

*L'approche japonaise  
de la gestion de production et méthode Kanban*

**UNE NOUVELLE CONCEPTION  
DE LA GESTION DE LA PRODUCTION**

par A. MERMET

*Responsable de la Division Méthodes de Production, CITROËN*

ORGANISATION AMERICAINE ET JAPONAISE DE LA PRODUCTION

Le système américain de production automobile qui a prévalu jusqu'à ces dernières années, avait été conçu principalement pour des grandes entreprises produisant en grandes séries en période de croissance. Il était fondé sur les principes suivants : la croissance en volume et les économies d'échelle, donc la possibilité de concentration et de longues séries, la standardisation (modèles peu différenciés), la réduction des temps avec des machines rapides, le taylorisme c'est à dire le fractionnement et la hiérarchisation des tâches.

Cette organisation n'est plus assez performante, dans la mesure où les marchés et les clients ont évolué, et que le volume de production stagne. Le marché actuel est un marché de renouvellement ; les clients veulent choisir ; les unités de production doivent être de taille plus faible, le taylorisme ne convient plus ; les longues séries conduisent à produire du stock.

Ce sont les raisons pour lesquelles Toyota a imaginé un autre système. Il est fondé sur les attentes de la clientèle ; à savoir :

- . La clientèle veut un produit de qualité, livré rapidement,
- . Elle veut pouvoir choisir parmi des modèles différents,
- . Le tout pour un prix modéré.

Comment organiser le système de production en réponse à ces attentes : 3 objectifs

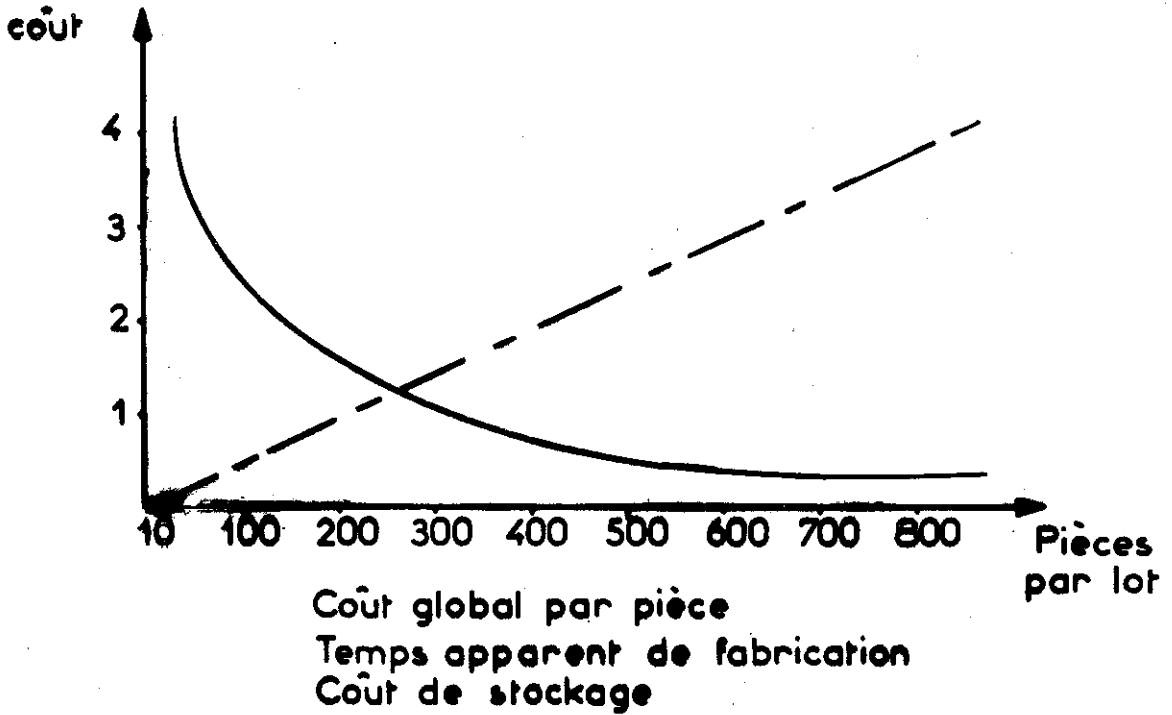
- 1) production diversifiée - fin des longues séries
- 2) délai court
- 3) réduction des coûts avec comme constante produire sans défauts - ou qualité.

Ce dernier aspect "la qualité" est partout, il est inhérent au système.

Quand on étudie à fond le système japonais, on se rend compte que c'est essentiellement une affaire de méthodes à transposer en Europe.

QUANTITE ECONOMIQUE

A PRODUIRE ?



Temps changement campagne	Temps fabrication par pièce	Temps apparent de fabrication			
		x pièces	10 pièces	100 pièces	1000 pièces
4 H	1'	$1' + \frac{4 \times 60}{x}$	25'	3,4'	1,26'
10'	1'	$1' + \frac{10}{x}$	2'	1,1'	1,01'
3'	1'	$1' + \frac{3}{x}$	1,3'	1,03'	1,003'

Fig. 1

#### 4) Chasser les vis

Bien souvent, les fixations directes avec des vis traditionnels, boulons et écrous, pourraient être remplacés par des systèmes de fixations plus rapides.

C'est également une transformation très peu coûteuse.

#### 5) Transformer les opérations internes en externes

Se poser la question : certaines opérations classées internes (c'est à dire machinés arrêtées) ne pourraient-elles être transformés en opérations externes (pendant que les machines sont en fonctionnement).

#### 6) Utiliser des montages intermédiaires

Préparer les outillages à l'extérieur : les porte-outils que l'on monte directement sur les machines.

#### 7) Supprimer les réglages

Toutes les machines ont des capacités de réglage infinies, qui ne sont pas utiles. Pour éviter les tatonnements par approche successive, préparer les cales par avance.

Ces trois derniers points permettent de faire faire les changements d'outils par le personnel opérateur qui est sur machine.

#### 8) Mettre des serrages automatiques

Ainsi avec l'organisation du travail, avec quelques petites modifications technologiques, on arrive à diviser les temps de changement par cinq ou six sans frais et dans de brefs délais, le personnel y adhère très facilement.

### 1.2 La programmation

Dans les unités de production, il y a souvent conflit entre les commerciaux et la production. Les commerciaux sont persuadés que la production ne respecte jamais les délais, et la production est persuadée que les commerciaux ne font pas de bonnes prévisions.

Il faut donc insister sur la relation fondamentale entre le délai de production et le délai de livraison (figure 2).

Hypothèse - délai de livraison = 10 jours  
délai de production = 20 jours

On entend par délai de production, la mise en oeuvre de la pièce la plus amont du processus jusqu'à ce qu'elle soit montée sur un produit fini.

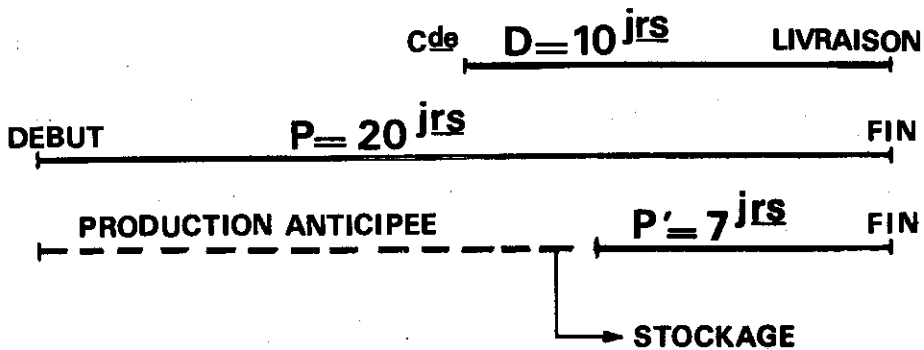
En général, c'est le cas dans l'automobile, le délai de production est bien supérieur au délai de livraison. L'habitude est alors d'anticiper par rapport aux programmes prévisionnels, aux commandes de la clientèle en mettant des productions en route a priori ; ce mode conduit à des stockages intermédiaires avant de lancer la production définitive. Les pièces stockées ainsi ne correspondent jamais exactement à ce qui est commandé de façon ferme. Il y a donc des pièces en trop à stocker et des pièces manquantes qui n'avaient pas été prévues. Un tel système conduit inévitablement à des perturbations. Pour régler ces problèmes de programmation, il apparaît

## **PROGRAMMATION**

**D** = DELAI DE LIVRAISON

**P** = DELAI DE PRODUCTION

LA RELATION D-P EST FONDAMENTALE



SI Δ PREVISIONS ET COMMANDES =  
PIECES INUTILES + PIECES MANQUANTES

SOLUTION :

$$\boxed{P < D}$$

Fig. 2

fondamental de raccourcir le délai de production. Lorsque le délai de production sera inférieur au délai de livraison, bon nombre des problèmes de programmation seront réglés.

Chez Toyota, par exemple, le délai de livraison est de 6 jours. En effet, ils produisent une voiture en 3 jours, depuis la mise en oeuvre de la pièce la plus en amont du processus, c'est à dire couler la culasse du moteur.

1.3 Le système de la Production Segmentée (S.P.S) (Figures 3-4)

L'idée est la suivante : par exemple, si l'on a trois produits (A.B.C.) à fabriquer ; dans le cadre d'une organisation à l'américaine (figure 3), on aura tendance à lancer sur une période donnée, tous les produits A, puis tous les produits B et ensuite tous les produits C.

Une autre façon d'approcher le problème est de segmenter, c'est à dire dans une première étape, par exemple faire pendant 3 jours des pièces A, puis 3 jours des pièces B et 3 jours des pièces C.

L'équilibrage se fait sur 10 jours. Pour aller plus loin, on peut 1 jour faire des pièces A, 1 jour des B, 1 jour des C. La production s'équilibre sur 3 jours. L'idéal est de faire 3 heures de chaque pièce afin d'équilibrer les productions sur une journée. La segmentation de la production telle qu'elle est pratiquée au Japon, conduit à produire en une seule journée toutes les pièces qui seront montées 2 ou 3 jours après.

La segmentation de la production associée au raccourcissement du délai, sont les seuls moyens de niveler les charges. L'exemple chiffré présenté sur la figure 4, en donne une preuve.

SPS		HYPOTHESE :																																						
		Marché : 600/mois . Capacité au montage : 100/jour . Machine limite basse : 50/jour .																																						
JOURS →		24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	OBSERVATIONS	
PRODUCTION TRADITIONN.	MARCHE A								100	100	100	100	100	100	100																									- Montage en 6 jours - 350 pièces en stock
	LANCEN B	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50																									
	STOCK C	50	100	150	200	250	300	350	300	250	200	150	100	0																										
PETITS LOIS EN CONTINU	MARCHE A							50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50																					- Faculté de réaliser un 2ème produit - Problèmes éventuels de qualité pendant le lendemain au montage - Stock 50 pièces - Moins de containers
	LANCEN B							50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50																					
	STOCK C							50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	0																				
SPS 1 <sup>ERE</sup> ETAP	MARCHE A							50	50	50	50								50	50	50								50	50	50								- Première étape de fractionnement - 600 exemplaires vendus par mois correspondant à une vente moyenne de 20 par jour	
	LANCEN B							50	50	50	50								50	50	50	50							50	50	50									
	STOCK C							50	50	50	50	0							50	50	50	50	0						50	50	50	0								
SPS EVOLUTIF	M A R C H E	a						20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	- Production mixte quotidienne : produits a + b + c + d + e		
		b						20											20										20											
		c						10	10											10	10								10	10									- Equilibrage des charges	
		d						20	20											20	20								20	20										
		e						10												10									10										- Réduction des stocks	
	L A N C E M E N T B	a						20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20			
		b						20												20									20											
		c						10	10											10	10								10	10										
		d						20	20											20	20								20	20										
		e						10												10									10											
STOCK C							50	50	50	0								50	50	50	0						50	50	50	0										

S - P - S.  
PRODUITS A, B et C.

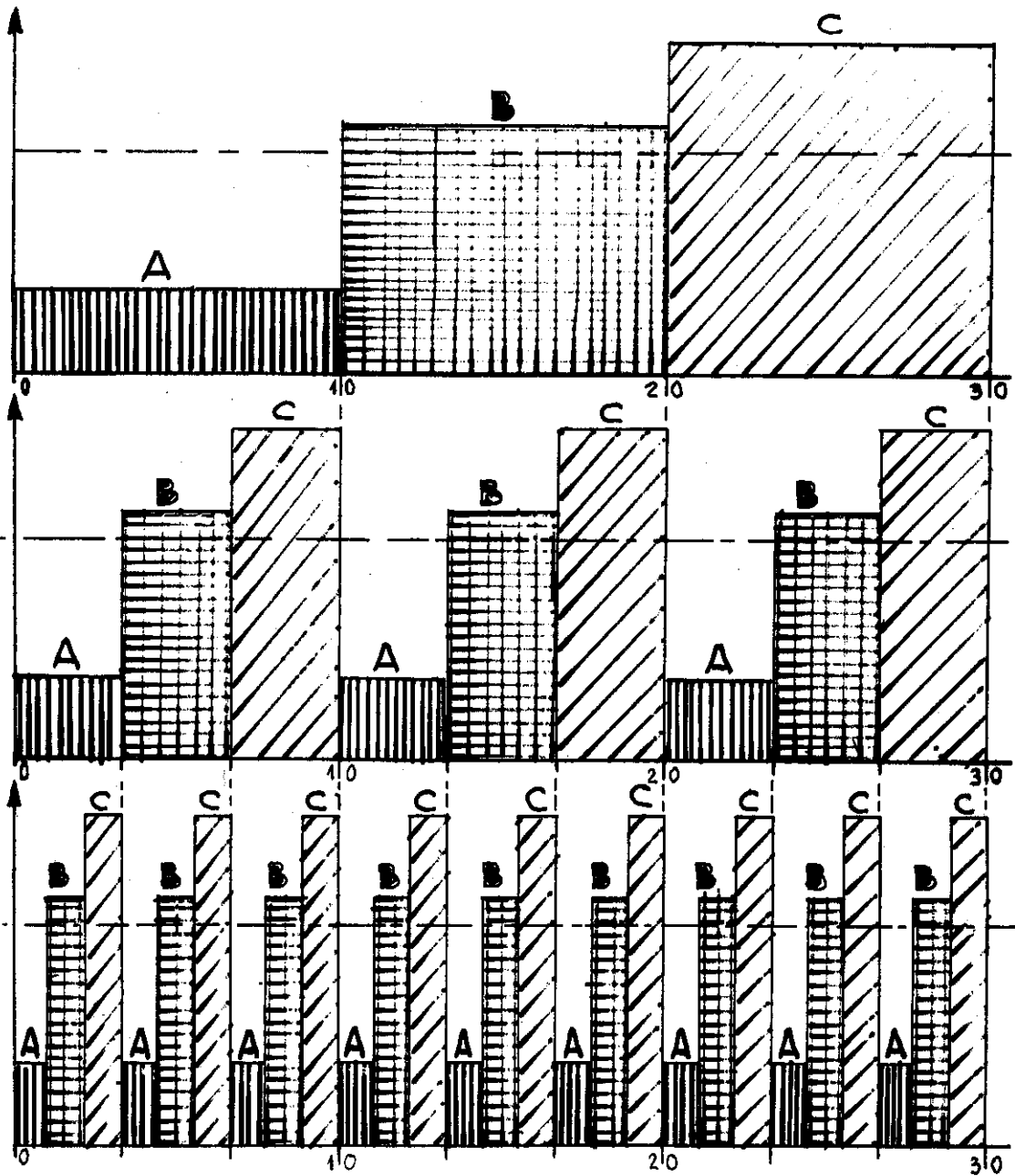


Fig. 3

#### 1.4 Le système KANBAN

KANBAN est un outil de gestion de production, plus précisément d'ordonnancement.

L'idée de base est : l'aval tire l'amont. KANBAN, c'est une carte visible de commande qui permet à un ouvrier donné d'aller commander des pièces à l'ouvrier qui le précède dans le processus.

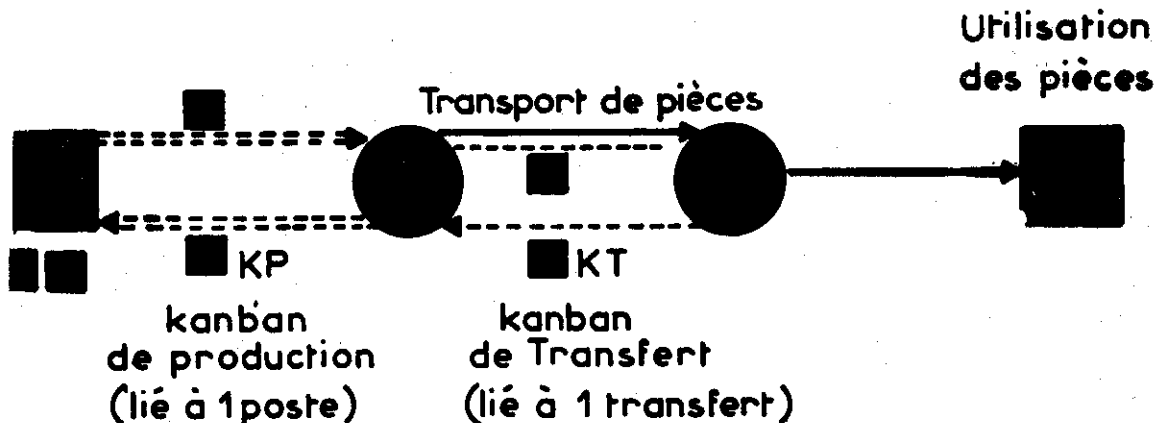
Il y a deux types de Kanban :

- . le Kanban de production : c'est une fiche d'identification et d'instructions concernant l'opération.

- . le Kanban de transfert : c'est une fiche d'identification et de transfert.

Il serait illusoire de vouloir mettre en oeuvre Kanban, c'est à dire l'aval tire l'amont, dans un système de Production qui a trop d'aléas.

Kanban c'est la bouteille de champagne qu'on lance, lorsque le bateau est terminé. Ce qui est essentiel, ce sont toutes les dispositions à mettre en oeuvre au préalable. Il faut en premier lieu traiter les problèmes de la fiabilité de l'appareil industriel : les moyens, la permanence des réglages, la qualité des pièces, l'arrivée des pièces au bon moment... C'est à dire éliminer tous les risques d'interruption du processus de fabrication.



1 kanban → 1 unité de transport → X pièces  
(casse-chariot)

## II. LE DELAI DE PRODUCTION - LA FLEXIBILITE

Généralement dans les systèmes de comptabilité analytique, on utilise la notion de temps. Les temps pris en compte traditionnellement sont :

- temps alloués : le bon de crédit remis à un ouvrier pour réaliser un certain produit, c'est le temps de la main d'oeuvre.
- temps de cycle : le temps technologique des moyens.

Ce ne sont pas ces temps que l'on peut réduire.

Il y a un troisième "temps" dont on ne parle jamais c'est le temps délai.

- temps délai : c'est le temps qui s'écoule entre le moment où, par exemple on achète une pièce brute ou un sous-ensemble, et celui où on le transforme en produit fini. Cette notion de temps délai représente de 20 à 500 fois les temps précédents, alloués et de cycle.

L'important est donc d'essayer de réduire ce temps-délai ou temps d'attente.

Les pièces attendent pour deux raisons :

- entre deux opérations. Des études faites au Japon, ont montré que les pièces étaient transformées pendant 20 % du temps et attendaient 80 %. C'est déjà un exploit, en France, le rapport est plutôt de 2 à 98. Cela provient en partie de l'implantation des ateliers, réalisée le plus souvent par techniques de transformation et non pas en fonction du processus.

- Taille du lot : cf. figure 5. Il s'agit de montrer qu'il n'est pas incohérent tout en vendant de grandes quantités, de produire par petites séries. Si Toyota produit une voiture en 3 jours, c'est parce qu'il a mis en oeuvre ce système qui vise à réduire les temps d'attente. Il a mis en oeuvre le travail pièce à pièce, le flux continu des pièces.

Les méthodes à mettre en oeuvre pour assurer le flux continu des pièces :

Ces méthodes nécessitent :

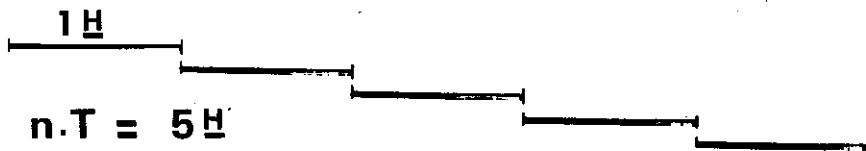
- le changement rapide d'outils (traité en début d'article)
- le nivellement de la charge, déjà évoqué avec la segmentation de la production,
- zéro défaut : les pièces doivent être bonnes,
- zéro panne : les moyens doivent être en état,
- les implantations doivent être en ligne avec le processus,
- préautomatisation,
- Kanban.

a) Le nivellement de la charge (figure 6) c'est en fait la synchronisation de la vitesse des moyens. Pour assurer un flux continu, il faut établir une relation directe entre la cadence de production d'un "moyen" et la vitesse d'écoulement du flux. L'idée fondamentale de la synchronisation des vitesses est de ne pas aligner la vitesse d'un moyen en fonction de ses capacités propres, mais en fonction de la vitesse d'écoulement du flux. Il est inutile d'avoir une machine qui travaille plus vite, ce qui va conduire à créer des stocks d'une pièce. L'idée est de faire travailler la machine en permanence, il faut donc aligner sa vitesse sur celle de la circulation du flux.



## ATTENTE POUR LA TAILLE DU LOT.

EXEMPLE : 5 Opérations



1) LOT = 1000 PIECES

$$t = \text{TPS D'USINAGE 1 PIECE} = 3''6$$

$$n = \text{Nb D'OPERATIONS} = 5$$

$$T = \text{TPS POUR 1 OPERATION : } 1000 \times 3''6 = 1\text{H}$$

$$\text{DELAI (Derniere piece) : } nT = \boxed{5\text{H}}$$

2) LOT DE 100 PIECES

$$T = 100 \times 3''6 = 6'$$

$$\text{DELAI (Derniere piece) : } nT = 5 \times 6' = \boxed{30'}$$

3) LOT DE 100 PIECES +  
CIRCULATION PIECE A PIECE

$$\text{DELAI (Derniere piece) : } T + nt$$

$$= \boxed{6'15''}$$

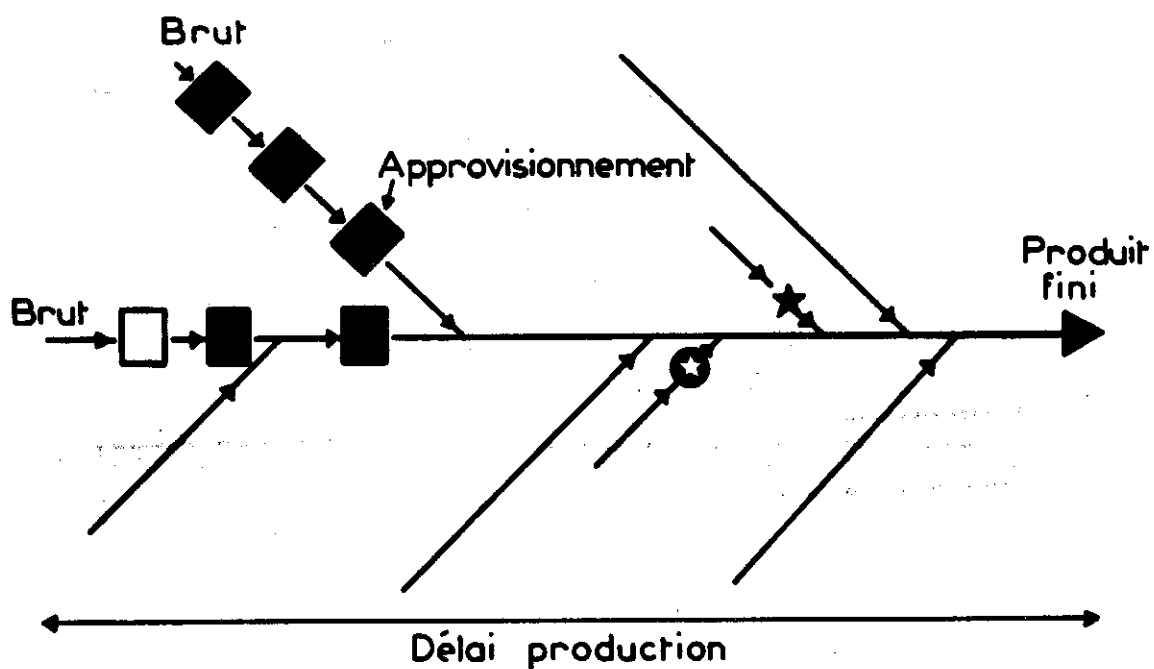
4) REDUCTION DU DELAI  $y$

$$\text{EN COMBINANT } x \text{ et } y = \frac{1}{50} \times \frac{1}{5} = \boxed{\frac{1}{250}}$$

$$= \frac{1}{50}$$

Fig. 5

SYNCHRONISATION de la VITESSE  
des MOYENS



Exemples de délai de production

- machines à laver = 2 h30  
(MATSUSHITA)

- TOYOTA = 4 équipes

Fig. 6

b) Zéro défaut.

Il faut insérer des contrôles dans le processus : mettre sur les machines tous les systèmes de contrôle possibles soit directement sur la pièce, soit sur le processus, cela dépend des techniques. Pour les activités de montage manuelles, il s'agit de mettre en place des détrompeurs qui font qu'un ouvrier ne peut pas mettre une pièce à la place d'une autre, et qui contrôlent que l'on n'a pas oublié de mettre une pièce etc. Ces systèmes sont généralement suggérés par les ouvriers.

Des gammes confortables : toutes les gammes de production un peu acrobatiques, avec des tolérances trop serrées sur les pièces doivent être bannies.

Intérêt du travail pièce à pièce : dans l'organisation traditionnelle, notamment quand les ateliers sont implantés par technique, on passe son temps à compter les pièces.

Le système pièce à pièce a deux avantages :

- l'ouvrier est protégé par les stocks amont et aval dans le travail organisé par technique. Si l'on fait fonctionner un système pièce à pièce, l'ouvrier est mis dans l'obligation de traiter les problèmes de qualité immédiatement (aspect ou dimensionnel).
- les pièces mauvaises : le système traditionnel, conduit à trier d'énormes quantités de pièces stockées pour détecter les pièces mauvaises. Par contre avec le travail pièce à pièce, il n'y aura que deux ou trois pièces dans le circuit, à contrôler.

On ne passe pas directement de la situation traditionnelle au système pièce à pièce, ce serait illusoire. On peut conserver des stocks mais il faut les mettre en parallèle dans le flux, mais pas en série.

c) Zéro panne :

Il peut y avoir des problèmes techniques pour faire fonctionner les machines, mais c'est avant tout une question d'état d'esprit. En effet dans l'automobile, plus on s'approche de la sortie, moins il y a de pannes. La chaîne de finition s'arrête moins souvent que celles d'amont.

La maîtrise de la fiabilité des moyens n'est pas une difficulté insurmontable, quelques principes sont à respecter pour limiter les pannes :

- une vitesse modérée des moyens - alignée sur le flux - est un facteur favorable.
- une méthode de maintenance appropriée - entretien préventif et non pas curatif.
- systèmes de détection d'anomalies.

Revenons sur les problèmes d'entretien, quand le parc de matériels est important par exemple SNCF, Air France, on peut faire des statistiques et mettre en place des systèmes élaborés de maintenance préventive, calculé sur des bases scientifiques d'usure.

Malheureusement dans l'industrie, le parc de machines est hétérogène. Pas d'échantillon suffisant. Il faut faire des analyses historiques de comportement des machines, à partir de 2 sources d'informations :

- Pendant le fonctionnement, tous les systèmes de contrôle (cartes de contrôle) de l'état de santé des machines.
- Inspections techniques faites avec des mesures.

En combinant les informations provenant du contrôle des moyens en fonctionnement et celles issues des inspections techniques, on peut traiter une partie des anomalies avant d'en arriver à l'entretien programmé.

cf. organigramme de la méthode Citroen (figure 7.)

#### d) Les implantations

Les implantations doivent être faites le plus possible en fonction du processus. C'est un facteur de progrès.

#### e) La préautomatisation

Elle est réalisée en rendant réellement autonome les machines automatiques, par les contrôles, les détections d'anomalies. Il ne faut plus personne pour les surveiller, uniquement des inspections périodiques programmées - que la machine s'arrête seule s'il y a un problème. La préautomatisation est le stade préliminaire vers une automatisation complète. Automatiser cela signifie : détecter et corriger les défauts automatiquement. Préautomatiser, c'est signaler les défauts et faire arrêter la machine, soit parce qu'elle est en difficulté, soit parce qu'elle fait des pièces mauvaises.

Enfin, dernier système la méthode Kanban. Mais Kanban n'est pas indispensable.

### III. LA REDUCTION DES COUTS

Reprenons la distinction du professeur Shingo entre processus et opérations. On considère souvent une opération comme un élément au milieu d'un ensemble plus large. On peut raisonner différemment en considérant que le processus est la succession des transformations qui se font sur l'objet de la production ; les opérations étant les hommes et les machines qui interviennent à chacun des stades pour réaliser la transformation.

#### Le Processus

En comptabilité, la valeur ajoutée est la somme des dépenses engagées par l'entreprise pour réaliser, à partir de matières brutes ou de sous-ensembles achetés, un produit vendable. Lorsque l'on raisonne en terme de productivité, la valeur ajoutée est considérée comme la somme des transformations perceptibles par le client.

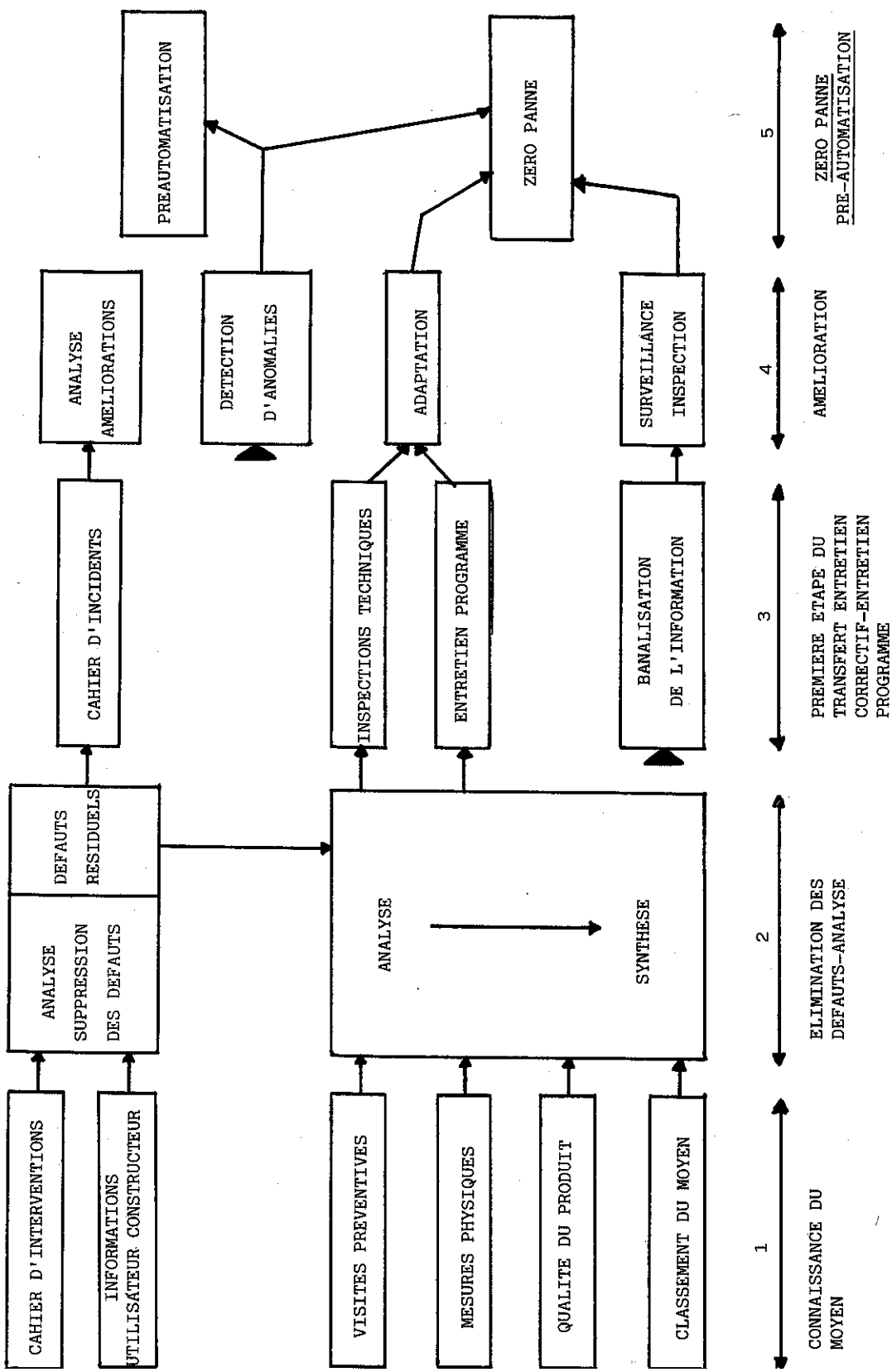


Fig. 7. — Méthode Citroën.

Les dépenses sont de deux ordres :

- les coûts qui font apparaître de la valeur ajoutée.
- les coûts qui ne modifient pas le produit.

Les Japonais ont parfaitement compris que tous les coûts qui ne font pas apparaître de valeur ajoutée, étaient les seuls sur lesquels il fallait agir, à savoir : les opérations de contrôle, de retouche, de rebus, de stockage, de manutention, de transport, de conditionnement, d'attente, d'entretien, de réglage des machines. L'écart de productivité avec les Japonais porte pour l'essentiel sur ces opérations. En effet si l'on découpe le processus en phases de fabrication, contrôle, manutention, stockage ; la phase stricte de fabrication est tout à fait comparable dans nos usines à celle des Japonais. Par contre dans toutes les autres phases, nos performances sont très médiocres. Par exemple, prenons une boîte de vitesses, si on comptabilise les phases de transformation dues aux machines, la matière, tout ce qui sera perçu par le client, ainsi que la main d'oeuvre directe, le total représente 50 % du prix de revient de la boîte de vitesse. Le reste concerne toutes les autres opérations.

- Comment améliorer la productivité des opérations :

. les contrôles. Il ne s'agit pas de supprimer les contrôles mais d'essayer de produire "bon" du premier coup grâce aux dispositifs évoqués ci-dessus.

. manutention. Les implantations par technique obligent à des manutentions multiples. Traiter les problèmes d'implantation et d'environnement des postes de travail.

. stockage. On peut mesurer les effets négatifs des stockages d'encours lorsqu'ils sont insérés dans les flux. C'est une question de ratio économique, de rentabilité des capitaux propres. Par exemple, Toyota, aujourd'hui a un ratio bénéfice sur chiffre d'affaires inférieur à celui de Nissan (plus automatisé) mais le taux de rotation des capitaux de Toyota est de 80, ils n'ont pas plus de trois jours de stocks.

### Les Opérations

On ne mesure pas la productivité au nombre de robots installés dans une usine. L'essentiel est de donner de la valeur au produit, en supprimant les gestes inutiles. Il faut rationaliser avant d'automatiser - donc sortir du Taylorisme et rendre les gens plus polyvalents.

En résumé, le tableau suivant présente les méthodes à mettre en oeuvre.

### La mise en oeuvre de ces méthodes chez Citroën.

Aspects techniques : Citroën a élaboré un calendrier type de mise en route des méthodes, inspiré de Toyota. L'ordre de réalisation est le suivant :

- Traiter les problèmes de fiabilité. On prend en considération non pas des ateliers, mais des modules (moyens et personnels qui participent à la réalisation d'une pièce). On forme le personnel aux techniques évoquées ci-dessus et on commence par travailler à la réduction des pannes, la réduction des défauts et au changement rapide d'outils. Le plus difficile est d'éviter les arrêts. Dans certaines usines, les problèmes de fiabilité ont été traités de cette façon, pour d'autres la mise en oeuvre n'a pas commencé. La province est plus avancée.

- Amélioration. Entretien programmé, mise en place des détrompeurs, amélioration des implantations, mise en oeuvre de mécanisations pour supprimer des manutentions, calcul de stocks tampons mini dans le flux (en parallèle pas en série), réduction de la taille des lots, segmentation de la production, mise en place de détecteurs d'anomalies.

Ce qui n'a encore été réalisé dans aucune des usines Citroën, c'est la synchronisation des vitesses. Citroën est persuadé que toutes ces étapes doivent être réalisées partout avant de mettre Kanban. Pour toutes ces raisons, Kanban ne doit pas être considéré comme une méthode générale. Ce n'est qu'un aspect d'un ensemble.

#### Aspect humain

- . Un plan d'information et de formation assez complet a été mis au point.
- . Les tâches sont enrichies en transférant certaines tâches d'environnement au personnel de fabrication.
- . Nouvelle structure hiérarchique dans laquelle des échelons ont été supprimés. Entre l'ingénieur chef de secteur et l'ouvrier, il reste deux échelons intermédiaires de maîtrise.
- . Le travail en groupe est encouragé.

Si l'enrichissement des tâches donne de l'autonomie, la réduction des crans hiérarchiques, est favorable à la délégation. C'est une structure assise sur la compétence.

. Accélération de la communication rendue aisée par la réduction de la hiérarchie.

. Autonomie du personnel.

Au Japon, sur les moyens de transformation ainsi que sur les pièces à faire, il y a des photos, des dessins. L'information est réalisée pour que le personnel puisse s'exprimer spontanément : l'effort essentiel est l'autonomie d'expression du personnel visant à régler rapidement les problèmes.

Le jour où l'on verra en France comme au Japon, les chefs d'équipe faire des dessins pour leurs ouvriers, des progrès significatifs auront été accomplis.