

Université de Batna 2

Faculté de Technologie

Département Génie Industriel

Cycle : Master

Filière : Management Industriel

Module :

SYSTEME DE MANAGEMENT INDUSTRIEL

Plan de cours

- ❖ **Partie 01 : Organisation de la production**
- ❖ **Partie 02 : Planification de la production**
- ❖ **Partie 03 : Contrôle de la production**
- ❖ **Partie 04 : Diagnostic de la production**

Objectif du module:

- Comprendre les concepts du Management industriel
- Application des outils du management industriel
- Présentation des axes du management industriel
- Comprendre l'axe de l'organisation industrielle
- Comprendre l'axe de la planification industrielle
- Comprendre l'axe du contrôle industriel
- Comprendre l'axe de du diagnostic industriel

Partie 01 : Organisation de la production

1 Introduction

La production de biens et de services a pour but de créer de la valeur en répondant aux besoins des clients. Le succès de l'entreprise dépend de sa capacité à fournir le produit et/ou le service en temps voulu, dans la bonne quantité, avec la qualité exigée et au coût prévu. Pour être compétitive, l'entreprise doit chercher des outils d'efficacité (pour être plus productive) avec flexibilité (pour être plus réactive).

L'organisation de la production doit répondre aux enjeux clés qui s'articulent sur la satisfaction du client grâce à l'optimisation des processus.

2 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**.

2.1- 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 :

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

❖ **Calcul des besoins nets (CBN) :**

Les objectifs du CBN doivent déterminer les composants qui sont nécessaires pour réaliser le PDP. En tenant compte des délais, on détermine les moments où les composants doivent être disponibles. Il doit alors connaître: quoi commander ? combien commander ? quand commander ?

Pour le calcul des besoins bruts et nets jalonnés des composants, deux opérations sont simultanément réalisées : le calcul des volumes de production et le jalonnement dans le temps de ces volumes.

Pour le calcul des volumes ou besoins nets en composants, deux équations simples (1) et (2) sont employées :

$$BN_j(t) = BB_j(t) - STOCK_j(t) \dots\dots\dots(1)$$

$$BB_j(t) = BN_{père\ j} \times C_{j, père\ j} \dots\dots\dots(2)$$

Avec pour notations :

$BN_j(t)$: besoins nets du composant j à l'instant t ;

$STOCK_j(t)$: stock de l'article j à l'instant t;

$BB_j(t)$: besoins bruts de j à l'instant t;

$BN_{père\ j}$: besoins nets du père de j, le père de j étant le composant de niveau directement supérieur à j et dans la conception duquel j est utilisé;

$C_{j, père\ j}$: coefficient de passage de j vers le père de j: il indique le nombre de composants j nécessaire à la fabrication du père de j.

Le jalonnement est obtenu par l'équation (3) :

$$DISPO_j = DISPO_{père\ j} - DELAI_{j, père\ j} \dots\dots\dots(3)$$

Avec pour notations :

$DISPO_j$: période à laquelle doit être disponible le composant j ;

$DISPO_{pèrej}$: période à laquelle doit être disponible le père de j ;

$DELAI_{j, père j}$: délai d'usinage-montage de j vers père de j .

4- 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.

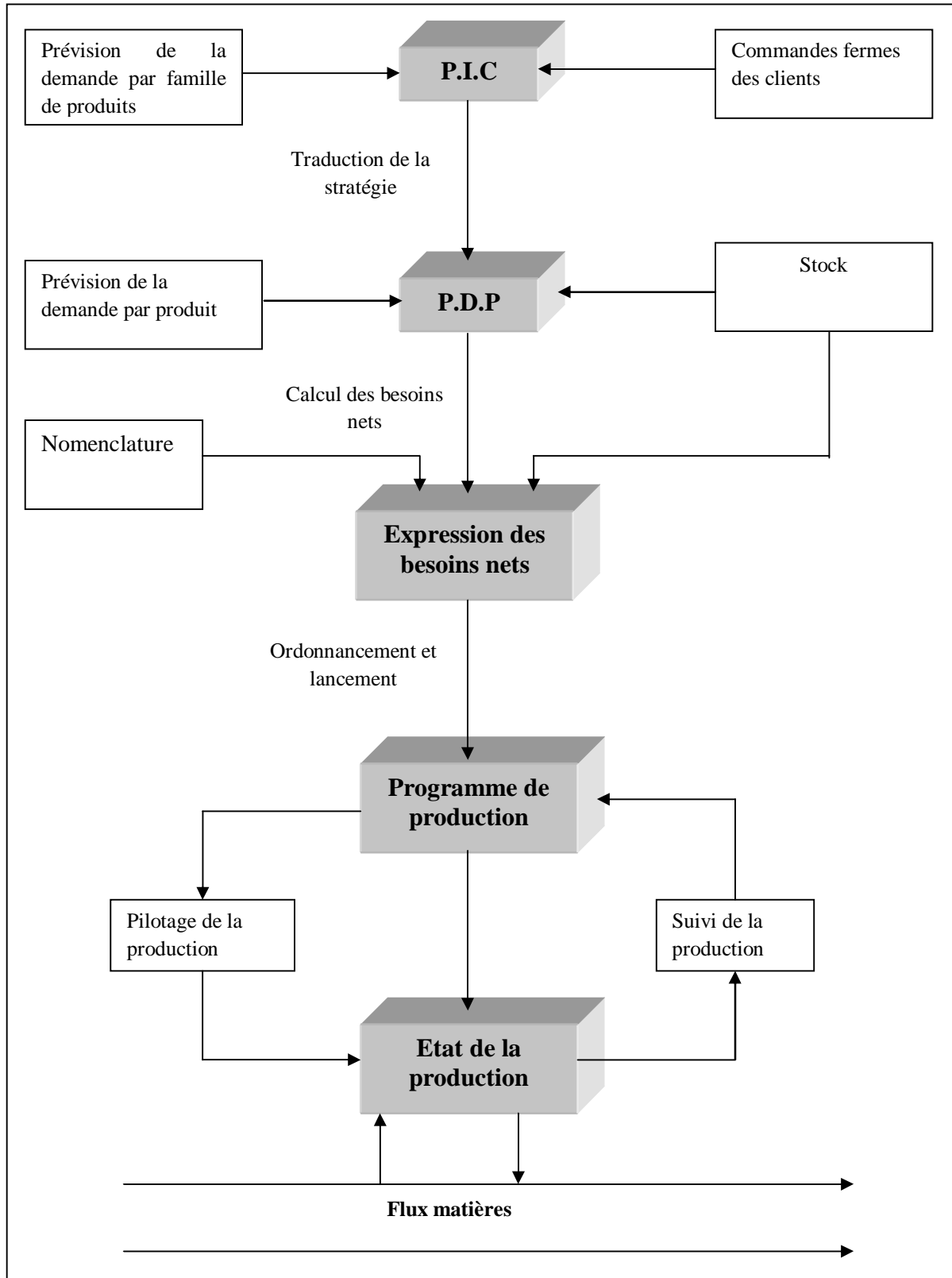


Fig 1 Architecture générale d'un système MRP

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.

2.2- 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 » :**

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 :

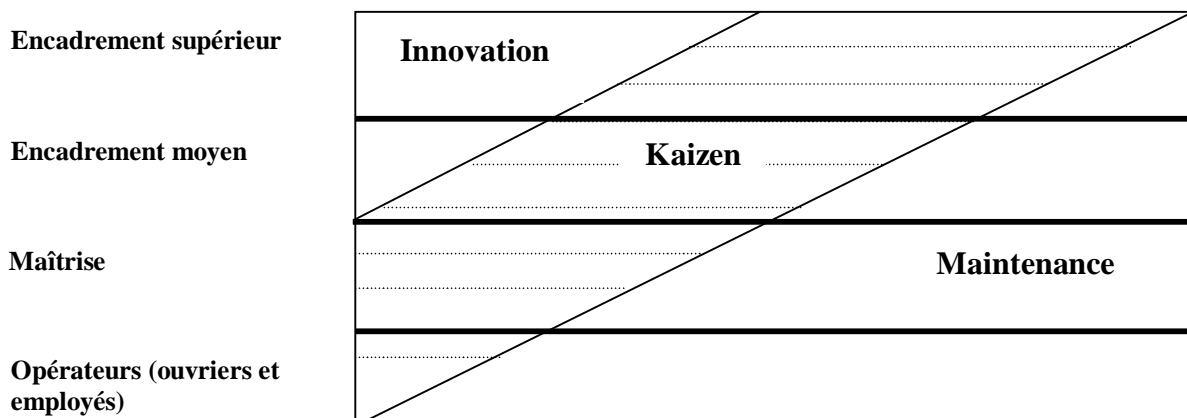


Fig 2 les concepts du Kaizen

↳ **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 "boîte à idées
- **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 dispositifs du JAT :

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

La méthode et les 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.

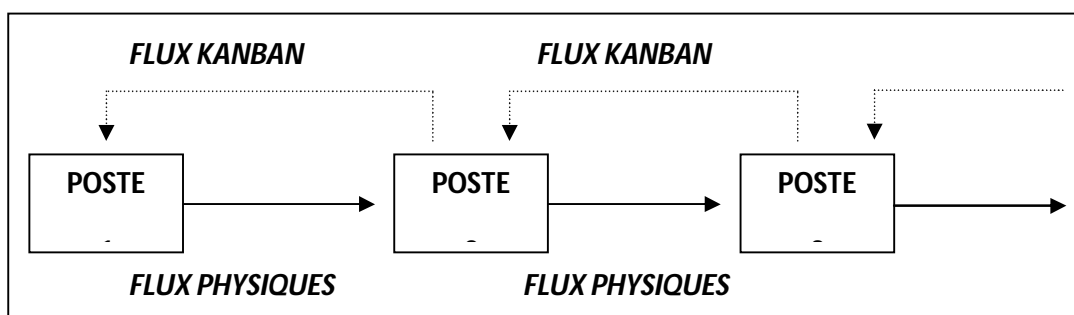


Fig 3 : Flux Kanban

L'étiquette kanban sert donc à la fois de « *fiche suiveuse* » et « *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

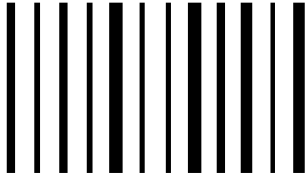
Carte Kanban	
<u>Atelier :</u>	
Code pièce :	
Nom de pièce :	
Quantité du container :	

Fig 4 : 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, 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.

Produit X	Produit Y	Produit Z

Fig 5: Planning des kanbans

❖ **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- Total productive maintenance (TPM) « la maîtrise des équipements » :

La TPM signifie « *Total Productive Maintenance* ». Cette méthode institue des solutions intéressantes qui permettent d'une part, la rentabilisation la plus optimale des investissements et d'autre part une adaptation des structures productives de l'entreprise par ajustement des modes de gestion.

Le J.I.P.M (Japan Institute of Plant maintenance) définit la TPM ou la Maintenance Productive Totale comme: « la recherche permanente de l'amélioration des performances des équipements de production par une implication concrète au quotidien de tous les acteurs ». Dans ce sens, l'approche TPM trouve une entière justification dans la mise en place d'une gestion de la production en juste à temps.

La signification de la TPM peut être décomposée ainsi :

Maintenance : ce terme désigne une action qui vise à « *garder en bon état* » : comme réparer, nettoyer et graisser. La maintenance recherche donc un maintien optimal des outils et des conditions de production pour prévenir au maximum les défauts et les pannes.

Productive : ce mot peut être appréhendé comme une opération de cette maintenance sans pénaliser la production.

Totale : ce terme englobe la totalité des aspects, en considérant toutes les tâches à effectuer (repeindre une machine par exemple) mais en tenant également compte des facteurs humains, en incluant toutes les parties prenantes. Le terme «total» englobe donc l'ensemble de la structure de production.

❖ **Buts de la TPM**

La maintenance productive totale a pour but de rendre le matériel plus performant. En substance, il y a deux façons d'accroître le rendement des installations :

- La première consiste à exploiter, au mieux, les fonctions et les capacités du matériel;
- La seconde consiste à éliminer ces obstacles à l'efficacité, ce que nous appelons en TPM : les six grandes sources de pertes (figure 5).

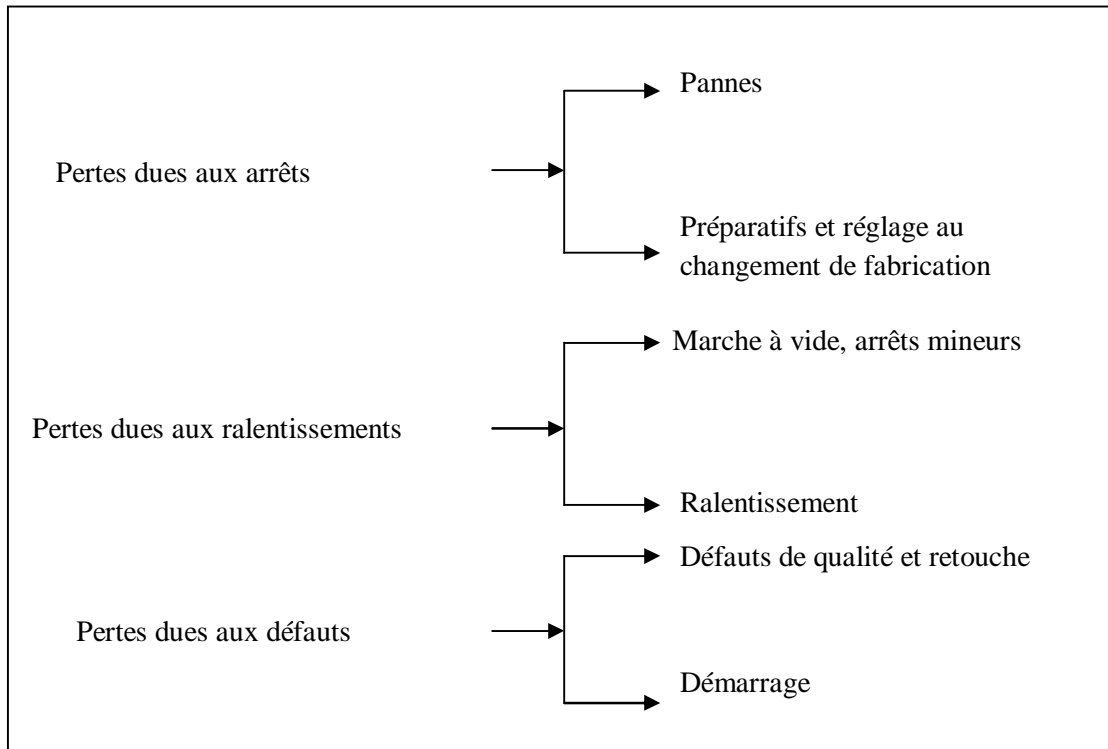


Fig 6 Les six grandes pertes visées par la TPM

❖ **Principes de la TPM :**

La TPM est une méthode qui vise à optimiser l'équipement de production durant toute sa vie, mais sa mise en place au sein d'une entreprise doit répondre à des principes fondamentaux:

- Maintenir dans un parfait état de fonctionnement les outils de production, demande à l'entreprise de n'accepter aucun compromis vis-à-vis des performances d'un outil neuf;
- Identifier et améliorer toutes les causes organisationnelles de sous utilisation de l'organe productif;
- Impliquer le personnel de fabrication en le responsabilisant davantage;
- Les opérateurs peuvent, en effet, s'occuper des tâches primaires à travers l'enrichissement de leur travail et une implication accrue;
- Tirer partie des enseignements pour mettre en place une démarche d'amélioration continue.

❖ **Indicateurs de la TPM :**

L'utilisation d'indicateurs de mesure du progrès permet de quantifier les efforts apportés, mais également d'indiquer où ceux-ci doivent être entrepris pour

augmenter le rendement global. Un de ces indicateurs est le **TRS** pour « *Taux de Rendement Synthétique* » appelé parfois **TRG** « *Taux de Rendement Global* »

Cet outil de mesure calcule le rapport entre le nombre de bonnes pièces produites et le nombre de pièces qu'aurait réalisée la machine si elle était utilisée à sa cadence normale d'utilisation sans aucune interruption. Cet indicateur tient compte de tous les paramètres qui agissent sur le rendement d'une machine.

$$T_{RS} = \frac{\text{Le nombre de bonnes pièces produites}}{\text{Le nombre de pièces qu'aurait réalisée la machine}}$$

❖ **Pratique de la TPM:**

La TPM consiste à prendre en compte de manière globale toutes les actions de maintenance industrielle et ce tout au long du processus de production. L'objectif est de rechercher et de lutter contre les causes d'indisponibilité des machines. Concrètement, il s'agit de limiter leurs temps d'arrêts lors des pannes et d'assurer la fluidité parfaite du processus de production.

L'application de la TPM dans l'entreprise passe notamment par l'adoption d'une démarche globale et continue visant à la réalisation d'un double objectif :

- Déterminer précisément ce qui se passe lors du dysfonctionnement d'une machine afin d'en éliminer la cause.
- Lutter contre les défaillances les plus répétitives afin de limiter leurs fréquences. Il s'agit là d'une phase d'amélioration qui repose sur l'usage de la méthode SMED et sur les notions d'auto maintenance et d'auto-inspection.

3-Le SMED ou l'amélioration des temps de changement de série :

SMED vient de l'Anglais et signifie « *Single Minute Exchange of Die* » ou « *changement d'outils en quelques minutes* ». Selon l'AFNOR, le SMED est : « méthode d'organisation qui cherche à réduire de façon systématique le temps de changement de séries à partir d'un objectif quantifié »

Le SMED repose sur la distinction entre trois types d'opérations:

- Les opérations inutiles : elles entraînent des pertes de temps qu'il faut éliminer ;
- Les opérations internes (ou IED pour Input Exchange of Die) : elle nécessite l'arrêt complet de la machine pour pouvoir être effectuées;
- Les opérations externes (ou OED pour Output Exchange of Die) : on peut les effectuer alors que l'équipement fonctionne, elles sont alors réalisées en temps masqué.

L'idée générale de SMED est de supprimer toutes les opérations inutiles et de convertir les opérations internes en opérations externes afin de limiter les temps d'arrêt de la machine.

❖ **Méthodologie**

La démarche à adopter par l'entreprise peut être résumée en quatre étapes majeures:

- **Etape 1** : analyser un changement de fabrication tel qu'il est pratiqué dans l'entreprise. Cette étape permet de collecter une série d'informations concernant notamment la durée de changement initiale;
- **Etape 2** : identifier les opérations internes et les opérations externes. Il s'agit de chercher les gains de temps qui peuvent se dégager grâce au temps masqué.
- **Etape 3** : transformer les opérations internes en opérations externes, ce qui nécessite souvent des investissements. Cette étape est peut être délicate à mettre en œuvre car la conversion n'est pas toujours aisée et elle peut aussi s'avérer coûteuse pour l'entreprise;
- **Etape 4** : rechercher la réduction du temps d'exécution des opérations tant internes qu'externes en les rationalisant:
 - Il s'agit en fait de simplifier des gestes simples dont la réalisation demande du temps. Concrètement, cela se traduit par leur suppression partielle ou totale, par la minimisation des mouvements, par la normalisation de l'outillage. Cette dernière étape n'est pas forcément onéreuse;
 - Il s'agit aussi de prévoir les conditions des réglages en fixant des valeurs indicatives, en privilégiant des méthodes sans réglage.

❖ **Les avantages du SMED :**

La méthode SMED permet donc des changements de fabrication plus souples et rend possible une réduction de la taille des lots, ce qui aide l'entreprise dans sa quête permanente de réactivité, de qualité et de réduction des coûts.

Elle a des avantages qui ont une grande importance pour l'entreprise et s'avère quasiment obligatoire pour se positionner correctement dans un marché donné et répondre aux besoins de plus en plus personnalisés des clients. Citons par exemple :

- Réduction des stocks
- Economie de temps
- Augmentation de la productivité
- Qualité supérieure des produits
- Diminution des besoins en personnel qualifié, économie de compétence

Les limites et les contraintes du JAT :

Suite au développement précédent, force est de constater que l'organisation en flux tendus fragilise fortement l'entreprise et l'oblige à mettre en place des mesures adéquates, via les outils et les méthodes développés plus tôt, pour assurer une production efficiente et constante.

Assurément, l'absence de stock de sécurité couplée à un arrêt de la production pour une raison non prévisible peut être lourde de conséquences et très néfaste pour l'entreprise (retard de livraison, défauts, etc.).

Ce raisonnement introduit immédiatement une seconde contrainte liée au JAT : les prévisions. En effet, l'introduction et l'adoption du JAT impliquent des prévisions de vente les plus fiables possibles, car toute commande réelle doit être affectée sur un en-cours de production qui a été anticipé à l'aide de celles-ci. Du point de vue qualitatif, ces prévisions nécessitent également une gestion particulière, notamment en assurant une information de qualité la plus fiable possible pour éviter toutes mauvaises surprises.

Le risque inhérent est une mise en place catastrophique du JAT car, lorsque les principes ne sont pas correctement compris et mal appliqués, il est impossible d'entrevoir quelconques avantages et l'entreprise peut être conduite à un rejet total du JAT.

2.3- 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 permettait 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.

1.2.3.4- La méthode OPT :

La méthode OPT (**O**ptimized **P**roduction **T**echnology) 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 combent cette logique :

- Toutes ces contraintes ne sont pas indépendantes, parce que les évènements 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.

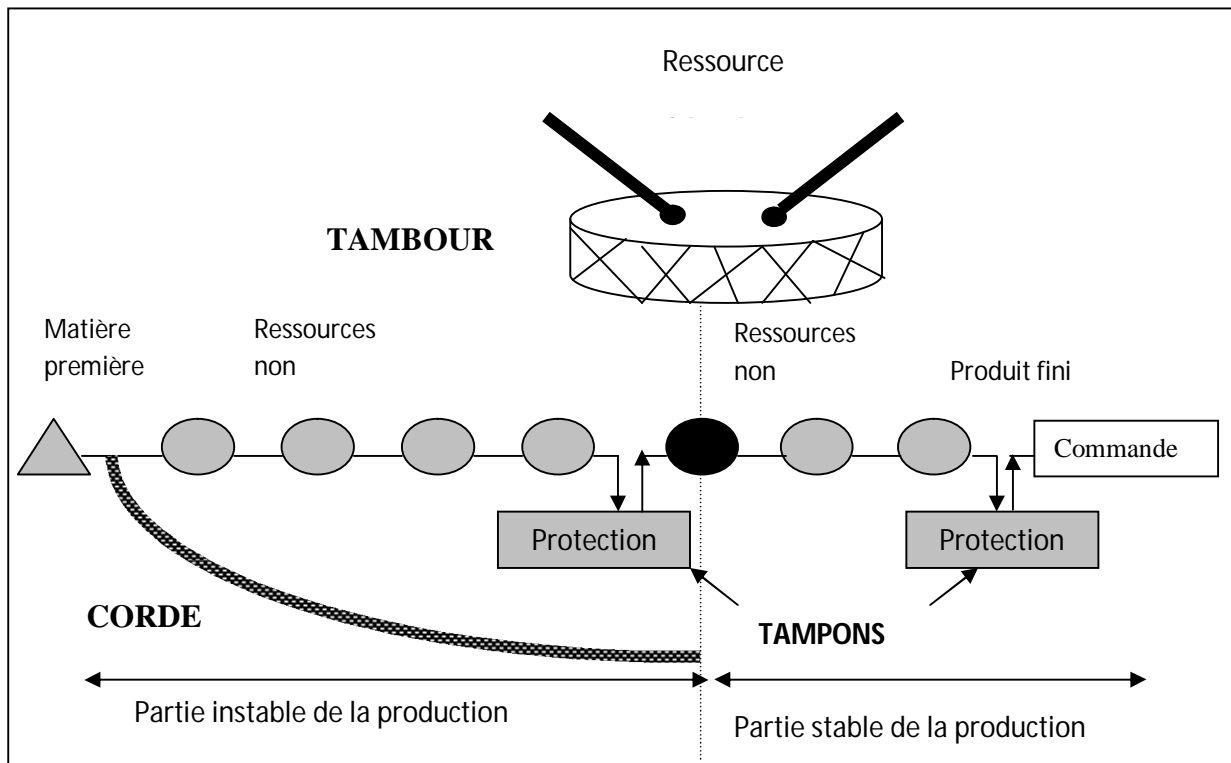


Fig 7 : Drum-Buffer-Rope de la méthode OPT

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.

Cette partie a eu pour objectif de montrer l'efficacité et l'intérêt du pilotage des flux ainsi que les principaux modèles y afférents. Nous avons également présenté les principaux outils et méthodes de l'organisation de la production afin de mettre en évidence leur dynamique d'ensemble.

En effet, pour gérer les flux et les moyens de production, la mise en oeuvre des méthodes d'organisation, tels que le MRP1 et MRP2 sur lesquelles se basent la majorité des progiciels de GPAO, des techniques de synchronisation à la Japonaise dont la méthode Kanban constitue la partie court terme et des différentes approches de pilotage et de gestion par les contraintes dont la plus connue est OPT, est essentielle dans une unité de production.