

III.1 INTRODUCTION

Le système qui signifie en japonais " étiquette " va permettre la transmission d'une information de qualité et de tirer la production de poste de travail en poste de travail, à partir de commandes du marché

Dans la suite de ce chapitre, on va voir le système kanban, notamment, son fonctionnement de base, son application et leur résultat attendu, aussi leur implantation dans les postes du travail ALFET.

III.2 Fonctionnement de base

III.2.1 Modélisation du système industriel

Tout système industriel peut être considéré comme une succession de postes de travail qui s'enchaînent de façon à élaborer progressivement un produit.

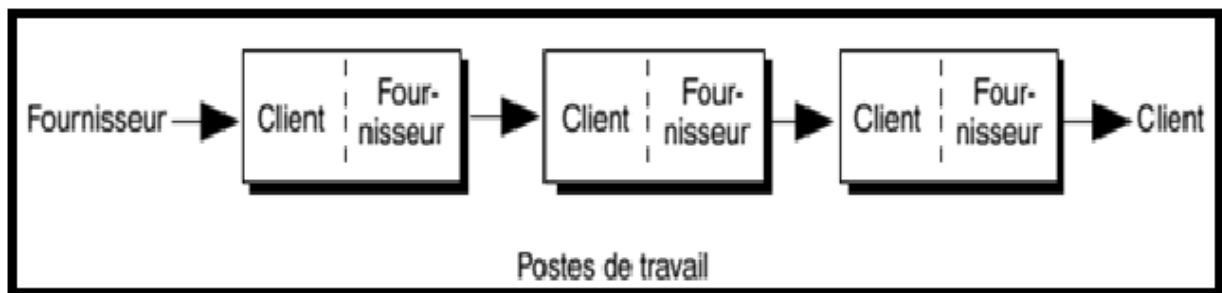


Figure III.1 Modélisation du système industriel.

Chaque poste fabrique un composant, ou une partie du produit, qui sera utilisé ultérieurement par un poste suivant. Chaque poste joue donc simultanément un rôle de fournisseur pour le, ou les, poste(s) suivant(s) et un rôle de client pour le, ou les, poste(s) précédent(s).

III.2.2 Relations Client/Fournisseur

Le client passe commande à un fournisseur par l'intermédiaire d'un bon de commande et le fournisseur livre le client en joignant à la marchandise un bon de livraison.

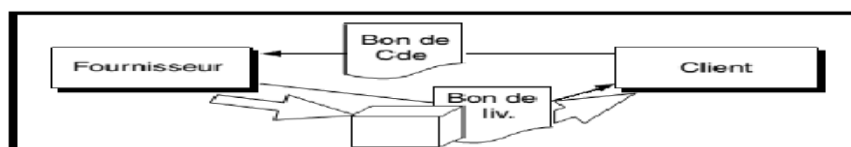


Figure III.2 Relation Client/Fournisseur.

III.3. APPLICATION AU SYSTEME KANBAN

Le système Kanban est une méthode basée sur le réapprovisionnement sur point de commande.

Le client passe une commande au fournisseur grâce à un kanban (fonction « Bon de commande ») et le fournisseur livre les produits avec un kanban (fonction « Bon de livraison »).

III.3.1 Composition d'un Kanban

Le Kanban doit assurer, comme on vient de le voir, une fonction « Bon de Commande » et une fonction « Bon de Livraison ». Un kanban se présente donc simplement sous la forme d'un document de ce type :

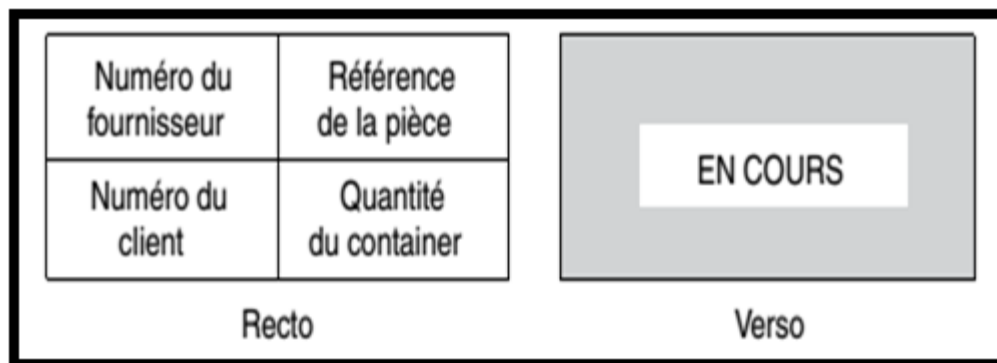


Figure III.3 Composition d'un Kanban.

La méthode Kanban tient son nom de ce document puisque Kanban signifie « carte », « fiche », « enseigne » ou « étiquette » en japonais.

III.3.2 Fonctionnement élémentaire

- Le client passe commande à un fournisseur avec un kanban.
- Lorsqu'il est prêt à travailler, le fournisseur analyse son carnet de commande (ensemble des Kanbans reçus) et exécute une des commandes qui lui a été passée.
- Quand le travail est terminé, le fournisseur envoie les pièces demandées dans un container accompagnées d'un bon de livraison (kanban).

III.3.3 Le TOP (Tableau d'Ordonnement de la Production ou tableau des Kanbans)

Chaque poste fournisseur possède un TOP, Tableau d'Ordonnement de la Production ou Planning des Kanbans, qui lui sert de carnet de commande. C'est un espace comprenant des emplacements prévus pour recevoir les Kanbans correspondants aux demandes de production.

La présentation d'un TOP peut se présenter suivant un planning de fiches en « T » ou un planning GANTT.

| Tableau d'Ordonnement de la Production du poste de travail M | | | |
|---|----------------------|----------------------|----------------------|
| Pièce Référence 1 | Pièce Référence 2 | Pièce Référence 3 | Pièce Référence n |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Figure III.4 Description d'un TOP en « T ».

Dans ce TOP, nous remarquons que le poste de travail M peut fabriquer les pièces de référence 1, 2, 3, n.

De plus, nous voyons qu'il y a deux emplacements de prévus pour recevoir des kanbans correspondant à la pièce de référence 1. Par similitude, il y en a 4 pour les pièces Référence 2, 3 pour les pièces Référence 3 et Référence n (pour plus de précision, voir ci-après le paragraphe : Dimensionnement du TOP).

| Tableau d'Ordonnancement de la Production du poste de travail M | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| Pièce Référence 1 | | | | | |
| Pièce Référence 2 | | | | | |
| Pièce Référence 3 | | | | | |
| Pièce Référence n | | | | | |

Figure III.5 Description d'un TOP en « GANTT ».

III.3.4 Fonctionnement détaillé

III.3.4.1 Hypothèses

Ce système ne fonctionne qu'après avoir admis plusieurs hypothèses :

- les pièces circulent entre les postes dans des containers (boîtes);
- tous les containers contiennent le même nombre de pièces;
- il n'y a pas de mélange de pièces dans un container;
- toutes les pièces d'un container sont bonnes;
- lorsque l'on fabrique un type de pièces à un poste, on fabrique des multiples de container;
- on associe à un container une et une seule étiquette (Kanban) qui contient des informations de fabrication;
- il y a autant de kanbans qu'il y a de containers en circulation.
- L'étiquette a un format non défini de façon formelle (en forme de T pour un rangement rigoureux), et elle n'a pas une règle de couleur (utiliser des jeux de couleur pour repère, tri, manipulation et gestion
- Le planning :
 - Il est adapté au format des étiquettes kanban
 - Il est le Tableau de bord de l'atelier

- il communique en temps réel les besoins de fabrication à l'ensemble de l'effectif de l'atelier

III.3.4.2 Simple Kanban

Un poste « Client » entame un container de pièce « n ». Il décroche le Kanban qui y était accroché et l'accroche dans un des emplacements prévus pour cette pièce du TOP du poste «Fournisseur ». Ensuite, il travaille à son rythme.

Le poste « Fournisseur » est prêt à commencer un nouveau travail. L'opérateur analyse le TOP et choisit la référence qu'il va fabriquer. Pour signaler la référence choisie, il retourne le, ou les, Kanban(s) concerné(s) et on voit apparaître « En Cours » dans les emplacements correspondants.

Lorsque le fournisseur a terminé sa fabrication, il décroche les Kanbans « En Cours » du TOP et les accroche aux containers de pièces. Ensuite, il envoie les containers au poste « Client » correspondant.

Le Kanban assure la transmission de l'information entre un poste de travail client et un poste de travail fournisseur

- La demande aval déclenche la production du poste amont
- Le flux est tiré par la demande
- Chaque poste est le fournisseur du poste aval

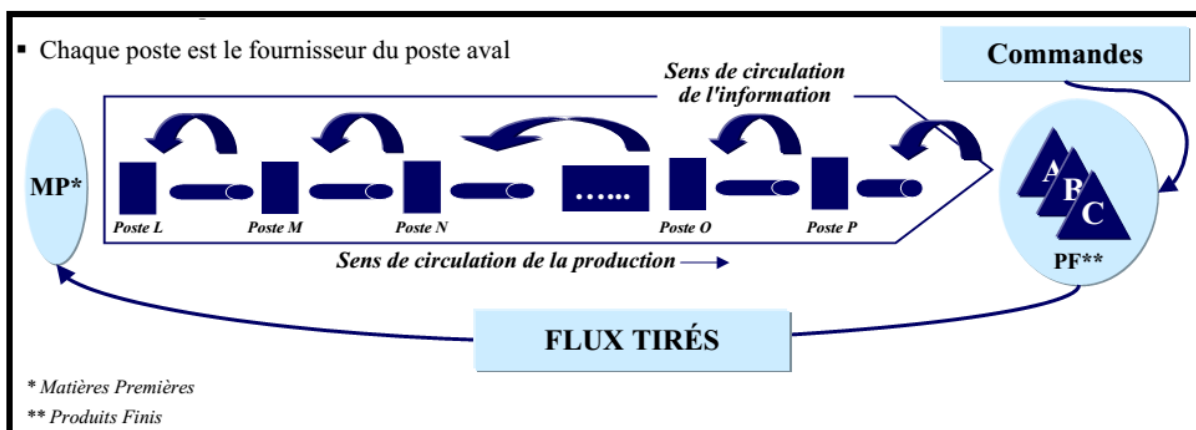


Figure III.6 flux tiré par la demande

La demande est formalisée par les étiquettes Kanban ("Kanban" = étiquette qui informe)

L'étiquette ou carte Kanban matérialise physiquement la transmission de l'information en accompagnant les produits

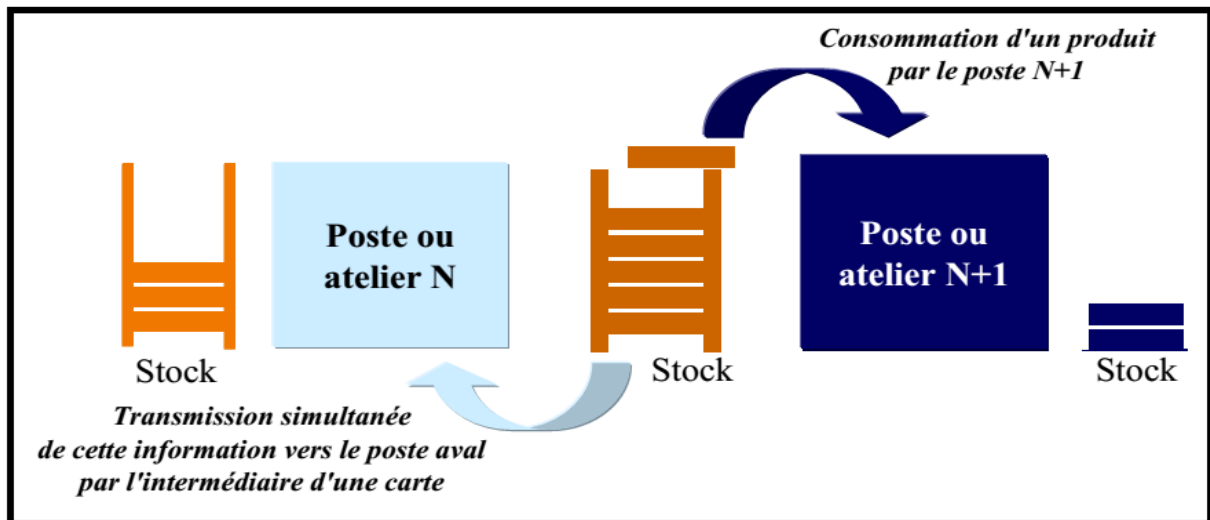


Figure III.7 la consommation réelle d'un produit

La figure III.7 exprime la consommation réelle d'un produit qui déclenche la transmission de l'information vers l'atelier amont Poste ou atelier N Poste ou atelier N+1 Consommation d'un produit.

III.3.4.3 Double Kanban

Cette méthode est identique, dans son principe, à la précédente mais on a personnalisé les Kanbans en faisant ressortir la phase de manutention entre deux postes de fabrication.

C'est ainsi que l'on a maintenant :

- des kanbans de production (KBp), correspondant à des ordres de fabrication;
- des kanbans de manutention (KBm), ou kanbans de prélèvement.

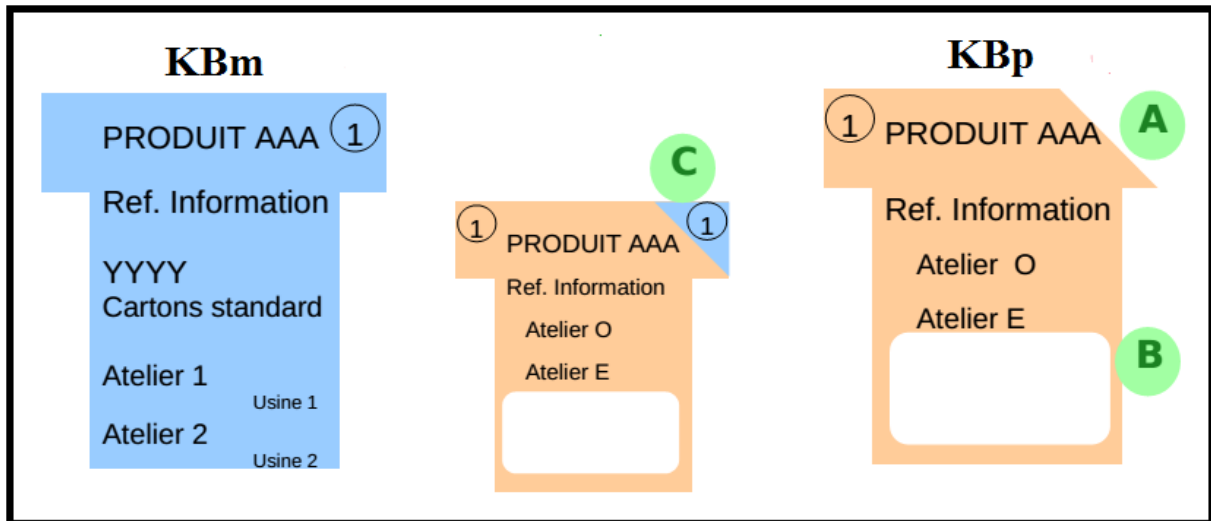


Figure III.8 kanban de production - kanban de manutention

A : Coins biseautés pour permettre la superposition des étiquettes sur le planning et contrôler la présence des KL au même numéro.

B : Emplacement réservé à l'adressage des stocks ;

C : Le choix des couleurs est important car il facilite les tris et les retours des étiquettes.

Le poste « Client » entame un container de pièce « n ». Il décroche le Kanban de manutention (KBm) attaché au container et le place dans une boîte.

Avec une périodicité très courte, les Kanbans en attente sont relevés par le manutentionnaire qui, selon les indications des cartes, va au poste « fournisseur » concerné.

Arrivé au poste « Fournisseur », il enlève le kanban de production (KBp) d'un container plein qui est terminé, il l'accroche dans un des emplacements prévus pour cette pièce du TOP du poste « Fournisseur » et lui substitue le KBm. Ensuite, il ramène le (ou les) container(s)plein(s) avec leur KBm au poste « Client ».

Le poste « Fournisseur » est prêt à commencer un nouveau travail. L'opérateur analyse le TOP et choisi la référence qu'il va fabriquer (KBp). Pour signaler la référence choisie, il retourne le, ou les, Kanban(s) concerné(s) et on voit apparaître « En Cours » dans les emplacements correspondants.

Chapitre III : Implantation de la méthode kanban dans les lignes de production

Lorsque le fournisseur a terminé sa fabrication, il décroche les Kanbans (KBp) « En Cours » du TOP et les accroche aux containers de pièces. Ensuite, il met les containers en attente à son poste.

Si les postes de travail fonctionnant en Kanban se situent géographiquement dans le même atelier de fabrication, il s'agit d'un système à simple Kanban. On utilise alors des Kanbans de production ou de fabrication et un planning des Kanbans.

Lorsque les postes ne sont pas localisés au même endroit, le système est qualifié de système à double Kanban et nécessite un type de Kanban supplémentaire, les Kanbans de transfert ou de transport, et un planning de manutention.

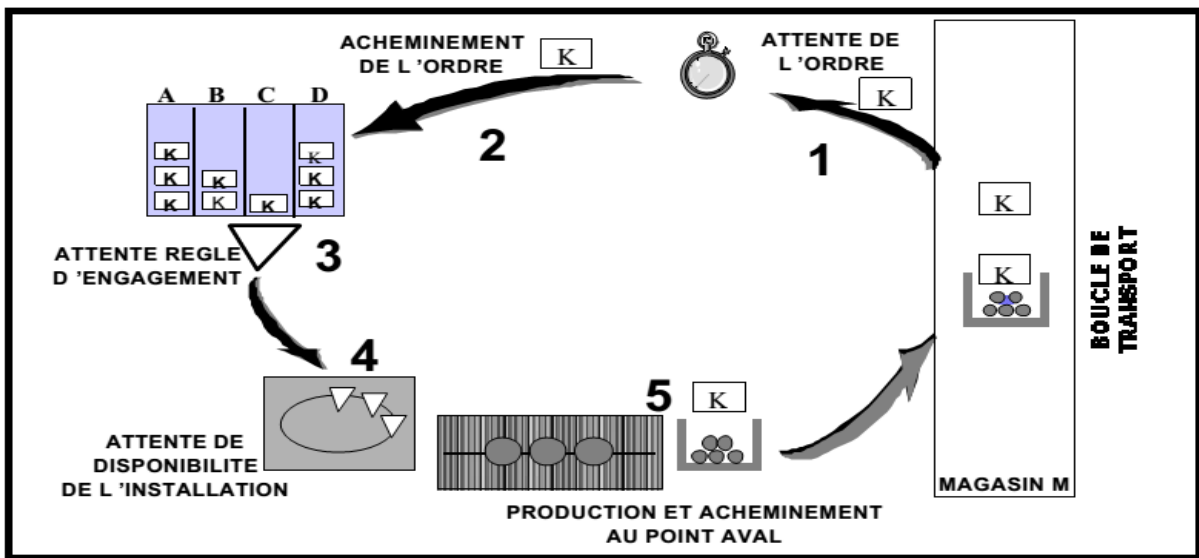


Figure III.9 Boucle de production (kanban de production)

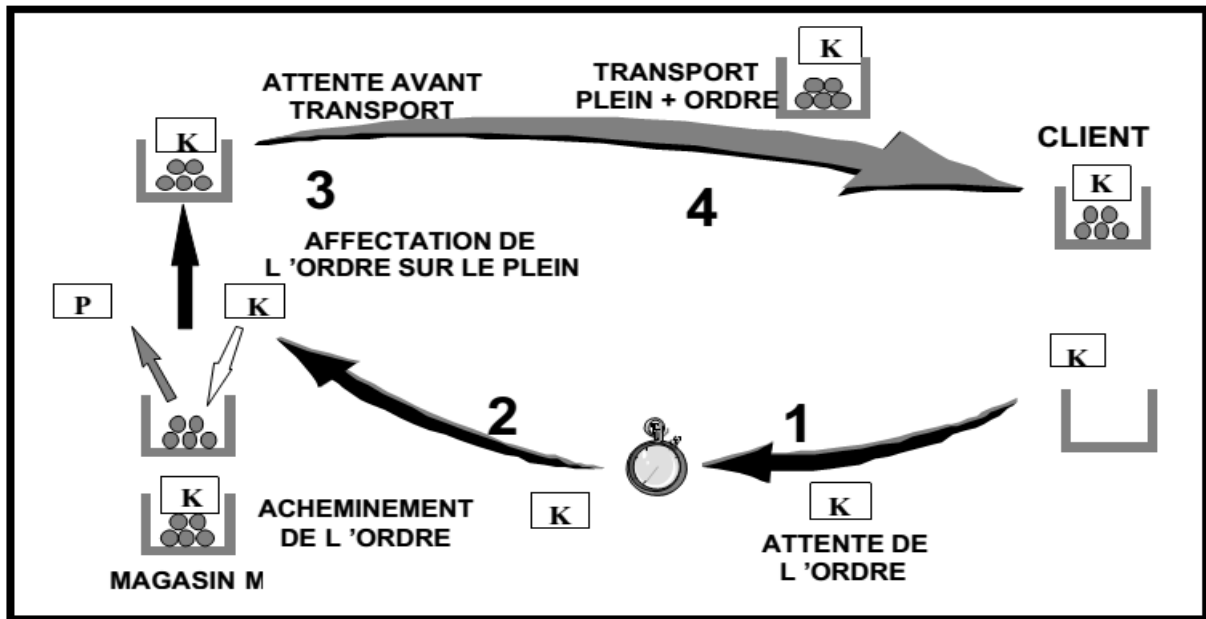


Figure III.10 Boucle de transport (kanban de manutention)

III.3.5 Dimensionnement du TOP

III.3.5.1 Démarche

Le dimensionnement d'un TOP s'effectue en trois étapes :

- analyse de tous les flux par type de pièces entre chaque poste fournisseur et tous les clients potentiels de cette pièce;
- déterminer la taille d'un container;
- déterminer le nombre de containers à faire circuler pour cette pièce.

III.3.5.2 Flux de production

Il faut penser flux et non capacité. Le flux s'exprime en nombre de pièces par unité de temps (unité de planification : heure, jour, semaine...). Il faut déterminer tous les flux de pièces à chaque poste.

III.3.5.3 Calcul du nombre de Kanbans

La formule la plus couramment référencée dans les ouvrages s'exprime de la manière suivante:

$$n = \frac{(D \times L) + G}{c}$$

- D : demande moyenne par unité de temps.
- L : délai de mise à disposition d'un container de pièces.
- C : capacité d'un container.
- G : facteur de gestion ou marge de sécurité permettant de pallier à l'irrégularité plus ou moins importante de la fabrication (souvent égal à 10 % de DL).

III.3.5.4 Dualité taille du container/Nombre de containers

Pour notre part, nous estimons que la formule précédente montre ses limites. En effet, dans la détermination du nombre de kanbans, on fixe a priori la taille des containers (souvent estimée à 10 % de la demande journalière). Pour notre part, nous pensons qu'il faut dimensionner le couple taille du container et nombre de containers

Remarque : Rappelons-nous que tous les containers contiennent le même nombre de pièces.

➤ Dimensionnement de la taille du container

La détermination finale du couple Taille/Nombre des containers s'effectuera par :

- Élimination des gros containers en tenant compte de :
 - la limitation de l'emballage (poids, volume...);
 - la limitation des moyens de manutention.
- Élimination des petits containers en tenant compte de :
 - la disponibilité des moyens de manutention;
 - la taille des lots de fabrication.

Cette analyse nous permet maintenant de préciser sur le planning des kanbans d'une pièce d'un TOP trois indicateurs :

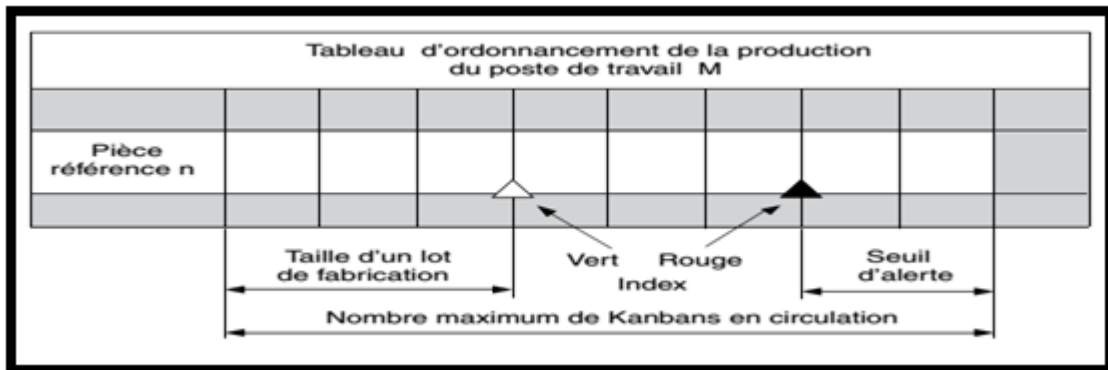


Figure III.11 Structure d'un TOP.

- limite maximum du nombre de kanbans en circulation pour cette pièce entre le poste fournisseur et tous les postes clients;
- un nombre de kanbans, repéré par un index vert indiquant le lot minimum de lancement en fabrication. En l'absence d'index, la valeur 1 est prise par défaut;
- une zone d'alerte repérée par un index rouge signalant à l'opérateur qu'il est urgent de réagir pour cette pièce. En l'absence d'index rouge la valeur 1 est prise par défaut comme seuil d'alerte.

III.3.6 Utilisation d'un TOP

III.3.6.1 Analyse d'un TOP

| Tableau d'ordonnancement de la production du poste de travail M | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|
| Pièce référence 1 | | | | | |
| Pièce référence 2 | | | | | |
| Pièce référence 3 | | | | | |
| Pièce référence n | | | | | |

Figure III.12 Exemple de TOP.

Compte tenu du principe de la méthode, nous voyons que :

- un emplacement vide correspond à un container plein dans le système de production;
- un Kanban en place correspond à un container à renouveler (ce container est vide ou en cours d'utilisation);
- lorsque tous les emplacements pour une référence sont vides, le stock est maximum – exemple pièce référence 1 – (il est possible de conclure que le poste « client » n'est pas assez rapide);
- lorsque tous les kanbans pour une référence sont en place, il y a rupture de stock – exemple pièce référence 3 – (il est possible de conclure que le poste « fournisseur » n'est pas assez rapide).

Remarque : Les deux dernières situations sont caractéristiques de problèmes anti flux.

III.3.6.2 Mode de lancement en fabrication

Lorsque le poste « Fournisseur » est prêt à commencer un nouveau travail, l'opérateur doit choisir la référence qu'il va fabriquer par analyse des kanbans positionnés dans le TOP.

Pour une référence :

- lorsque tous les kanbans sont en place, il y a urgence de fabrication de cette référence;
- lorsque les kanbans accrochés au TOP ont dépassé, ou atteint, le seuil d'alerte, il faut envisager la fabrication de cette référence;
- lorsqu'il n'y a pas de kanban accroché au TOP, le poste doit s'arrêter de fabriquer.

III.4. Résultats attendus avec kanban

III.4.1 Avantages

- Véritable maîtrise des flux par visualisation évidente avec un principe simple collant à la réalité physique.
- Permet le transfert de certaines tâches d'ordonnancement dans l'atelier entraînant une plus grande motivation du personnel.
- Permet de profiter au maximum de la flexibilité des moyens de production.
- Cette technique ne demande pas l'aide de l'informatique.

- Établit un lien direct entre les postes successifs favorisant la diminution des délais de transmission de l'information et de circulation des pièces.
- Diminution des stocks.

III.4.2 Inconvénients

- Le Kanban n'est pas une technique de stock 0 mais un système à stock mini.
- Le stock se trouve dans la ligne de production à différents états de fabrication.
- L'entreprise est très fragilisée en cas de perturbation d'approvisionnement des matières premières ou composants de base.

III.4.3 Conséquences

Dans ce système, la circulation des informations est aussi importante que la circulation des pièces. Il sera donc nécessaire de mettre en place un système efficace de transmission des kanbans (manuel, pneumatique, informatique...).

C'est un système à production tirée, c'est-à-dire que le processus aval se fournit directement au processus amont pour renouveler les pièces qu'il consomme.

III.5 Outil de diagnostic

Si le système fonctionne normalement (tous les plannings sont normalement remplis – aucun emplacement entièrement rempli ou entièrement vide), le système de production est améliorable : il y a trop de stock.

Pour diminuer le niveau du stock, on retire un kanban et un emplacement pour une référence sur le TOP. On attend le blocage d'un poste et on améliore l'environnement de ce poste. On stoppe cette démarche de diminution du stock lorsqu'en enlevant un kanban sur un TOP, tous les postes sont en rupture.

S'il ne reste qu'un kanban pour une pièce et que l'on souhaite diminuer le stock, on le remplace par plusieurs autres correspondants à des containers de taille plus petite (exemple : on remplace 1 container de 100 pièces par 5 containers de 20 pièces). Ensuite, on renouvelle la démarche précédente.

III.6 Implantation de la méthode kanban au niveau des ateliers de l'entreprise A.L.F.E.T

Dans l'entreprise ALFET de Tiaret ; Nous considérons qu'il y a deux chaînes de production travaillent simultanément : une pour les pièces de petites et moyennes dimensions et une autre pour les pièces de grandes dimensions

- Les postes de travail concernés par l'implantation du Kanban sont :
 - PS1: poste de modelage (petites et grandes pièces)
 - PS2: poste de conception du moule (grandes pièces)
 - PS3: poste de noyautage (grandes pièces)
 - PS4: poste de coulée en moule (grandes pièces)
 - PS5 : poste de découchage (grandes pièces)
 - PS6 : poste de conception du moule (petites pièces)
 - PS7 : poste de noyautage (petites pièces)
 - PS8: poste de coulée en moule (petites pièces)
 - PS9: poste de découchage (petites pièces)
 - PS10: poste de l'ébarbage (petites et grandes pièces)
 - PS11: poste d'usinage (petites et grandes pièces)
 - PS12: poste de contrôle (petites et grandes pièces)

Supposons les postes de production sont positionnés les uns à la suite des autres et où le flux de production circule de gauche à droite en passant sur un poste puis l'autre ; Donc le déplacement des produits se fait par ordre de la figure III.13

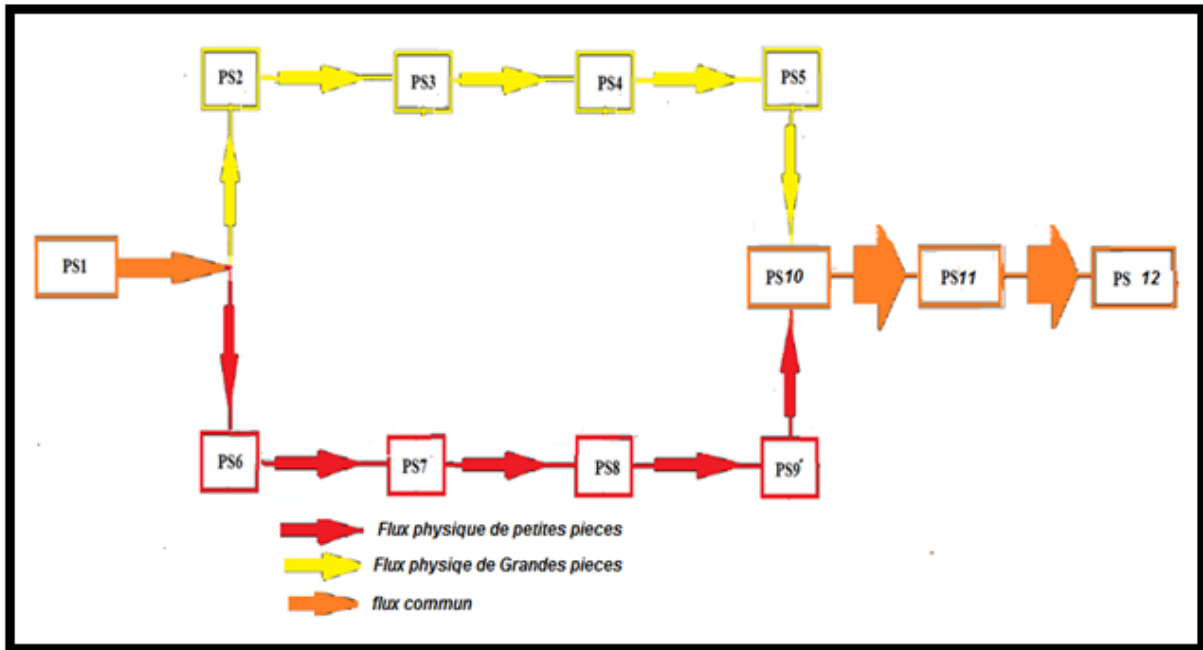


Figure III.13 Déplacement des produits entre les PSs

Les containers déplacent suivant la direction de flux physique

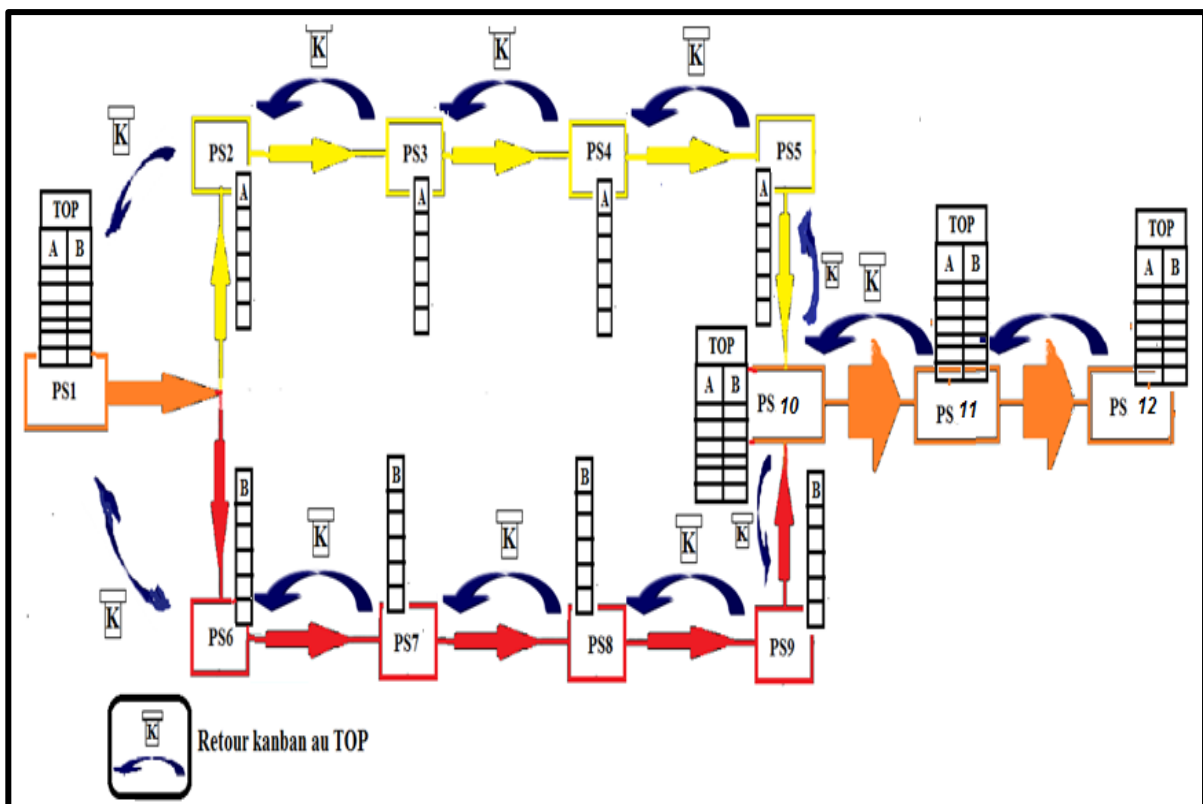


Figure III.14 Circulation des kanbans entre les PSs

Chapitre III : Implantation de la méthode kanban dans les lignes de production

A : emplacement pour les petites pièces

B : emplacement pour les grandes pièces

Étant donné la maille Kanban précédente composée des 12 postes de travail.

On suppose que le poste PS1 est prévu pour fournir des pièces P aux postes PS2 et PS6.

Sachant que :

- l'on consomme :

- 12 pièces P par jour au poste PS1,

- 80 pièces P par jour au poste PS6

- l'on souhaite avoir des containers contenant, pour des questions de logistique, plus de 4 pièces et inférieure de 10 pour les petites pièces et 1 pièce pour les grandes pièces.

Détermination de la taille des containers

Tous les containers d'une même pièce sortant d'un poste contiennent le même nombre de pièces.

Une étude des possibilités des tailles des containers nous montre les combinaisons suivantes :

| Entre PS1et PS2 | | Entre PS1et PS6 | |
|------------------------|-----------|------------------------|-----------|
| Nb Kanbans | Nb Pièces | Nb Kanbans | Nb Pièces |
| 1 | 12 | 1 | 80 |
| 2 | 6 | 2 | 40 |
| 3 | 4 | 4 | 20 |
| 4 | 3 | 5 | 16 |
| 6 | 2 | 8 | 10 |
| 12 | 1 | 10 | 8 |
| | | 16 | 5 |
| | | 20 | 4 |
| | | 40 | 2 |
| | | 80 | 1 |

Nous constatons que les solutions possibles sont des containers de 4 ou 5 pièces, pour les petites pièces et obligatoirement 1 pièces pour les grandes pièces.

On calcule le nombre de kanban:

$$\text{On a : } n = \frac{(D \times L) + G}{C}$$

Avec : • D : demande moyenne par unité de temps.

• L : délai de mise à disposition d'un container de pièces.

• C : capacité d'un container.

• G : facteur de gestion ou marge de sécurité permettant de pallier à l'irrégularité plus ou moins importante de la fabrication (souvent égal à 10 % de DL).

- Par estimatin on calcule le nombre de kanban pour la chaine de production petite pièces :

on donne :

• D : 80 /jours.

• L : 3 heures

• C : 10 pièces.

• G : 24

Donc le nombre de kanban pour la chaine de production petite pièces est **27** kanbans

- Par estimatin on calcule le nombre de kanban pour la chaine de production grande pièces :

On donne :

• D : 12 /jours.

• L : 1 heures.

• C : 1 pièce.

• G : 1.2

Donc le nombre de kanban pour la chaîne de production grande pièces est **14** kanban.

Toute diminution de **L** entraîne une réduction du nombre de Kanbans, et, donc, de l'en-cours. La mise en œuvre pratique de la méthode se fait de manière incrémentale ; on part d'un nombre raisonnablement élevé de Kanbans et on tente une première réduction ; les problèmes qui apparaissent, alors, sont analysés et résolus ; on tente une réduction supplémentaire et ainsi de suite.