

Année : 2001 - 2002

NOTE TECHNIQUE

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET METIERS
CENTRE REGIONAL ASSOCIE DE VERSAILLES

PROBATOIRE

Présenté en vue d'obtenir

Le DIPLOME D'INGENIEUR C.N.A.M.

En

ORGANISATION

Par

Nicolas SOULARD

LA METHODE KANBAN DANS
L'INDUSTRIE AUTOMOBILE
ACTUELLE

SOMMAIRE

INTRODUCTION	p2
LE KANBAN ET LE SYSTEME KANBAN	p4
1 Le système de Production Toyota ou les origines du Système Kanban:	p4
2 Le système Kanban	p6
a – le Kanban	p7
b – Fonction du Kanban	p7
c – Le mode de circulation du Kanban	p8
d – Déploiement de la méthode Kanban	p10
CONCLUSION	p12

Introduction

L'automobile a aujourd'hui plus de cent ans. De la production artisanale, on est passé à la production de masse dès les années 20, lorsque la demande était forte. Tant que la question de la vente des véhicules produits ne se posait pas, le critère essentiel était la productivité.

Puis, avec les crises des années soixante-dix il a fallu se tourner vers de nouveaux modes de production développés par les japonais pour leur marché national. Ainsi, on est passé de la production en flux poussés, à la production en flux tirés : c'est la commande qui va déclencher la production du véhicule, et non plus la production du véhicule qui déclenche la recherche d'un acheteur. Le but est de pouvoir fournir au client le véhicule prévu, le jour prévu, au coût minimum. Les efforts sont faits à tous les niveaux de la fabrication : aussi bien pour la gestion des commandes, que pour la production du véhicule ou la livraison de celui-ci.

Les usines d'assemblage ou terminales n'échappent pas à cet effort. Une attention permanente est portée à la diminution des coûts et à la réduction des délais de fabrication. L'usine se compose de trois ateliers principaux successifs : l'emboutissage/ferrage, la peinture et le montage, dans lesquels on cherche à obtenir la meilleure qualité de fabrication au moindre coût.

Une bonne gestion de ces ateliers est très importante car elle permet de faire des gains de matière et de limiter le personnel. On peut par exemple, en entrée de l'atelier peinture, essayer de grouper les voitures de même couleur, afin de ne pas changer de teinte chaque fois et ainsi économiser de coûteux rinçages d'installations. En entrée du montage, on essaie plutôt de ranger les véhicules en fonction de la quantité de travail qu'ils demandent, en espaçant ceux pour lesquels la tâche sera plus longue du fait de leurs options. Ceci est fait pour que les opérateurs ne se retrouvent pas surchargés à certains moments ; quand le cas se produit, il faut qu'un deuxième opérateur intervienne pour aider le premier. Eviter ce problème de surcharge momentanée permet de réduire les effectifs nécessaires au bon fonctionnement de l'atelier. On voit que pour réduire les coûts, il est impératif que les voitures se présentent dans un certain ordre qui est différent pour chaque atelier.

Une des préoccupations des centres de production automobile, est de rechercher la meilleure synchronisation possible entre le flux principal des véhicules et tous les flux d'approvisionnement des composants. Ceci doit permettre de réduire les coûts de stockage de ces constituants. Ces derniers sont fabriqués par les sous-traitants des usines et livrés de manière à être montés sur les véhicules lors du passage de ceux-ci dans l'atelier montage. C'est une nouvelle contrainte de gestion qui vient s'ajouter à celles du montage. Si l'on veut réduire les stocks de composants de façon significative, il est essentiel de penser l'ordonnancement initial et les différents ré-ordonnements en fonction de cet objectif. En effet, c'est lors de l'ordonnancement initial que l'on va transmettre aux fournisseurs la liste des véhicules produits prochainement. C'est sur cette base que ces derniers fabriquent les pièces et les livrent en temps voulu.

L'approche Toyota vise à respecter les contraintes de l'atelier montage tout en rendant la consommation des principaux constituants aussi constante que possible. Ceci peut permettre une livraison juste à temps, par la méthode « kanban », sur la majeure partie des composants.

Cette méthode, basée sur la notion de renouvellement de stocks, s'applique très bien dans le cas de petites pièces à faible diversité. Seulement, pour une automobile, il y a certains fournisseurs qui fabriquent de gros éléments de la voiture avec en plus beaucoup de diversité : c'est le cas par exemple de la planche de bord ou des sièges. Ces éléments ne peuvent être stockés car ils sont trop volumineux ; il faut les livrer au moment même où ils doivent être montés sur le véhicule. Ils arrivent donc au poste de montage en même temps que la voiture. Cette livraison appelée livraison synchrone permet de n'avoir pratiquement aucun stock. Cependant elle est très difficile à mettre en œuvre car elle requiert une très bonne synchronisation entre le constructeur automobile et ses fournisseurs. Elle exige en particulier une parfaite connaissance des véhicules qui vont être produits aux différents instants. Cette connaissance est fournie en général par l'ordonnancement initial, qui est envoyé aux fournisseurs, afin qu'ils connaissent les voitures prochainement fabriquées et par

conséquent les pièces à livrer.

Or parfois pour des raisons bien précises, l'ordonnement initial est perturbé par le passage des véhicules dans les ateliers. Les véhicules arrivent donc au montage dans un ordre différent de celui qui a servi à commander les constituants. Plus il y a de perturbations dans les ateliers moins les pièces fabriquées par les fournisseurs correspondent aux véhicules qui arrivent et plus le stock devient important. En effet, les perturbations font perdre du temps à certains véhicules, il faut alors faire attendre les pièces livrées, dans un stock. Mais ces mêmes perturbations font que certains véhicules seront en avance. Aussi, pour éviter des ruptures de composants, il faut anticiper la livraison de tous ceux-ci.

De nos jours même si le Kanban reste un mode gestion performant pour un bon nombre de flux et de composants, il est dans certain cas inadapté, voir même risqué. Mais avant de rentrer dans le détail, il est nécessaire de bien comprendre l'origine de ce système et ses différentes caractéristiques. C'est ce que je vous propose de découvrir dans le premier chapitre de cet exposé. Dans un second temps nous verrons, à travers un bref descriptif de l'organisation type des centres de production automobiles, comment se met en place concrètement la politique des flux tendus, compte tenu des évolutions des produits, du contexte économique et des objectifs que les constructeurs se sont fixés.

Le système de production Toyota et Le système Kanban

Avant d'expliquer ce qu'est le système Kanban, il est important de bien comprendre dans quel contexte il a été mis en place. Car nous le verrons plus loin, le système Kanban fonctionne uniquement quand un certain nombre de principes ont été préalablement mis en place, comme l'avait fait Toyota, quand il avait modifié son système de production.

1 – Le système de production Toyota ou les origines du Système Kanban :

D'un point de vue historique, le système de production Toyota est le fruit d'une évolution qui s'est étalée sur plus de cinquante ans et dans laquelle trois hommes ont joué un rôle prépondérant.

Ce fut Sakichi Toyoda, l'inventeur des métiers à tisser auto-activés, qui fonda le groupe Toyota. Il lança un système d'automatisation spécial, le « jidoka ». Son fils Kiichiro Toyoda, créa la société qui allait devenir la Toyota Motor Corporation et fut à l'origine des concepts qui aboutirent à la création du système Juste à Temps (Just in Time) et plus précisément du Kanban, entre autres. Enfin ce fut un ingénieur de Toyota, Taiichi Ohno, qui appliqua le « jidoka » et le système du Juste à Temps à la fabrication de voitures, donnant ainsi naissance au système de production Toyota. Il développa ce système au sein de Toyota et l'étendit à tout le secteur des industries de transformation.

C'est le rendement de la production nord-américaine de voitures en série qui inspira la mise au point du système de production Toyota au Japon, où l'objectif était de réaliser *une production diversifiée en petites quantités*. Sakichi Toyoda, père fondateur de Toyota, inventa en 1922 un métier à tisser qui s'arrêtait automatiquement lorsque les fils se cassaient. C'est ainsi que débuta le « jidoka », qui prévoyait l'arrêt immédiat de la chaîne de production en cas d'incident. Cette invention permit la mise au point de métiers à tisser automatiques et le contrôle de plusieurs dizaines de machines par un seul opérateur. Il convient de souligner que l'arrêt automatique des machines en cas d'incident *réduit les défauts* et *accroît le rendement*, tout en rationalisant les opérations. Ce principe du « jidoka » est aujourd'hui devenu l'un des fondements du système de production Toyota.

A la même époque, aux Etats Unis, Henry Ford faisait adopter le *système de convoyage* qu'utilisent toujours la plupart des chaînes d'assemblage de voitures. Ce système contribua au développement de la *fabrication en série* qui permit plus tard de répondre à la montée en flèche de la demande en automobile. Cependant, lorsque Toyota commença à fabriquer des véhicules, la demande n'était pas suffisante pour qu'il soit possible de tirer profit des économies d'échelle permises par la fabrication en série. Kiichiro Toyoda, fils de Sakichi, s'efforça donc de trouver un moyen de maximaliser le rendement global du système de convoyage de Ford pour produire en petites quantités.

Il assura l'approvisionnement en pièces des processus de la chaîne d'assemblage en produisant et en acheminant uniquement et exactement les types et les quantités de pièces nécessaires. La production et l'acheminement de ces pièces étaient synchronisés avec chaque processus et entre les différents processus, tout au long de la séquence de fabrication. Cette méthode d'optimisation du rendement global correspond à ce que nous appelons la production « juste à Temps ». C'est un autre fondement du système de production Toyota, qui marqua les débuts de la mise en place de ce système de production automobile.

Après la seconde guerre mondiale, Taiichi Ohno était responsable d'un atelier d'usinage chez Toyota. Il augmenta la productivité de son atelier en appliquant à la fabrication les principes du « jidoka ». Il organisa notamment chaque chaîne de son atelier d'usinage de façon à ce qu'elle produise et achemine les pièces nécessaires, toutes les pièces nécessaires et uniquement celle-là en temps voulu. Taiichi Ohno fit en sorte que chaque chaîne disposât les pièces qu'elle produisait de

façon à ce que la chaîne en aval puisse prélever ce dont elle avait besoin, comme dans les grands supermarchés qu'ils avaient eu l'occasion d'admirer aux Etats Unis. En d'autres termes, chaque chaîne était la « cliente » de la chaîne en amont. La chaîne en aval prélevait les pièces qui lui étaient nécessaires et uniquement celle-là. Quant à la chaîne en amont, elle produisait uniquement les pièces destinées à remplacer celles que la chaîne en aval avait employées. Il mit donc en place un *pull système* – système aval-amont ou encore le flux tiré, dont le fonctionnement était régi par les besoins des chaînes aval. Ce système s'opposait au *push système* – système amont-aval ou flux poussé traditionnels dont le fonctionnement était régi par la production des chaînes amont. La mise en place de ce système se généralisera avec l'introduction des **Kanbans** et devint le fondement de la production juste à temps. Enfin et pour conclusion sur cet aperçu historique de la mise en place du système de production Toyota, le « jikoda » et la production Juste à Temps devinrent la base de toute activité de fabrication dans l'usine où Ohno dirigeait son atelier. Après de nombreux efforts et une expérience systématique, ils furent appliqués dans toutes les usines Toyota et dans toutes les usines appartenant au groupe Toyota.

Une productivité incontestée dans le monde entier :

BILAN FIN DES ANNEES 1970		
	Autres constructeurs	Le système de production Toyota
Valeur ajoutée mensuelle par salarié	0,9 à 1 millions de Yens (*)	1,5 à 1,7 millions de Yens
Effectifs	66.000 à 80.000 personnes	35.000 à 45.000 personnes
Niveau des stocks (en nombre de jour de chiffre d'affaire)	20 jours de production	3 jours de production

(*) en janvier 1983, 100 yens = 2,93 francs = 0,45 EURO

C'est quelques valeurs démontrent le niveau de performance du système de production de Toyota par rapport à ses concurrents. Performance reconnue par de nombreux instituts dans le monde entier dont le fameux MIT (Massachusetts Institute of Technology) qui eu le mérite, avec la collaboration des constructeurs automobiles, de constituer une base de données chiffrées indiscutables et encore aujourd'hui indiscutées, chiffrant les écarts de performance entre les entreprises japonaises (principalement celles utilisant le système de production Toyota) et occidentales.

En résumé : une productivité qui s'appuie donc sur un certain nombre de concepts essentiels de base du fonctionnement du système de production Toyota :

- Suppression à tous niveaux de tous les gaspillages de surproduction.
- Produire à bon escient.
- Limiter au maximum les liens entre l'homme et la machine.
- Préférer un faible taux d'utilisation des machines par rapport à celui de l'engagement des hommes, l'objectif est d'optimiser les coûts au global (homme + machine).
- Rechercher les causes réelles des pannes et agir pour qu'elles ne se reproduisent plus dans l'avenir.

Ces concepts fondamentaux sont liés entre eux pour former un tout cohérent qui a fait, et fait

toujours, la force du système de production Toyota. Bon nombre d'entreprises occidentales ont voulu appliquer un certain nombre de ces concepts en espérant pouvoir en tirer des profits rapidement, le système Kanban, issu de ces concepts, en est sûrement l'exemple le plus flagrant. En effet cette méthode a permis à Toyota de réduire son niveau de stock de 30 jours de chiffre d'affaire à 3 jours. Il est dans ce cas facile de comprendre l'attrait de bon nombre d'industriels pour cette méthode qui au vue de beaucoup semble être relativement simple à mettre en œuvre.

Mais attention, comme le dit Shigeo Shingo (ingénieur chez Toyota) : « *vous pensez que Toyota Motor porte un beau costume et souhaiteriez acheter le même : vous achèteriez alors un costume appelé Système Kanban, mais ne pourriez le porter parce que vous auriez trop d'embonpoint. Il serait donc nécessaire d'améliorer votre forme (amélioration du système de production). D'autre part il est absolument indispensable que vous compreniez bien la notion de bonne santé (Effort d'élimination totale de tout ce qui est inutile)* ».

En effet, le kanban, s'il veut être appliqué dans son intégralité, justifie la nécessité avant toute chose, de se pencher sur la fabrication et d'analyser les gammes des produits. A travers l'exploitation qui en est faite aussi bien pour la fabrication que pour l'étude de nouveaux produits, toute la philosophie de l'entreprise doit être traduite. C'est ce que propose finalement la méthode Kanban à travers sa mise en œuvre.

2 – Le système kanban :

a – Le Kanban :

Traduction française : enseigne, carte, fiche

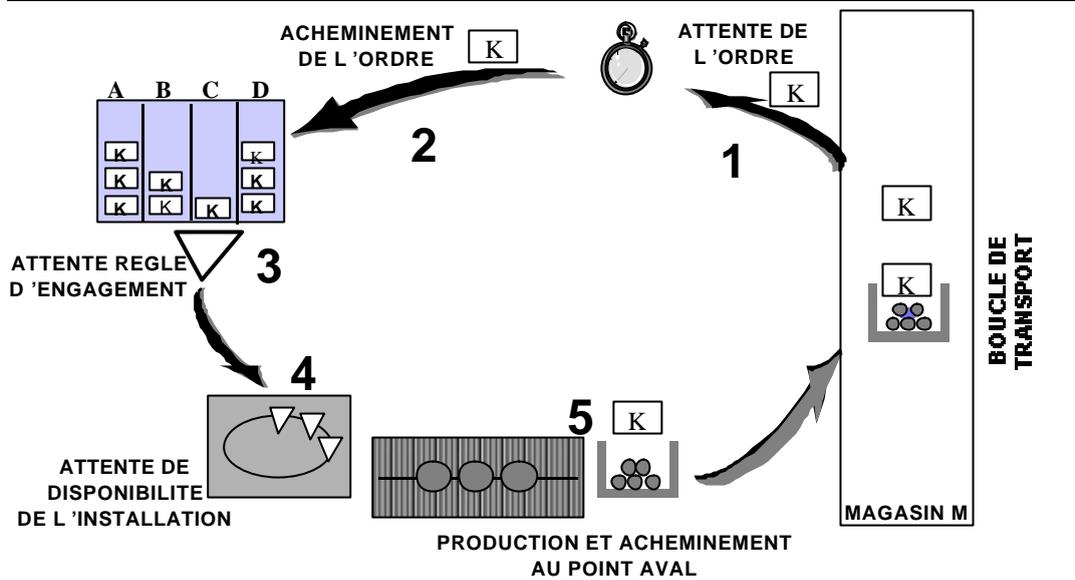
Le Kanban est donc une fiche, carte qui accompagne chaque lot de pièces. Il s'agit à la fois d'une indication de fabrication et d'un ordre de transport. Ce simple morceau de papier est l'un des instruments de la productivité de Toyota. Une visite de l'usine Toyota permettrait de remarquer cette sorte de fiche de livraison, enveloppée d'un petit sac de plastique transparent un peu sale.

○	Livraison 21	Dépôt		Origine
		Référence pièce : 82410		
○		Heure de livraison 10h00	Kanban N°	Destination
			Type d'emballage	
			Unité Quantité	

On distingue deux types de Kanban :

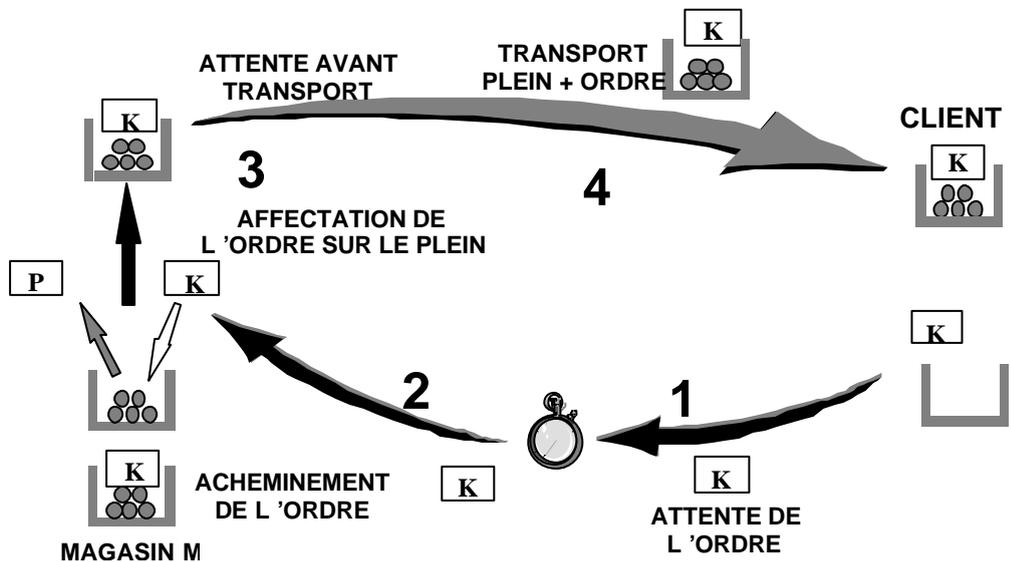
- le Kanban de production : il équivaut à la fiche d'identification et à la fiche d'instruction concernant l'opération ;

BOUCLE DE PRODUCTION



- le Kanban de transfert: il équivaut à la fiche d'identification et à la fiche de transport .

BOUCLE DE TRANSPORT



b - Fonction du Kanban :

Comme la production automobile est une production répétitive, on a les points caractéristiques suivants :

- le Kanban peut être utilisé à maintes reprises ;
- en limitant le nombre de Kanban, on peut limiter le nombre de pièces dans le flux des produits, éliminer les gaspillages dus à la surproduction et maintenir les stocks à un niveau minimum.

c - Nombre de Kanban :

Un système de production géré en Kanban fonctionnera dans de bonnes conditions que si le nombre de Kanban est bien déterminé. Un nombre important de Kanbans permet d'avoir peu de ruptures, mais conduit à des stocks d'encours ou de pièces finies élevées. Un nombre très restreint de Kanban impliquera de faibles stocks, mais si les flux sont trop tendus, les risques de rupture augmentent.

L'objectif est donc de calculer un nombre d'étiquettes qui réalise le meilleur compromis entre la taille des stocks et la qualité de service.

La méthode de calcul du nombre de Kanban « N » mise en place chez Toyota s'exprime d'une manière générale, de la façon suivante :

$$N = \frac{(T_w + T_p)(1 + \alpha)}{C}$$

Dans cette relation :

- T_w = temps d'attente des Kanbans.
- T_p = temps de réponse du processus de fabrication (entre le début et la fin de fabrication du pièce, temps d'attente y compris).
- 1 = indique le nombre de demandes par d'unité de temps.
- α = coefficient de sécurité du dimensionnement.
- C = la taille du lot associé au Kanban (exemple : le nombre de pièce d'un conteneur).

Dans le système de production Toyota, la façon de déterminer « N » n'est pas la plus importante. Ce qui a une plus grande importance par contre c'est de se demander : « Comment doit-on améliorer le système de production pour fixer un nombre N minimum ».

La réponse est la suivante :

- définir au mieux l'importance relative des ruptures de stocks par rapport à leur coût (réduction de la sécurisation α),
- réduire autant que possible les temps nécessaires au changement d'outils (T_p), et en produisant par très petits lots pour amener (T_w) à un niveau minimum.
- raccourcir autant que possible le délai de production et de transport entre les différents points de décision, permettra d'accélérer le circuit d'information et une maîtrise plus aisée du flux.
- éliminer le stock minimum que l'on garde habituellement pour se prémunir contre les irrégularités de la production

d - Le mode de circulation du kanban :

L'objectif du système de production Toyota est de parvenir à une production en fonction des commandes afin de maintenir les stocks à un niveau minimum.

Ils ont donc adopté le système de production de pièces à la commande qui consiste en ce que le poste de travail suivant prélève des produits au poste précédent.

C'est pourquoi, le Kanban chemine dans le processus de la façon schématisée ci dessous. (*cfschéma de principe de circulation des Kanbans*)

1 – Au moment où l'on commence à utiliser les pièces placées près de la ligne de montage, on enlève le Kanban de transfert et on le met dans la boîte à Kanban.

2 – L'ouvrier prend ce Kanban de transfert avec lui et va chercher des pièces au processus précédent ; là il enlève le Kanban de production de la palette qui contient les pièces et le place dans la boîte à Kanban puis il met son propre Kanban de transfert sur la dite palette qu'il achemine jusqu'à la ligne de montage.

3 – Le Kanban de production enlevé de la palette fait office pour le processus précédent de fiche indiquant les opérations effectuées et l'ouvrier de ce processus commence à exécuter sur le produit non terminé puis au dernier poste du processus précédent les opérations indiquées sur le Kanban.

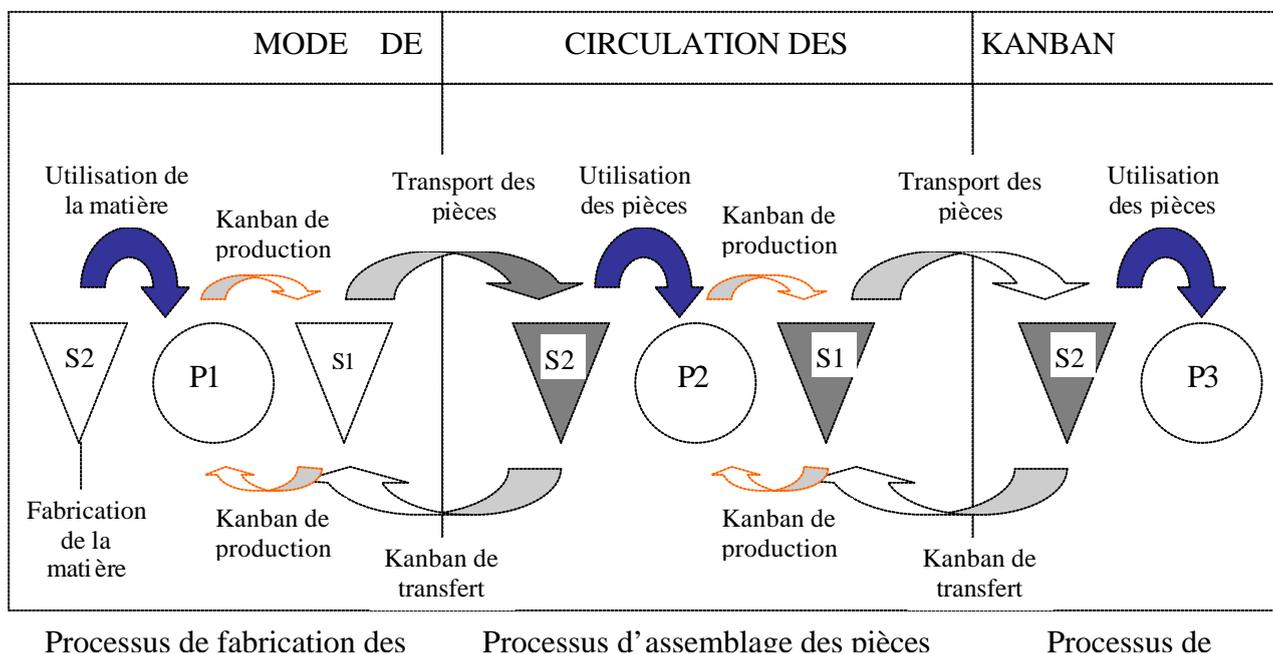
Ils ont donc enlevé le Kanban de production de deux postes précédents et placé un Kanban de transfert sur la palette.

En remontant successivement la suite des opérations du processus précédent et en échangeant les Kanban de transfert par des Kanban de production, ils déterminent une sorte de réaction en chaîne.

Grâce à cette méthode donc, si une modification du programme est indiquée à la ligne de montage finale seulement, cette indication sera transmise aux processus en amont de façon automatique, simple et précise.

Autrement dit, dans le cas de variations de la demande intervenant dans un tel système de production en fonction des commandes, il suffit de communiquer les instructions concernant cette variation au processus final pour qu'elles soient transmises de façon claire et simple aux processus en amont, ce qui permet de simplifier le travail administratif.

Schéma de principe de circulation des Kanbans



pièces		montage final
--------	--	---------------

P = Production

S = Stockage

En revanche lorsque l'on donne des instructions de travail à chacun des processus, des stocks inutiles risquent de se constituer en cas de retard dans les commandes ou de production anticipée, ce que le système Kanban peut empêcher.

Comme les objectifs du système de production Toyota pendant consistaient, non seulement, à avoir des stocks minimum de produits finis mais aussi des stocks minimum entre les opérations, il fallait exécuter la production par petits lots et procéder à plusieurs transport par jour.

C'est pourquoi :

- la livraison à faire pour la journée s'effectuait en plusieurs fois ;
- le lieu de destination des livraisons devait être indiqué de façon très précise, de manière à diriger les pièces au bon endroit ;
- la surface réservée aux livraisons était réduite, de sorte qu'il est impossible d'y placer des stocks excédentaires.

Autrement dit, les indications détaillées concernant l'heure et le lieu de livraison sont données de la même façon que le faisaient les fiches d'instructions concernant les opérations et les pièces de transport qui étaient utilisées avec la méthode traditionnelle de gestion de la production.

Ce qui fallait bien retenir de ce système, c'est que les déplacements des Kanbans permettent de réguler les déplacements des produits tandis que le nombre de Kanban est ce qui permet de réguler la quantité des pièces dans les flux. Il est, par conséquent, tout naturel d'avoir comme règle impérative que le Kanban se déplace toujours avec les produits.

Il est maintenant facile de comprendre pourquoi le nombre de Kanban en circulation est une question importante.

En cas de fabrication de nombreux types de pièces variées, celles ci doivent être fabriquées au plus tôt après le transfert du Kanban. Là aussi c'est une règle importante si l'on veut maintenir les stocks au niveau minimum.

e - Déploiement de la méthode Kanban :

Cette méthode s'est cantonnée, à ses débuts, au niveau du montage. Mais elle s'est développée, approximativement en 1953, en même temps que se développait la méthode d'approvisionnement des supermarchés qui consistait à commander les articles nécessaires juste au moment voulu. Toyota a réduit, puis supprimé, les dépôts intermédiaires de pièces.

D'autre part, sachant que la fabrication en grande série faisait obstacle à la réduction de la quantité de produits semi-finis, Toyota a tenté de produire au maximum en petite série, en améliorant le système des transports.

En analysant la manière dont les fiches Kanbans circulaient dans les ateliers, les problèmes ont pu être mis en évidence et des améliorations au sein de l'entreprise ont été réalisées. Puis la méthode Kanban fut progressivement appliquée, à partir de 1965, aux pièces fournies par les entreprises extérieures. Il fallut plus de dix ans pour généraliser aux fournisseurs l'application de cette méthode qui n'était pas conçue à l'origine pour cet objectif.

La méthode Kanban est d'abord un outil qui sert à réguler les ateliers de fabrication. Ce n'est pas une contrainte supplémentaire pour les fournisseurs.

Rappelons que l'objectif de cette technique était, d'une part d'éviter les manques de pièces, source de perturbation de l'ordonnancement de la production et d'autre part de réduire l'importance des stocks et des encours de fabrication.

Voir exemple de représentation d'une boucle Kanban mise en place pour l'approvisionnement de composants automobile, en [cliquant ici](#)

Conclusion

Au sujet du système Kanban, il faut bien comprendre les points suivants :

- le Kanban et le système Kanban ne constituent que des mesures d'applications et le point primordial est l'amélioration radicale du système de production.
- La définition du nombre de Kanban est un facteur déterminant pour la régularité des flux et pour la réduction des stocks ; d'autre part le Kanban constitue un moyen de commande visuel qui permet d'effectuer ces fonctions avec précision.
- Le Kanban permet la simplification du travail administratif ; d'autre part, en instaurant l'autorégulation de l'atelier de production avec une grande flexibilité; les instructions n'étant données qu'au montage final, les informations sont transmises avec efficacité et rapidité. Ce sont là des avantages considérables.
- Il faut savoir qu'en principe le système Kanban ne s'applique que dans les usines qui ont une production répétitive. Toutefois, si cette production répétitive est irrégulière dans le temps et en quantité, il n'est pas certain qu'il fournisse de bons résultats.

Le système Kanban n'est pas applicable à la production de pièces uniques dans laquelle les commandes sont peu fréquentes ou imprévisibles. Par contre, il convient bien aux types de production dans lesquels les pièces suivent des processus identiques.

Si l'on adopte le système du Kanban seulement en tant que tel, on peut l'adopter du jour au lendemain. Cependant, il faut absolument savoir que se contenter de limiter ou de réduire le nombre de Kanban sans apporter d'améliorations radicales au système de production lui-même entraînera des retards de livraison et de l'attente entre opérations et donc des pertes importantes.