensemble de l'activité;
- **Les Tampons** : l'alimentation du goulot est assurée en le protégeant des éventuels retards. Les lots arrivent devant lui avec une légère avance sur la date de transformation planifiée. Il en va de même pour garantir le respect des délais;
- **La Corde** : les matières sont lancées en production en fonction des dates inscrites dans le programme maître desquelles on a retranché le décalage de protection et le cycle technique.

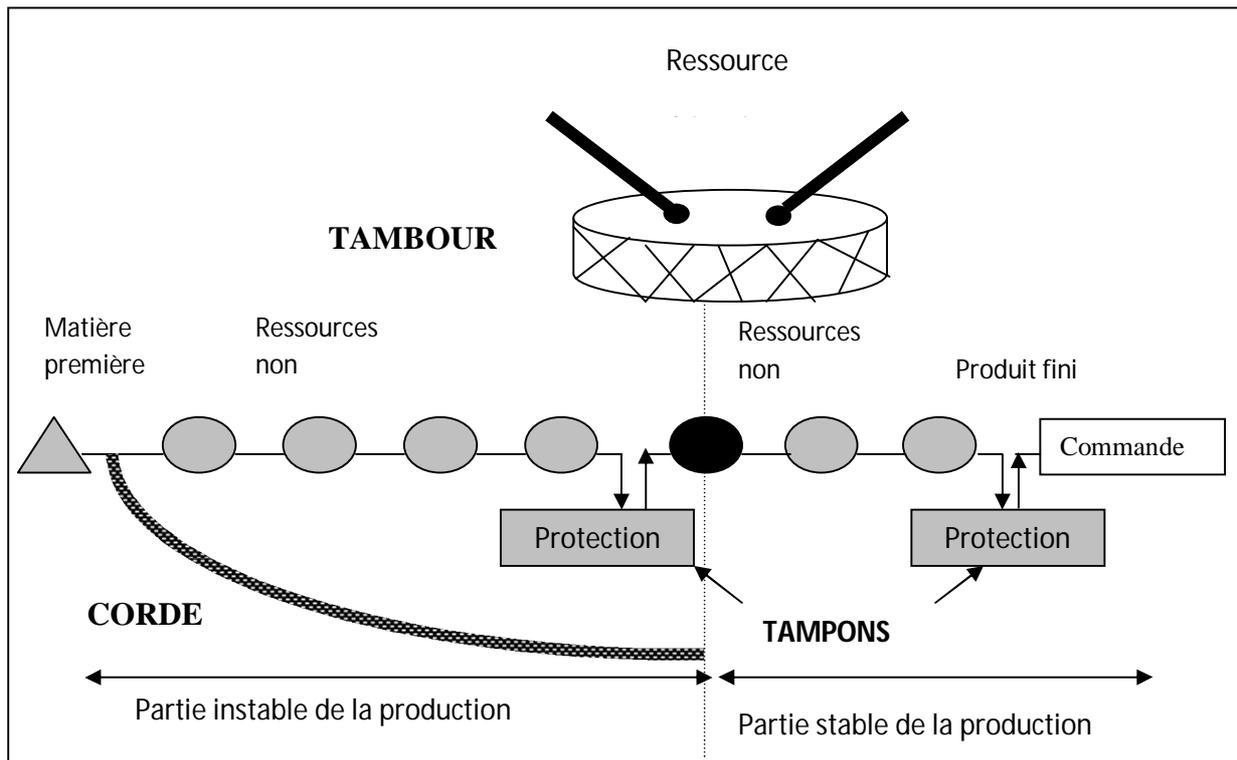


Fig 11 Drum-Buffer-Rope de la méthode OPT

Cette représentation entraîne malheureusement des erreurs d'interprétation. Le fait que « le tambour donne le rythme à l'ensemble des troupes », mène à penser que toutes les ressources produisent de manière parfaitement synchrone.

Or, ceci n'est pas le cas puisque l'on admet que les non-goulots connaîtront des retards par rapport au rythme du tambour, d'où le besoin de tampon. De même « la corde qui déclenche le lancement des matières » prête à confusion. Premièrement, parce que le déclenchement des lancements se fait par anticipation sur les besoins futurs du goulot. Il ne s'agit donc pas d'une corde physique mais d'une « corde logique » qui agit sur le passé. Deuxièmement, parce que le concept de « flux tiré » que l'on associe tout naturellement à la notion de corde a acquis un sens bien précis auprès des experts depuis que Taiichi Ohno l'a employé pour expliquer le mécanisme du kanban.

3- Les règles de la méthode OPT :

Partant du principe que l'optimum d'un ensemble n'est pas la somme des optimums locaux et qu'il existe des postes de travail plus contraignants que d'autres, la méthode OPT

propose dix règles de gestion en gardant toujours à l'esprit le but de l'entreprise : **faire du profit**,

Règle 1 : il faut équilibrer les flux et non les capacités.

Règle 2 : l'activation d'un non-goulot ne doit pas être déterminée par son potentiel mais par les autres contraintes du système.

Règle 3 : l'utilisation d'une ressource et son plein emploi ne sont pas synonymes

Règle 4 : toute perte de temps sur un goulot est une perte pour tout le système.

Règle 5 : tout gain de temps sur un non-goulot est un leurre.

Règle 6 : les goulots déterminent le débit de sortie et les niveaux de stocks.

Règle 7 : les Lots de fabrication et les lots de transfert ne doivent pas forcément être égaux.

Règle 8 : les lots de fabrication doivent être de taille variable.

Règle 9 : les programmes de fabrication doivent prendre en compte toutes les contraintes simultanément ; les délais de fabrication sont le résultat d'un programme et ne peuvent donc pas être prédéterminés

Règle 10 : la somme des optima locaux n'est pas égale à l'optimum global.

4- Limites de la méthode OPT :

A partir des règles précédentes, on peut dire que la méthode OPT est un système de gestion par contraintes qui met l'accent sur la prise en compte simultanée de contraintes de nature différente. Cette approche n'est, néanmoins, possible que si les moyens de production goulots sont identifiés à chaque nouvelle élaboration de programme. En effet, un moyen de production peut changer de statut d'une période de fabrication à une autre.