

Semaine ATHENS



Systèmes de Production et Logistique

Juste à Temps

Novembre 2016

E. BALLOT

Sommaire

- Le Juste-à-Temps
 - Origine
 - Définition et principes
- Les outils associés au J-à-T
 - Muda, Kanban, SMED, TPM et Qualité Totale
- Le paradigme industriel du J-à-T
 - Kaizen
 - Lean production

Origine du Juste-à-Temps

- Un constat : réduire les stocks et les temps de cycle sont des facteurs de productivité connus depuis H. Ford (1920)
- Une nouvelle stratégie industrielle développée par : Toyota
- Deux Ingénieurs
 - T. Ohno
 - S. Shingo
- Une diffusion mondiale depuis 1980-1990

Pourquoi s' intéresser au J-à-T ?

Source programme MIT - IMVP 1989	Usines japonaises	Usines américaines	Usines européennes
Productivité (heures/véhicule)	16,8	25,1	36,2
Qualité (Défauts / 100 véhicules)	60	82,3	97,0
Superficie / véhicule & an	5,7	7,8	7,8
Superficie pour les retouches (en % de la surface)	4,1	12,9	14,4
Stocks (en jours pour un échantillon de 8 pièces)	0,2	2,9	2,0
% des effectifs travaillant en équipe autonome	69,3	17,3	0,6
Suggestions / employé & an	61,6	0,4	0,4
Nombre de classification	11,9	67,1	14,8
Formation (heure)	380	46,4	173,3
Absentéisme	5	11,7	12,1
% automatisation en soudure	86,2	76,2	76,6
% automatisation en assemblage	1,7	1,2	3,1
Womack, J.P., D. Roos, and D. Jones, <i>The machine that changed the world</i> . 1995, Cambridge, MA: Scribner Book Company			

Le Juste-à-Temps

Produire et livrer à
chaque client le bon
produit au bon moment
(au coût minimum).

Eviter les gaspillages: Mudas

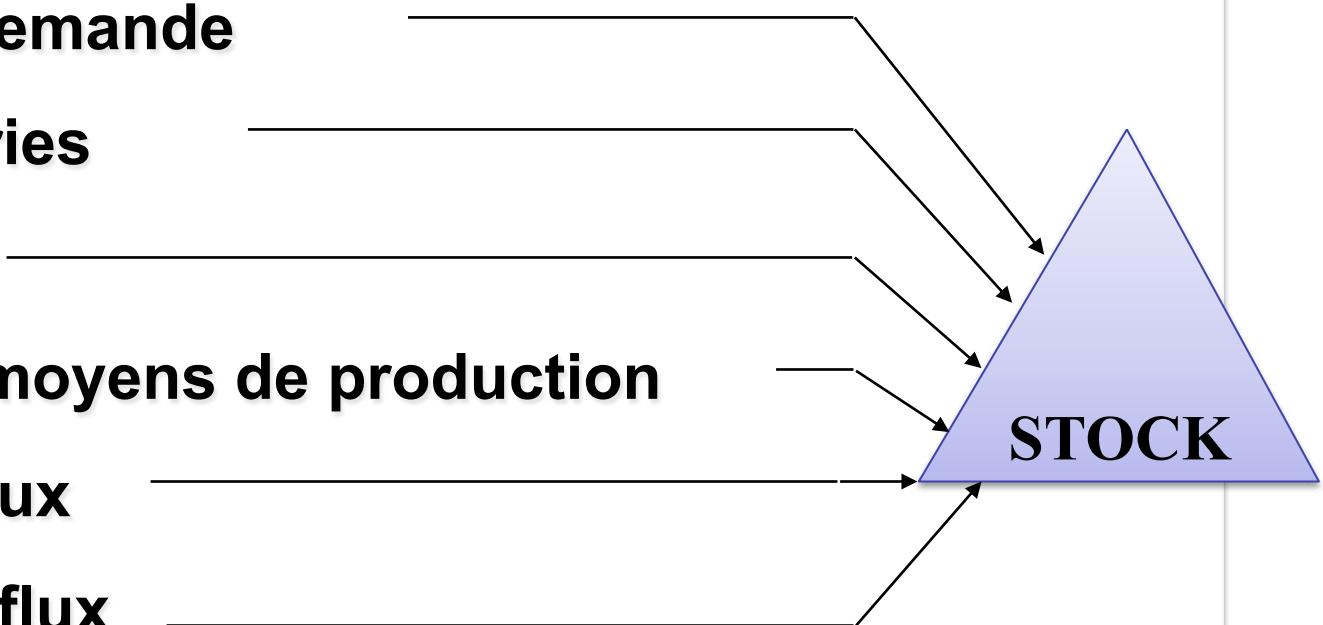
- Attente
- Transport
- Processus excessif
- Stock
- Mouvement
- Non qualité
- Sur production

Le Juste-à-Temps

Produire et livrer à
chaque client le bon
produit au bon moment
(au coût minimum).

Ce qui rend le J-à-T difficile

- **Aléas de la demande**
- **Taille des séries**
- **Défauts**
- **Pannes des moyens de production**
- **Rupture de flux**
- **Pilotage des flux**



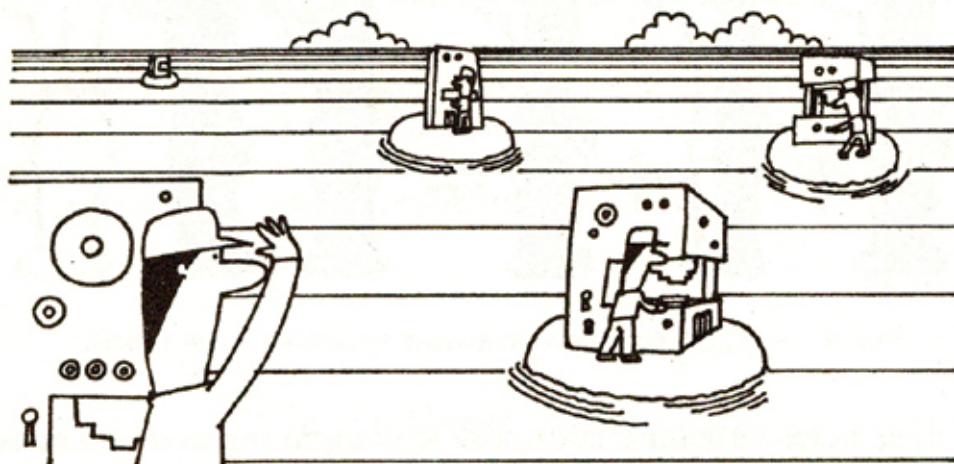
Stocks = manifestation des dysfonctionnements

Les outils du J-à-T

- Aléas de la demande
 - Taille des séries
 - Défauts qualité
 - Pannes
 - Rupture de flux
 - Pilotage des flux
-
- SMED
 - TQM
 - TPM
 - Mise en ligne
 - Kanban

La production traditionnelle

- Objectif : débit maximal
- Organisation : atelier technologique
- Variable d'ajustement : délai

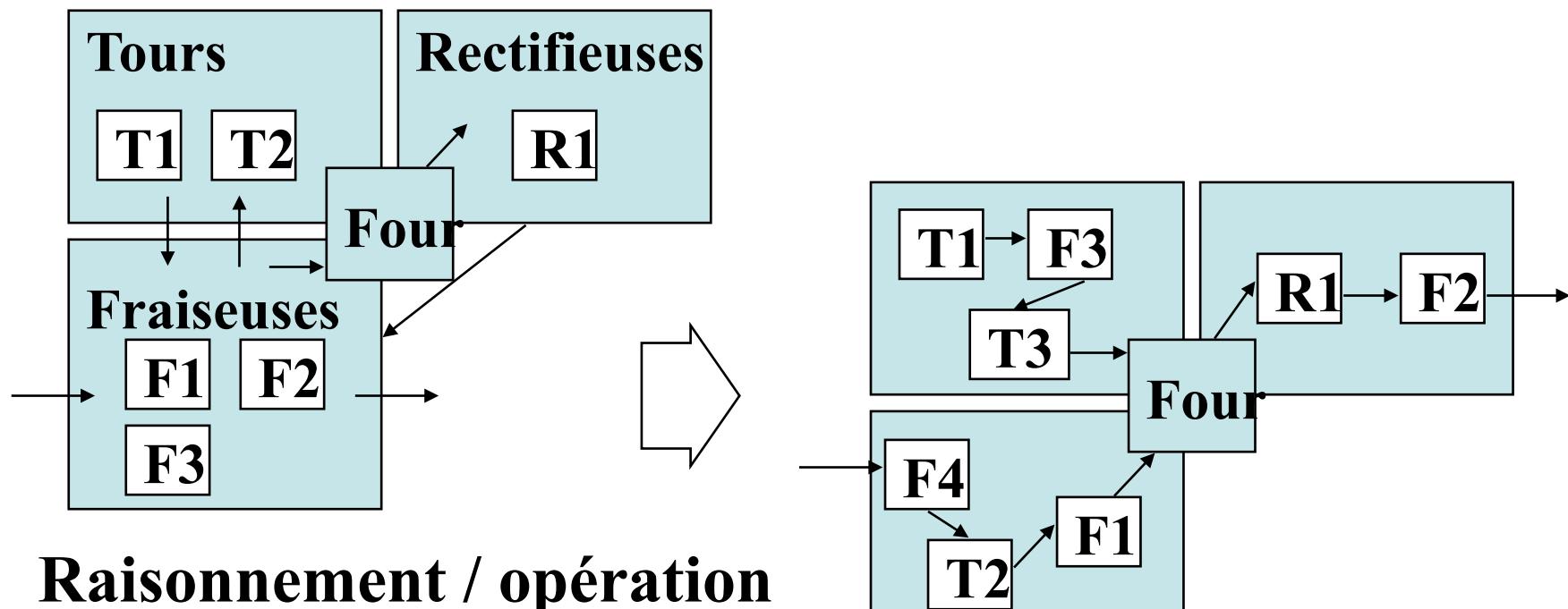


La production traditionnelle



Simplification des flux : vision processus

- Objectif : réduction du temps de production



Développement d' une vision processus

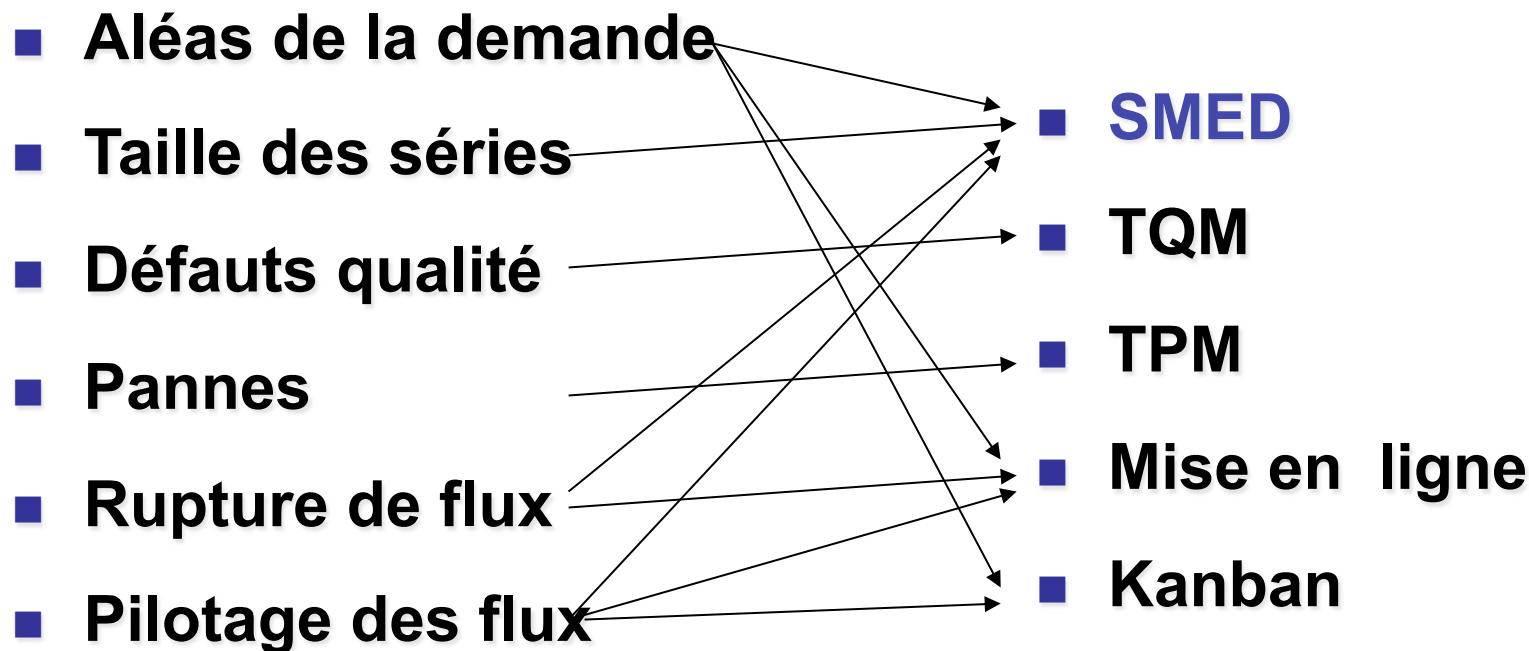
La mise en ligne



La mise ligne



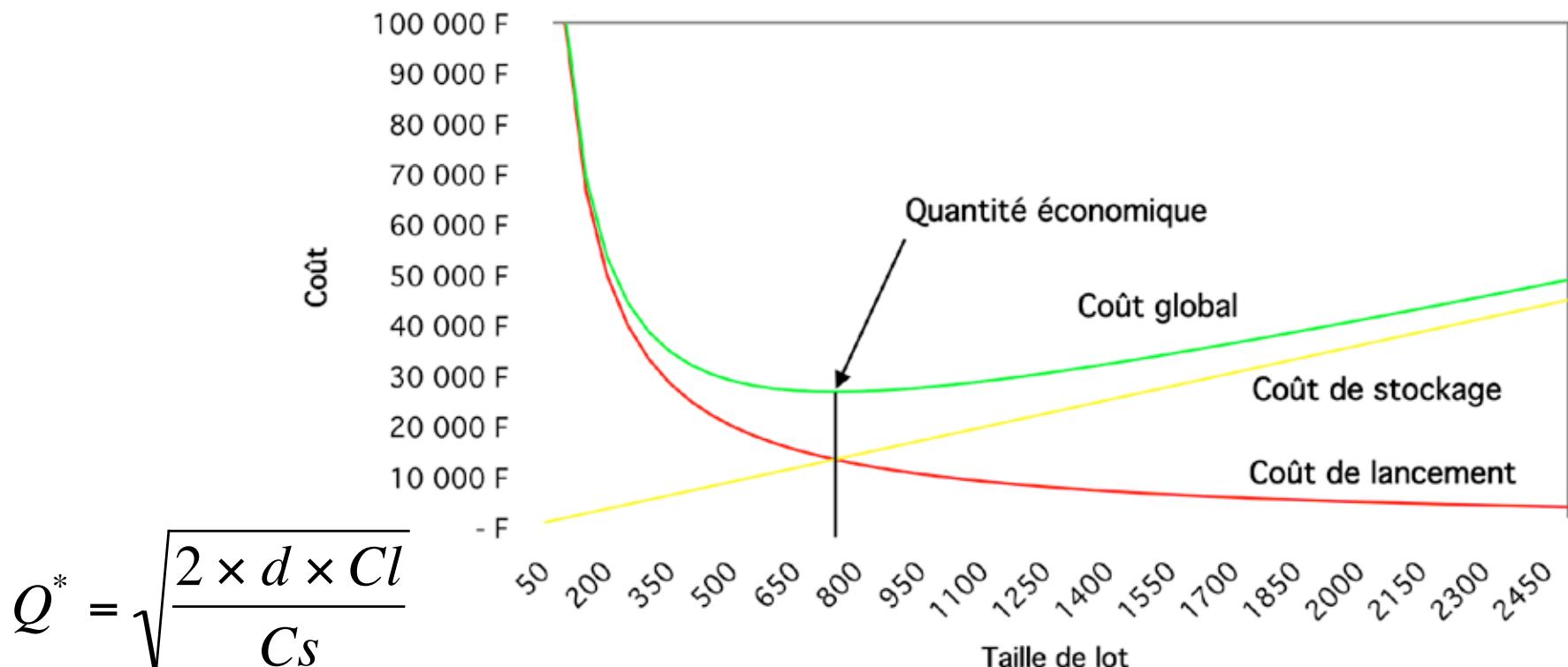
Les outils du J-à-T



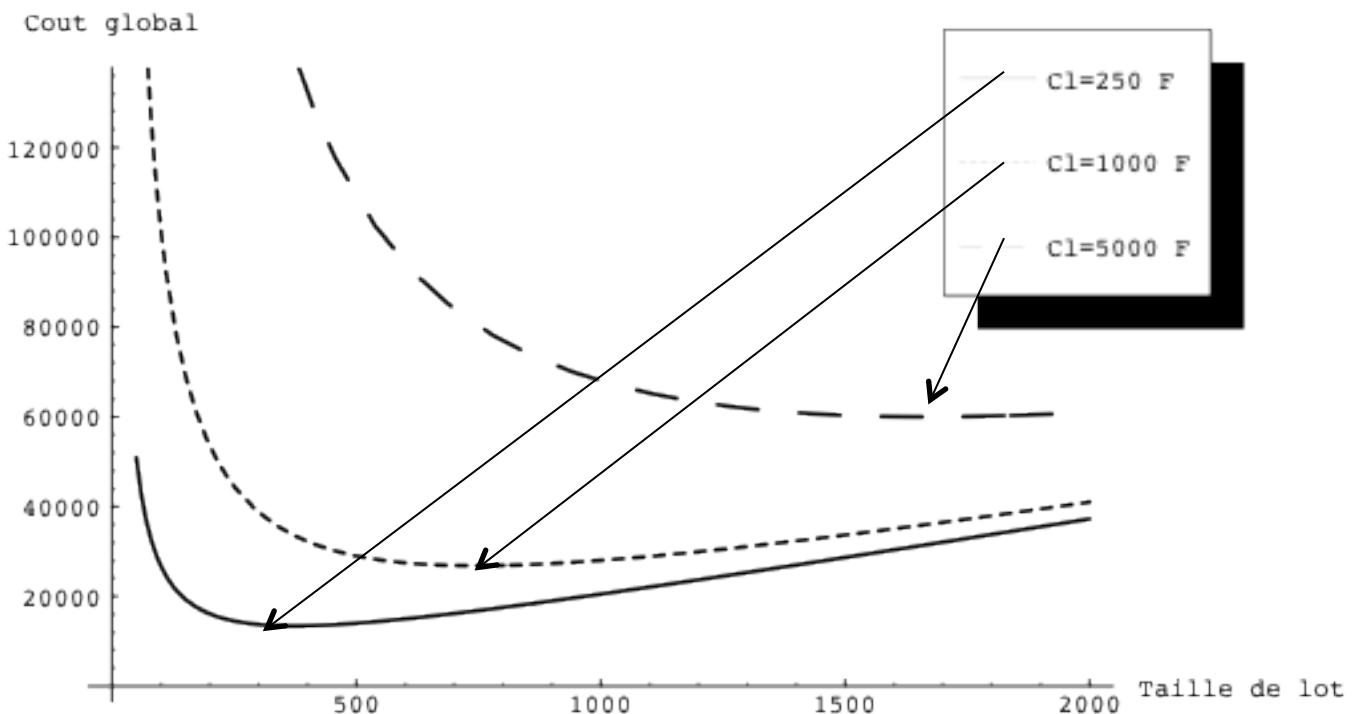
La vision classique de la taille de lot

- Formule de Wilson : optimisation $C_{lancement}/C_{stockage}$

Evaluation de la quantité économique



Intérêt du changement rapide d'outil



S ingle
M inute
E xchange of
D ie

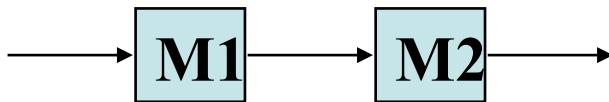
Remise en cause des contraintes de changement de fabrication

Changement d'outil de quoi parle t-on?



Exemple de l'influence des rafales

- Famille de produits fabriqués en deux étapes
 - Tps chgt = 1h ou 1'
 - Tps opération = 3.6"
- Délais de production (par lot)
 - 1000 pièces => $2.(1h + 1000 \cdot 3,6'') = 4h$
 - 25 pièces => $2.(1' + 25 \cdot 3,6'') = 5'$
- Réactivité
 - 4 références par jour
 - 192 références par jour
- Production journalière : 4000 => 4800!



Démarche de réduction des temps de changement d'outil

1. Prise de conscience
2. Démarche SMED
 - Observation des opérations
 - Séparation des réglages internes et externes
 - Préparation du changement d'outil
 - Externaliser les réglages internes (80%)
 - Banc de réglage
 - Dédoublement d'organes
 - Rationaliser les réglages et les fixations
 - Synchronisation des tâches
 - Positionnement direct (suppression des ajustements)
 - Serrages rapides
3. Reconception des machines

Presses d'emboutissage : 7h30 > 6'

Résultats concernant le temps de changement d'outil

1. Travaux de terrain (film)

2. Nouvelles machines



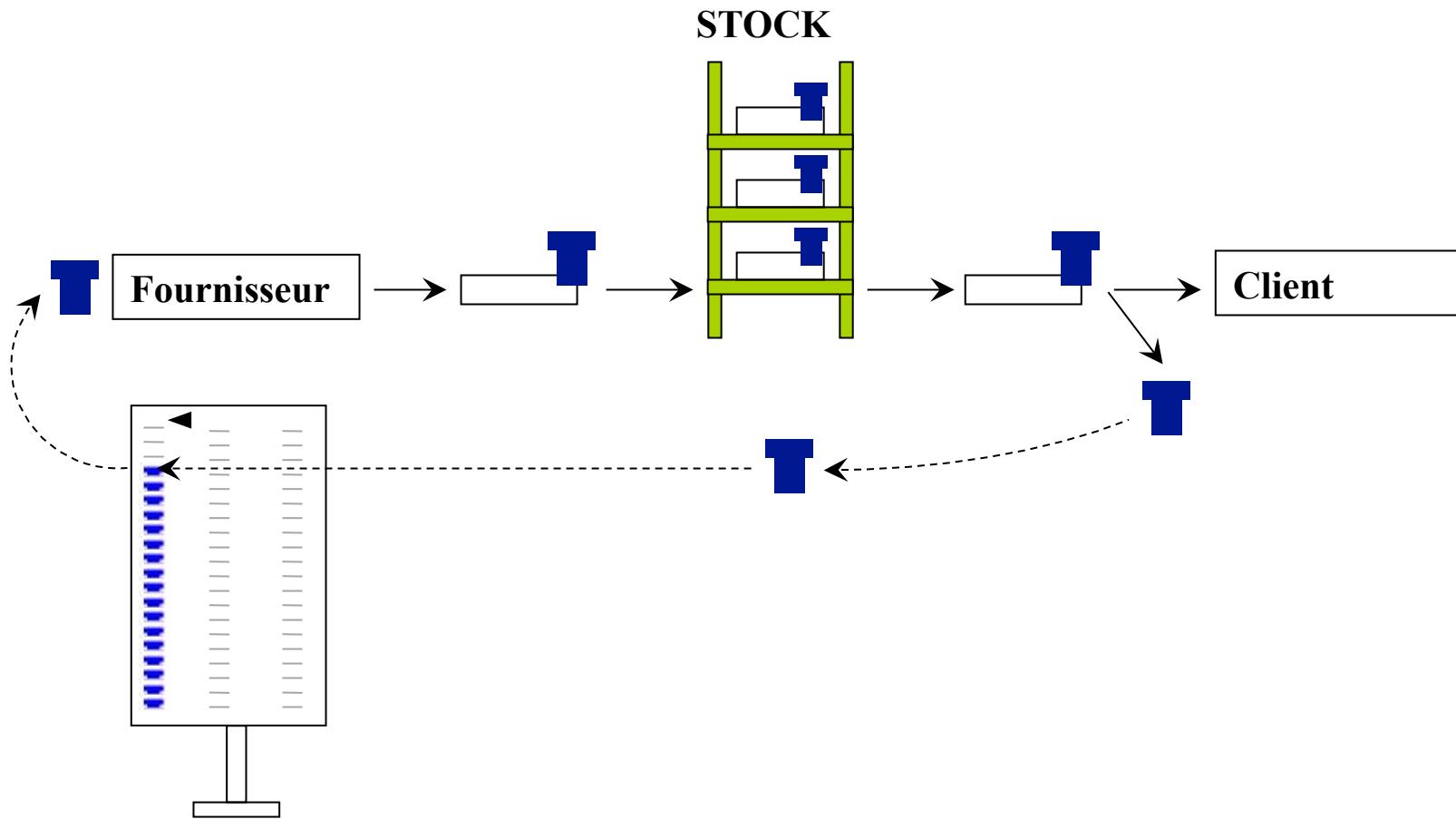
Les outils du J-à-T

- Aléas de la demande
 - Taille des séries
 - Défauts qualité
 - Pannes
 - Rupture de flux
 - Pilotage des flux
-
- The diagram illustrates the relationship between production challenges and countermeasures. Six challenges are listed on the left, each with one or more arrows pointing to a corresponding tool on the right. The challenges and their associated tools are:
- Aléas de la demande → SMED
 - Taille des séries → SMED, TQM
 - Défauts qualité → TQM, TPM
 - Pannes → TPM
 - Rupture de flux → Mise en ligne, Kanban
 - Pilotage des flux → Kanban

Le pilotage des flux par Kanban

- Principe : le client déclenche la production logique de flux tirés
- Renouvellement de la consommation du client (remise à niveau des stocks)
- Mise en œuvre par des étiquettes ⇔ ordres de fabrication

Principe



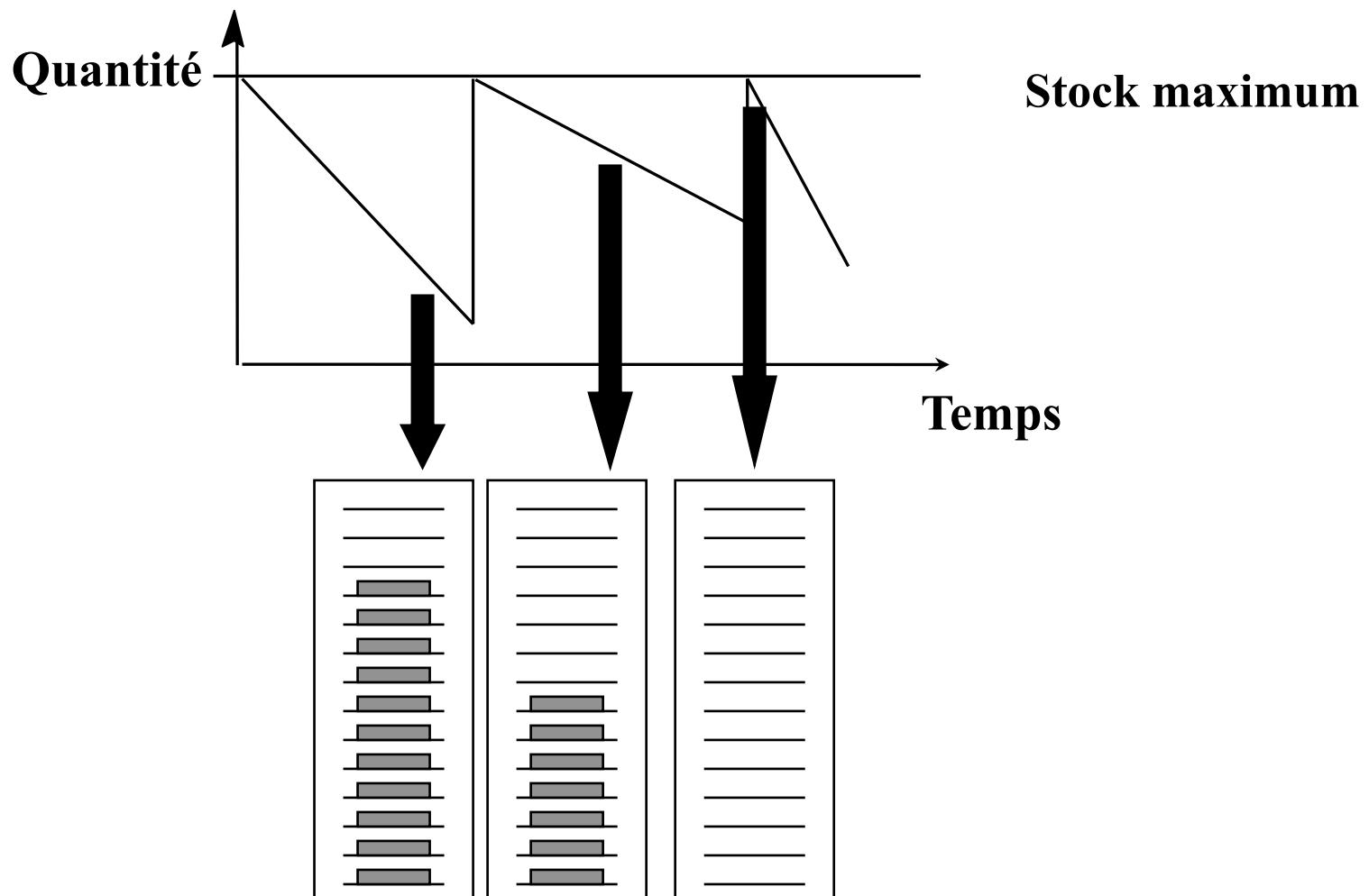
Exemple d' étiquette



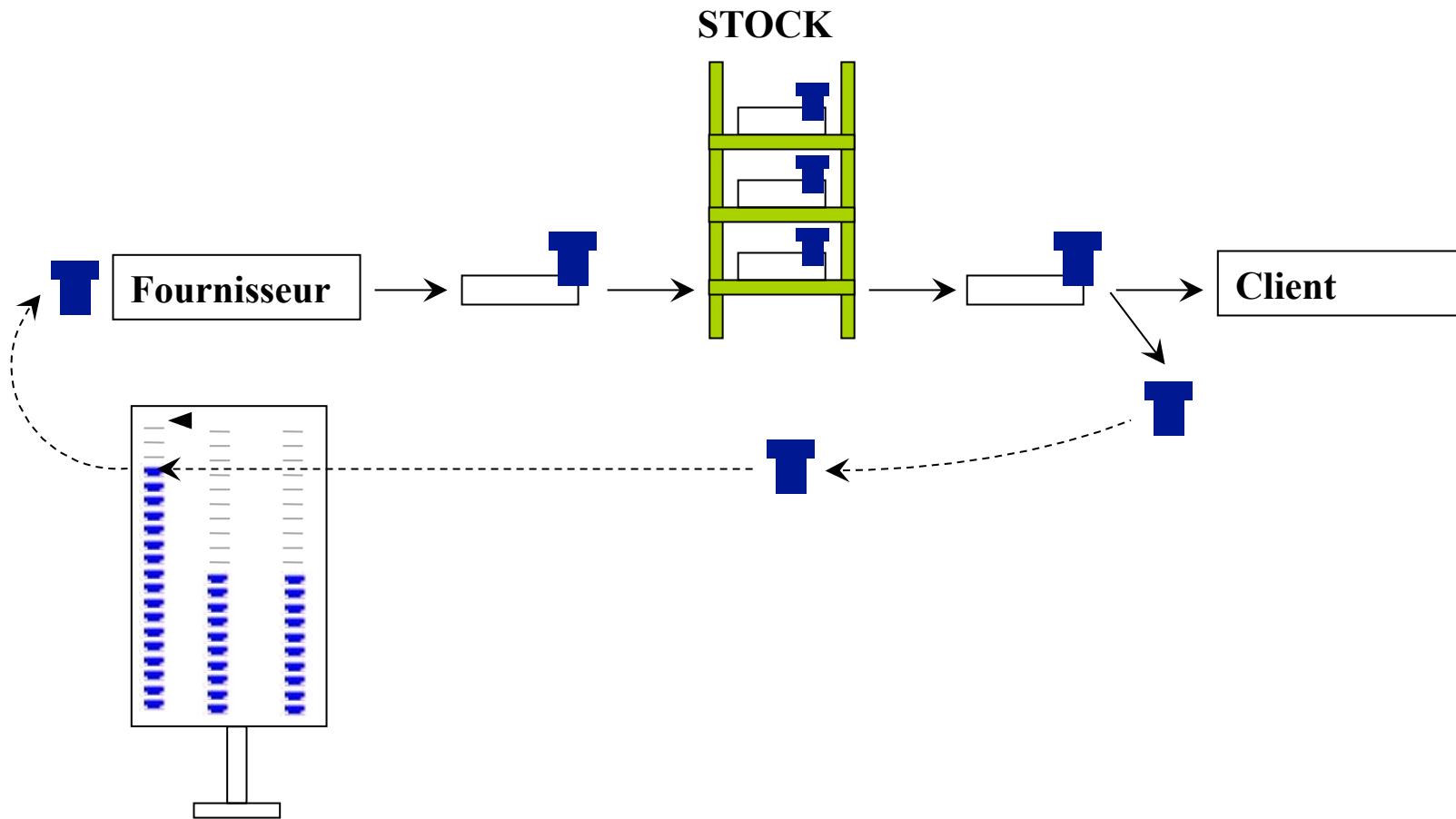
- Mais aussi :
 - Télécopie
 - EDI
 - Internet

Kanban

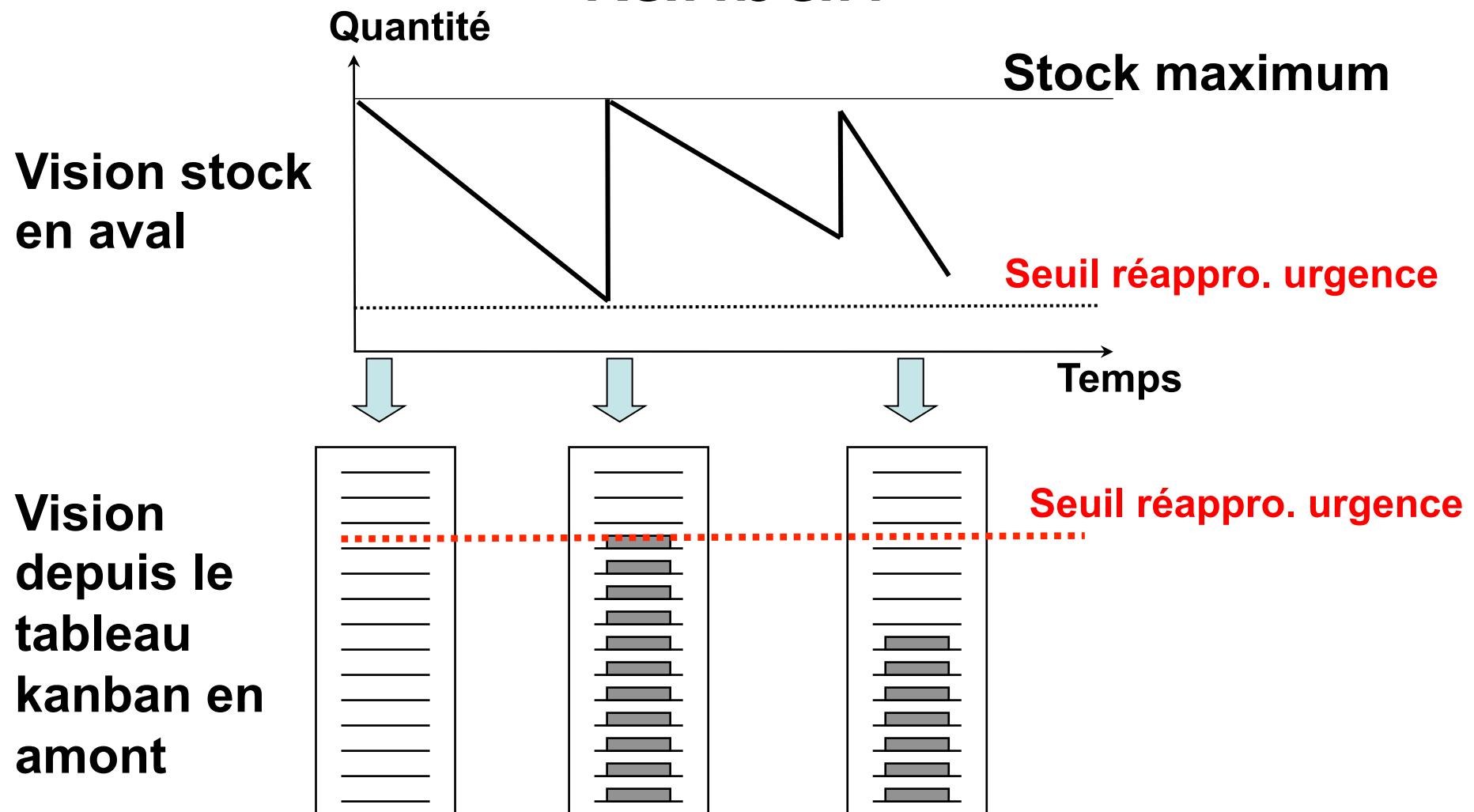
image en négatif du stock



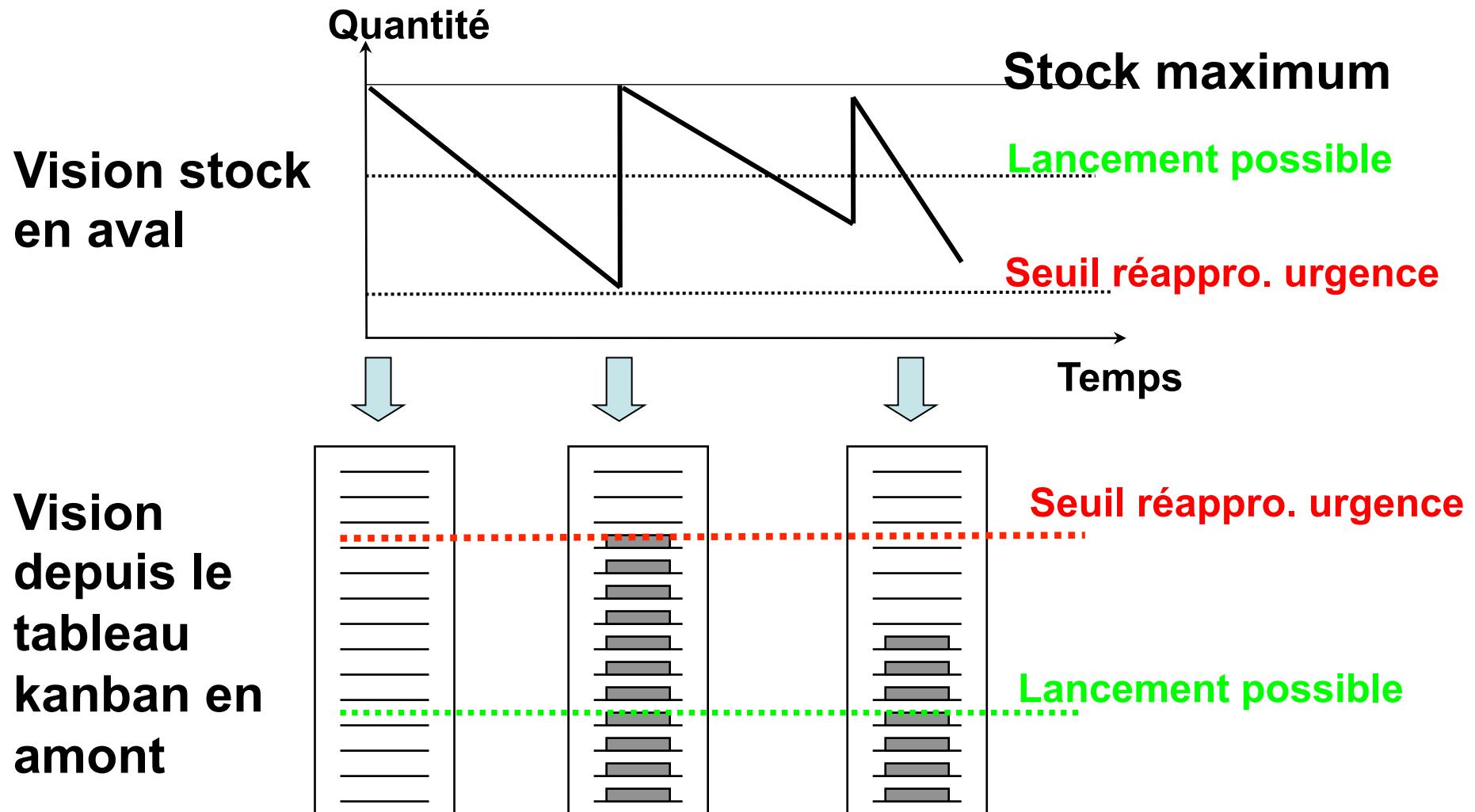
Principe



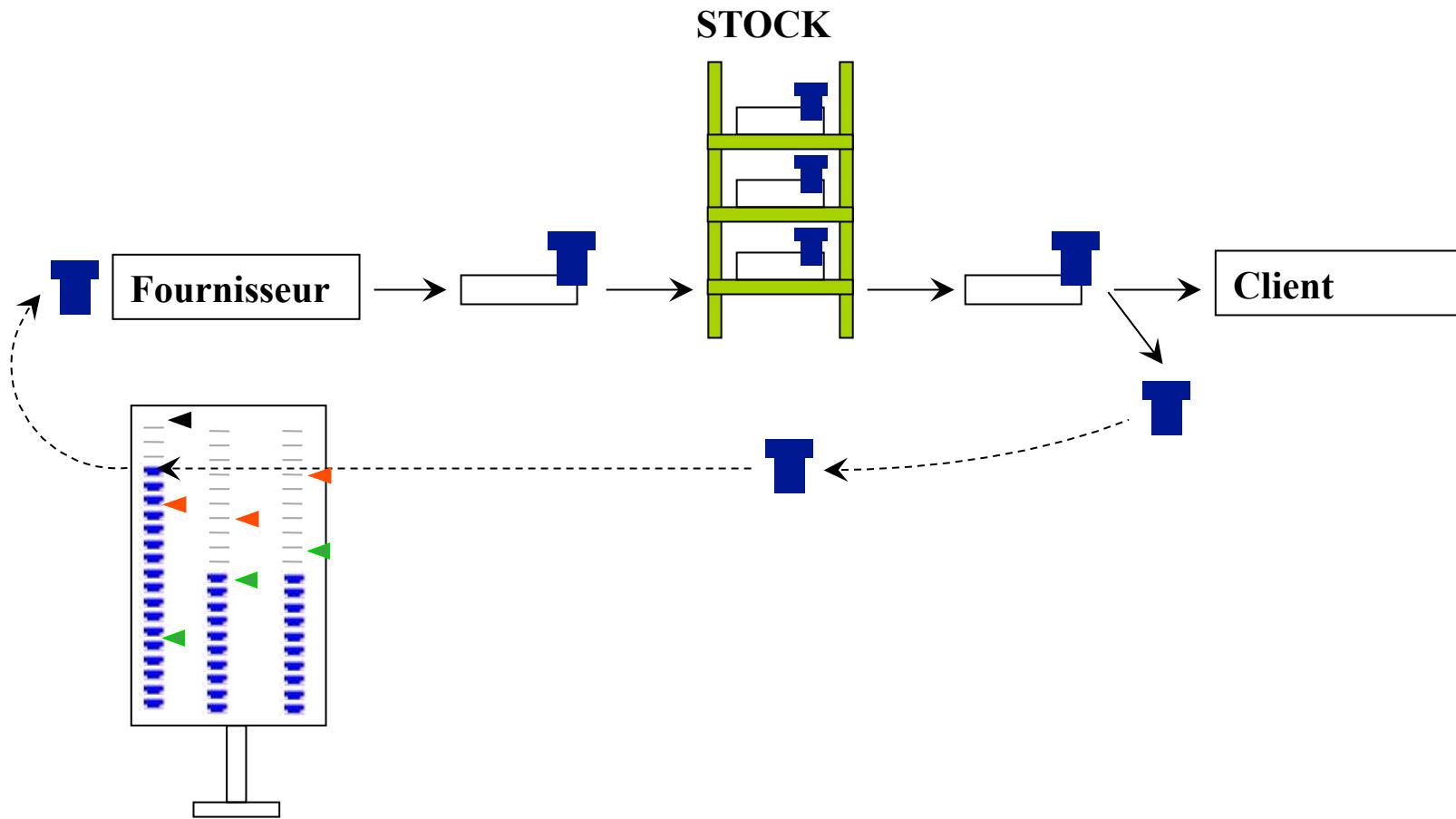
Le paramétrage d' une boucle kanban



Le paramétrage d' une boucle kanban



Principe



Exemple

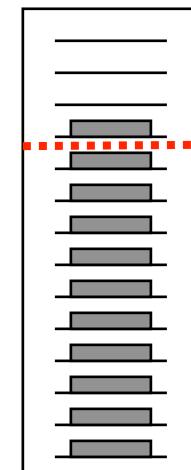
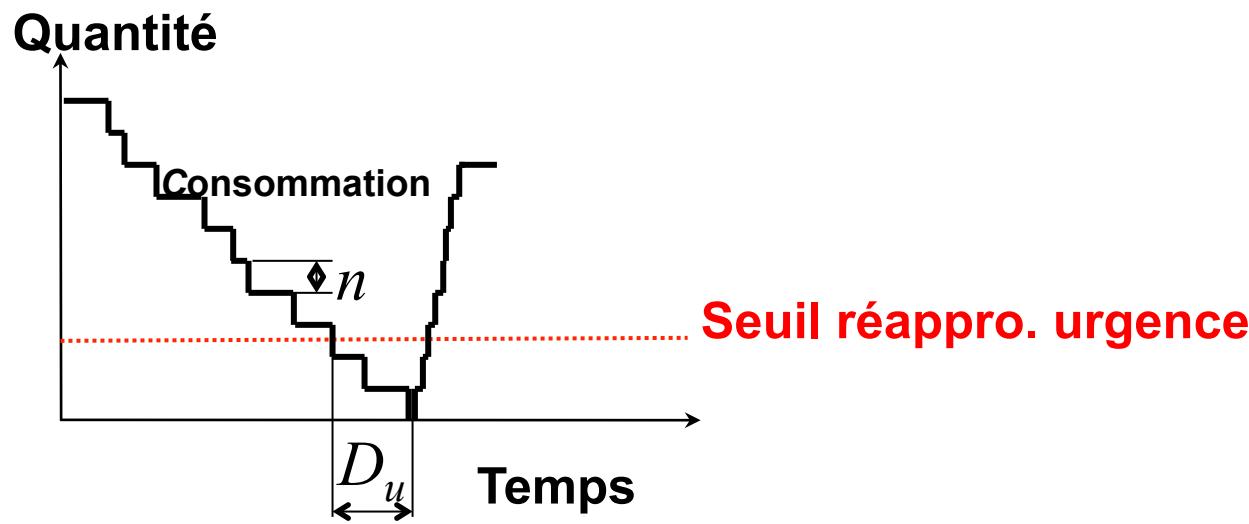


Détermination des paramètres d'une boucle KANBAN

- Trois paramètres à déterminer
 - Seuil d'urgence ou index rouge
 - Seuil de lancement ou index vert
 - Nombre de Kanban

Détermination de l' index rouge (seuil de réapprovisionnement en urgence)

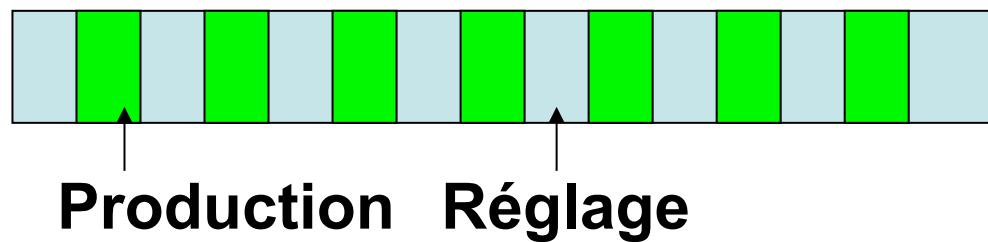
- Index rouge ou seuil d'urgence



$$S_u = \frac{C \times D_u}{n}$$

Détermination de l' index vert (seuil de lancement)

- Quantité économique (Wilson)
- Compatible avec l'équilibre charge/capacité



$$Nr \leq \frac{T_{ouv} - \sum T_{fab}}{\sum T_{réglage}}$$

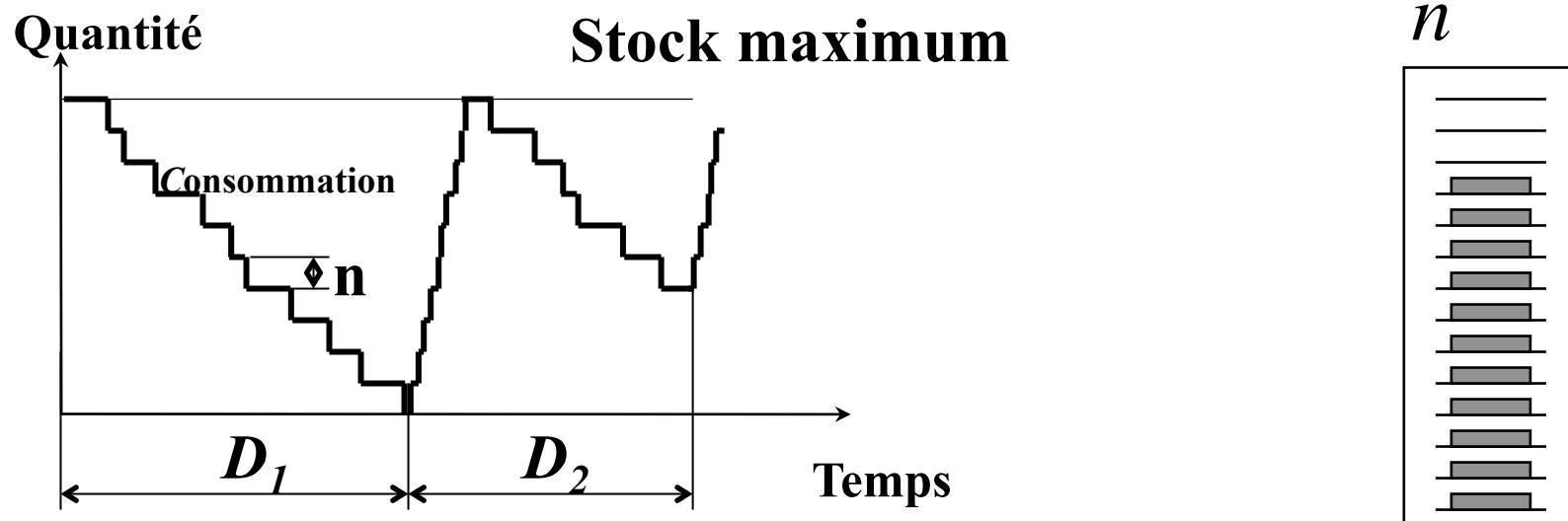
Lancement possible



Détermination du nombre de kanban

- Une formule classique : Shingo

$$N = \frac{C \times D + (s)}{n}$$

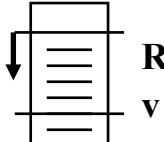
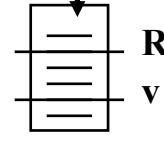
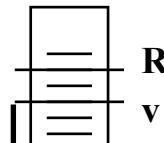
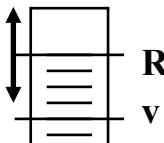
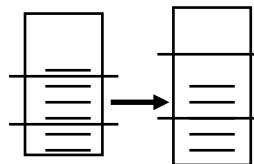


Exemple $N = \frac{50_{p/j} \cdot 4_j}{20_{p/c}} = 10_c$

Détermination des paramètres une démarche pragmatique

- Conversion des stocks et des OF en kanban + sécurité
- Ajustement des paramètres après analyse du fonctionnement
- Exemple par la simulation d'un travail sur le terrain

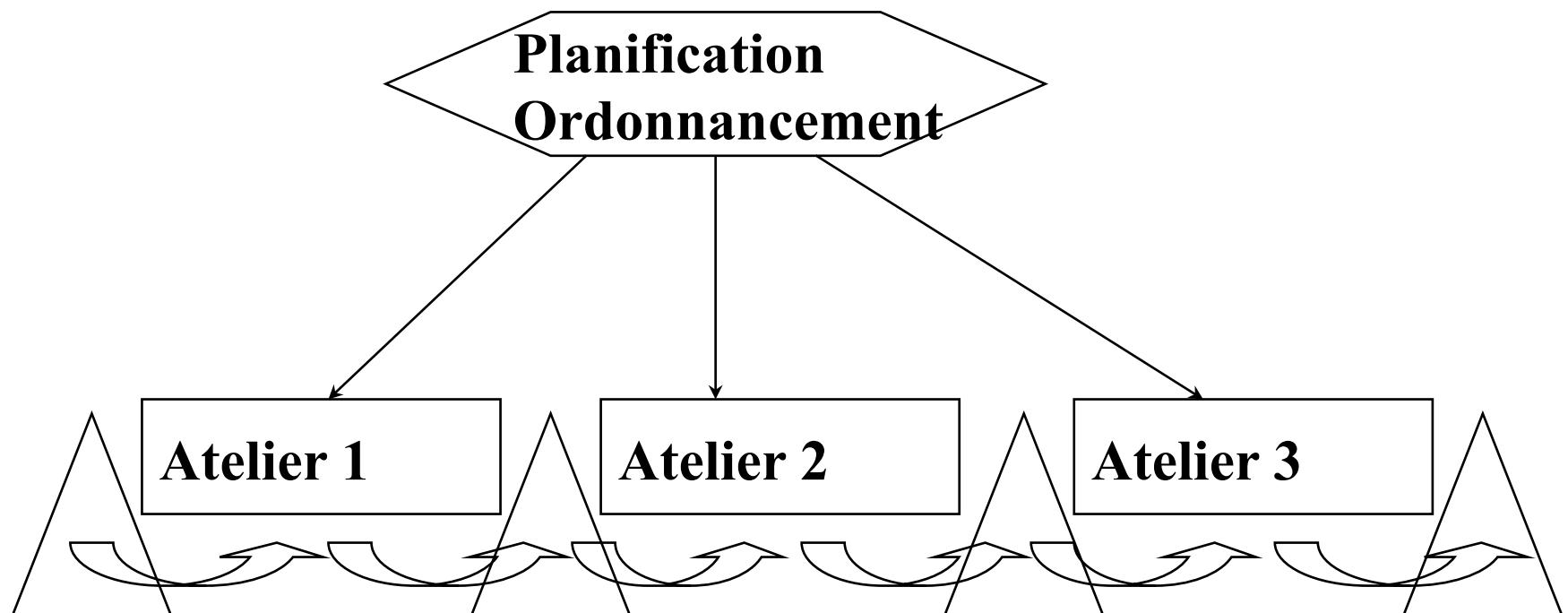
Ajustement des paramètres

Situation	Correction	Tableau	Conséquences
Rupture sans passage dans le secteur rouge	Réduction de l'index rouge	 R V	Alarme plus pertinente
Stock permanent important en aval	Réduction du nombre kanban	 R V	Réduction du niveau des encours
Réduction des temps de changement de fabrication	Réduction de l'index vert	 R V	Stock superflu
Modification de la consommation moyenne	Equilibre charge/capacité Ajustement index rouge Ajustement index vert Ajustement N	 R V	Diminution ou augmentation des lancements
			

La chaîne de montage automobile : un client favorable au kanban

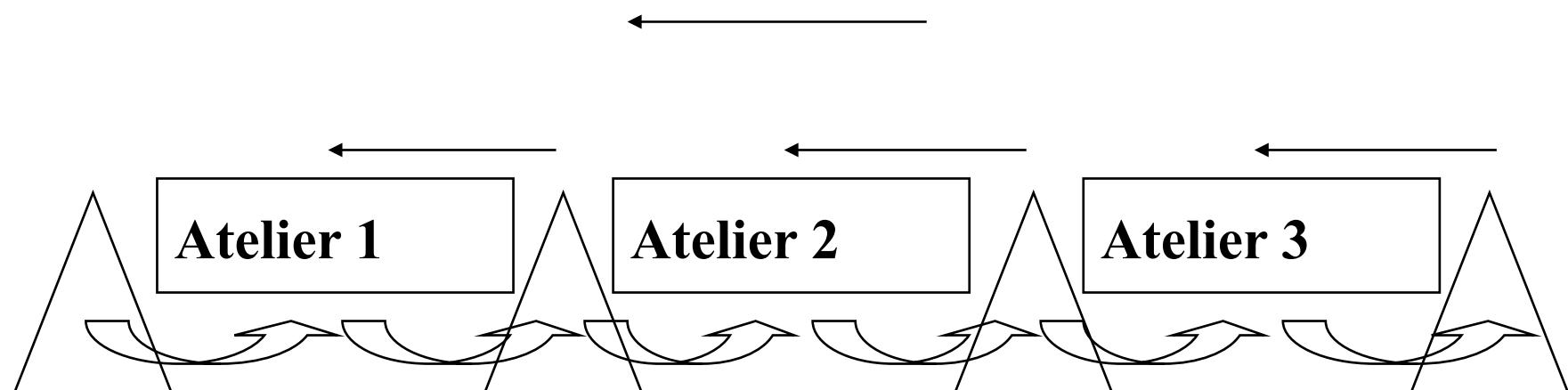
- Propriété de la chaîne de production automobile :
 $\text{cadence}/J = \text{cte}$
- Pour le kanban peu de variation de la demande totale
- Kanban = définition des priorités du client
- Ajustement des paramètres facilité

Le pilotage centralisé



Le pilotage décentralisé et par l'aval : le KANBAN

Flux d'information = flux kanban



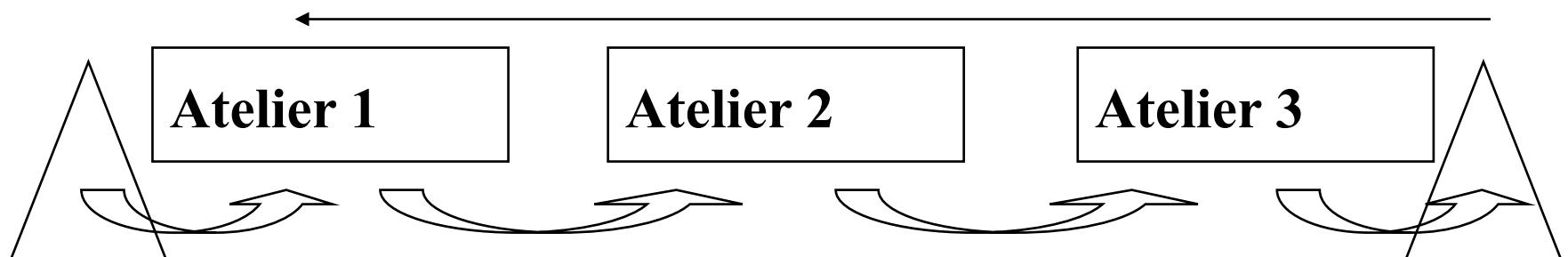
Flux physique



Enchaînement de plusieurs boucles

- En amont de la production :
 - Moyens lourds => programmation spécifique
 - Effet de tailles de lots => demande non régulière

Kanban peu utilisé en amont



Piloter les flux en synchrone

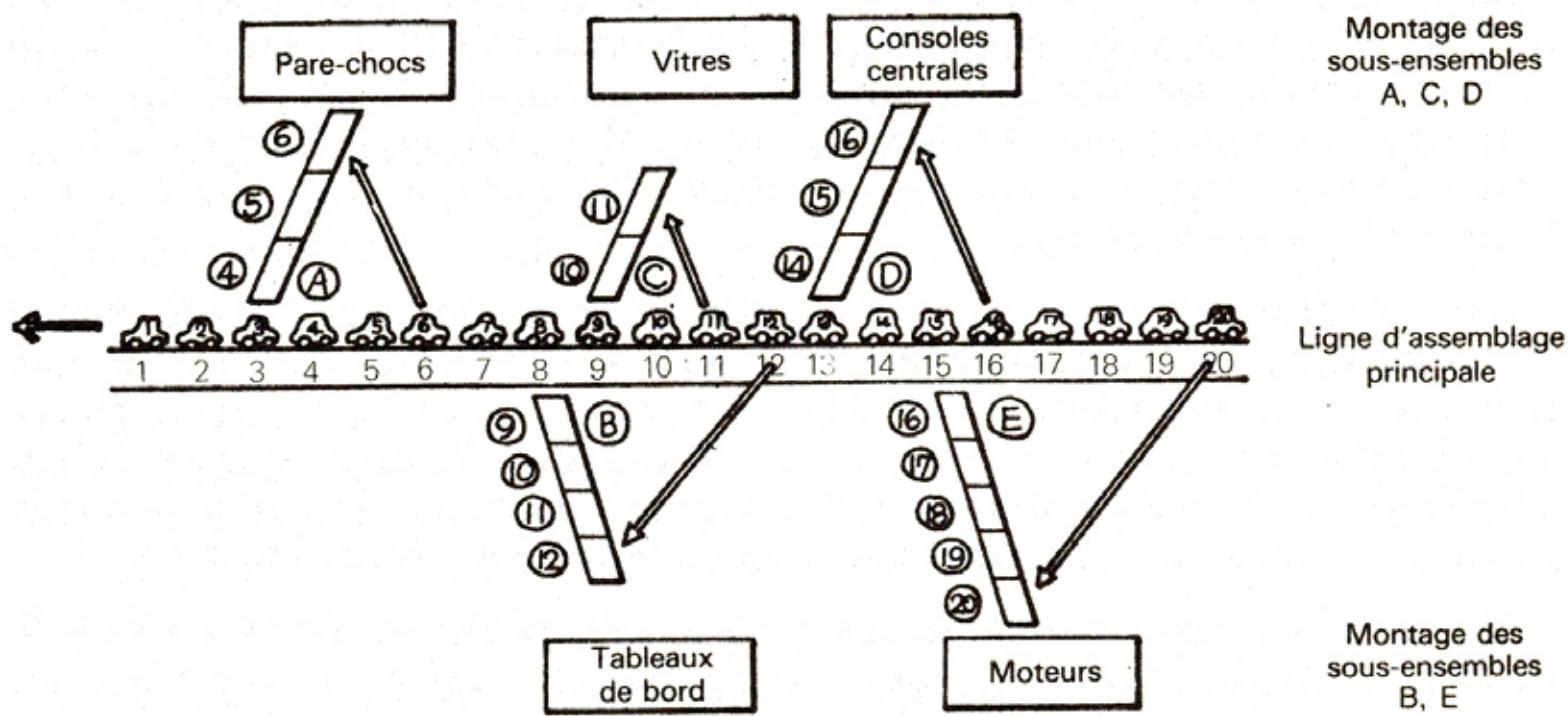


Illustration d'usine pour flux synchrones



Les outils du J-à-T

- Aléas de la demande
 - Taille des séries
 - Défauts qualité
 - Pannes
 - Rupture de flux
 - Pilotage des flux
-
- SMED
 - TQM
 - TPM
 - Mise en ligne
 - Kanban

Maîtriser les aléas

- Démarche traditionnelle
 - Optimisation des moyens de production
 \Leftrightarrow maximiser le rendement des machines
 - défauts + pannes \Rightarrow aléas
- Pratique japonaise
 - Problèmes : sources d'amélioration
 - Résolution : nécessite la collaboration de tous

La méthode des 5 « S »

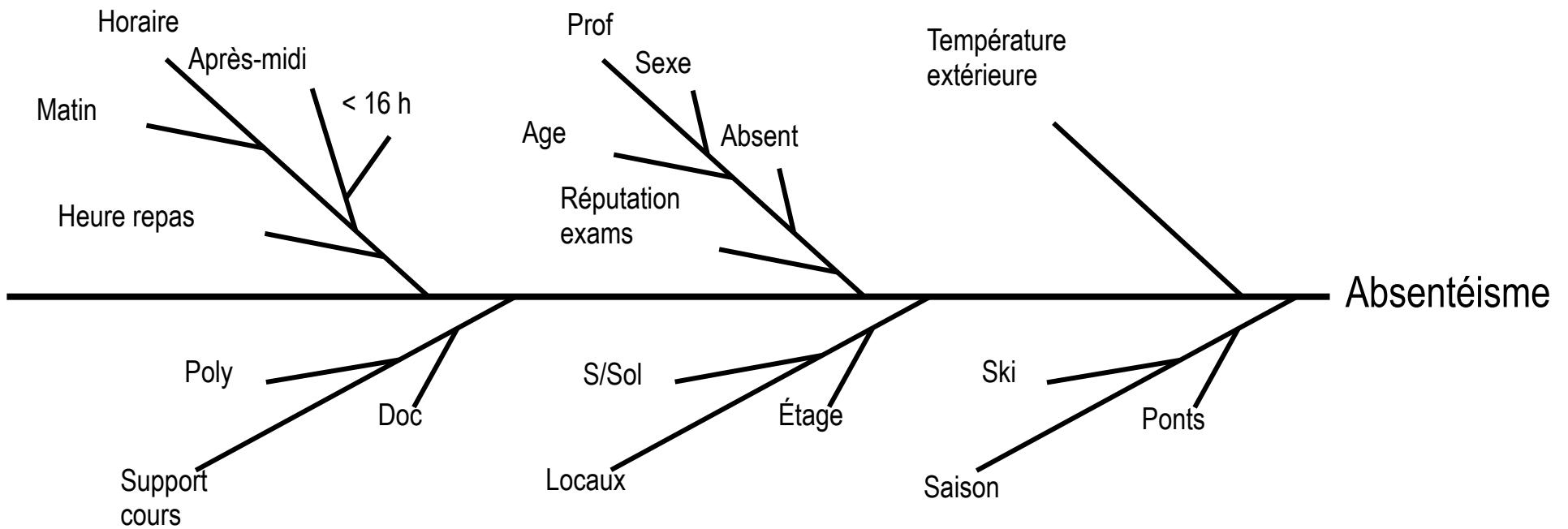
- Seiri : débarrasser
- Seiton : ranger
- Seiso : nettoyer
- Seiketsu : ordonner
- Shitsuke : être rigoureux



Une méthodologie au service du progrès dans les ateliers

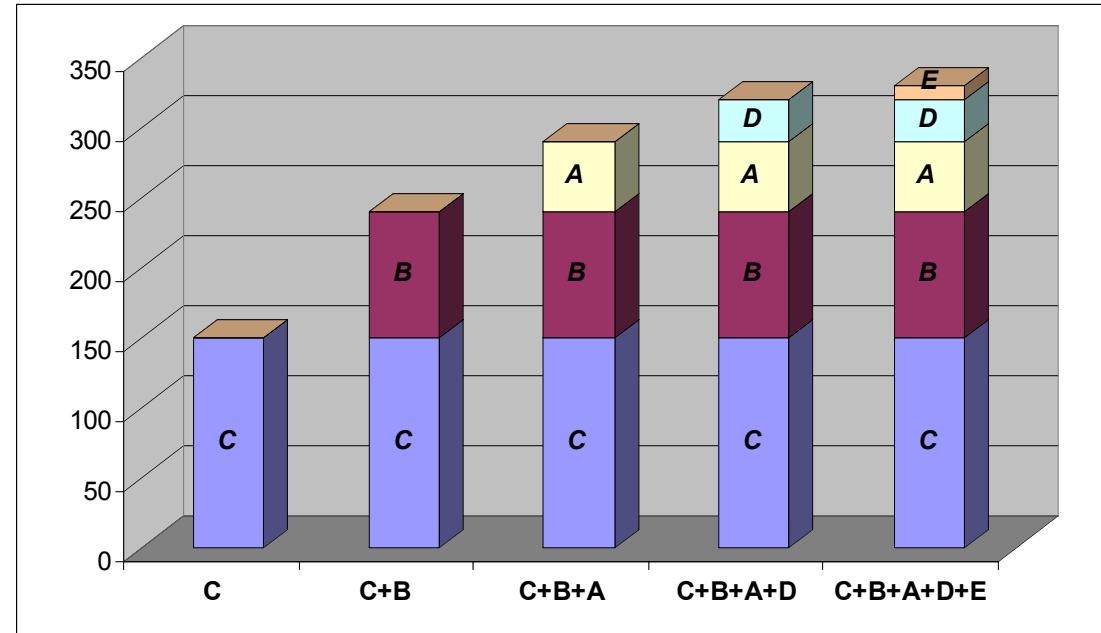
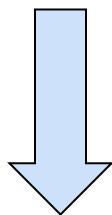
- Cinq « pourquoi »
- Diagramme Cause – Effet
- Pareto
- AMDEC
- Affichage des résultats dans l' usine

Diagramme cause - effet Ishikawa



Classement ABC Pareto

<u>causes possibles</u>	<u>articles défectueux</u>	<u>taux</u>
A	50	15%
B	90	27%
C	150	45%
D	30	9%
E	10	3%
	330	100%



Fréquences cummulées						
C	150	0	0	0	0	45%
C+B	150	90	0	0	0	73%
C+B+A	150	90	50	0	0	88%
C+B+A+D	150	90	50	30	0	97%
C+B+A+D+E	150	90	50	30	10	100%

Les pratiques classiques de la qualité

- Contrôle final
 - découverte tardive des problèmes
- Contrôle qualité séparé de la production
 - Vécu : surveillance
- Idée d’ un niveau de rebut “acceptable”
 - vision comptable
 - Contrôles nécessaires à l’ expédition et à la réception

Les pratiques japonaises de la qualité

- Méthodologie
 - Compréhension de l' origine des défauts
 - Groupe de résolution de problèmes (cercles de qualité, groupes de progrès,...)
 - Mise en place de procédures d' élimination : poka yoke
- Auto-contrôle à chaque opération
 - interrompre la fabrication de rebuts
 - Formation et responsabilisation des opérateurs



T. Ohno, l' Esprit Toyota, 1989

L'attitude classique face aux pannes

- Vécu de la panne
- Division des responsabilités et antagonisme (maintenance - production)
- Impact des paramètres
 - Production journalière
 - Nombre d'heures de production perdues pour cause des pannes
 - Nombre d'heures d'arrêt
- Entretien préventif limité

Pratiques JÀT du traitement des pannes

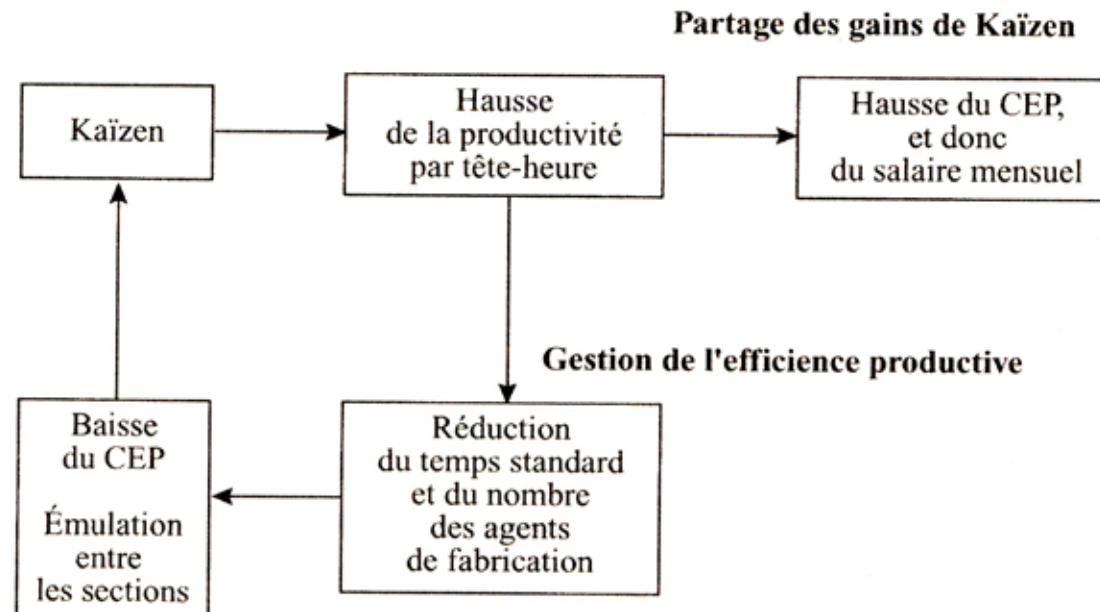
- Au delà de la remise en route c' est la cause profonde la panne qui doit être traitée.
- Résolution de la panne de manière collective (diagramme Ishikawa)
 - polyvalence des opérateurs
 - service de maintenance intégré à la production
- Abandon des paramètres classiques € perdus
- Remplacés par:
 - Nombre de problèmes résolus
 - Indicateur de progrès

Une approche différente de la production

- Démarche collective et de responsabilisation des opérateurs
 - **Groupe d' atelier, intégration des fonctions**
 - **Exigence de polyvalence et d' implication**
- Encouragement de la progression & remise en cause des contraintes
 - **Démarche Kaizen**
 - **Toyota (30% prime collective à l' amélioration)**
 - **Mise en avant des résultats**
- Changement d' organisation

Une approche différente de la production

- Enchaînement Kaizen-productivité-salaire



- CEP = 60% salaire avant 1993 (20% depuis)

Une démarche plus exigeante que le taylorisme

- Intégration de l' atelier

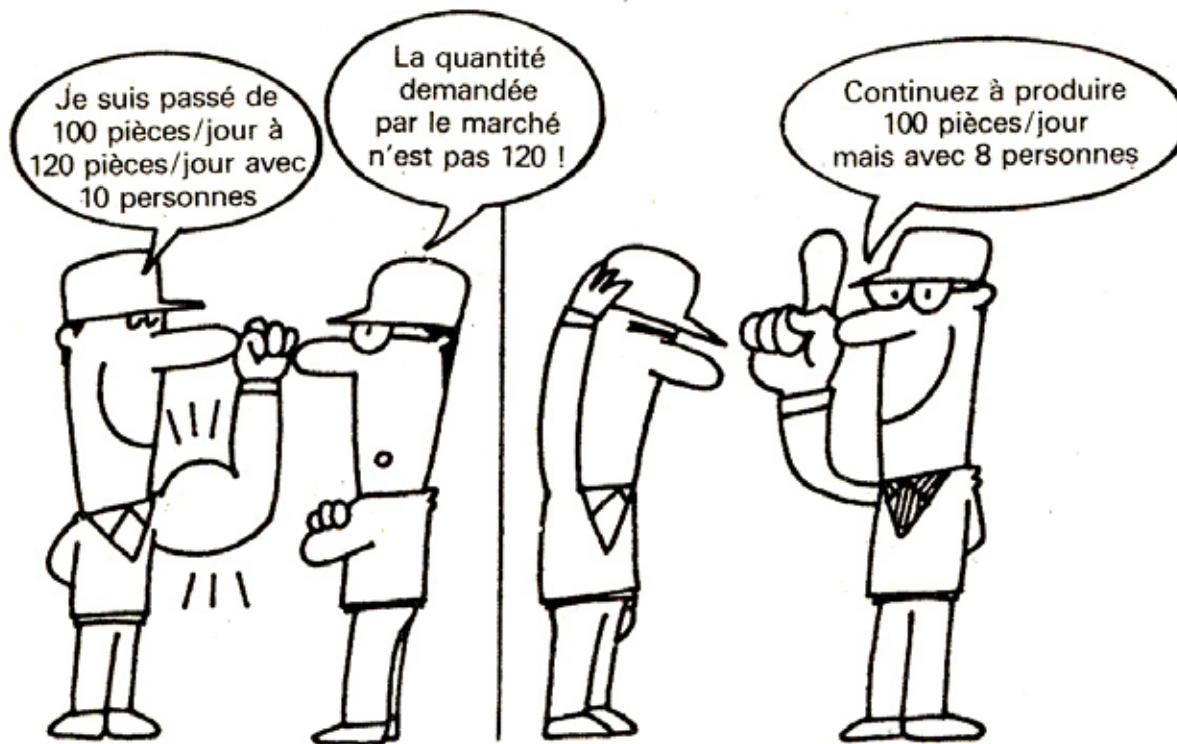
- Responsabilité de l' opérateur
- Auto-contrôle sur chaque poste de travail
- Autonomation sur la machine

- Intégration des partenaires

- Plus de contrôle fournisseur
- Démarche de l' Assurance Qualité

- Passage d' une logique d' optimisation sous contraintes à une logique de progrès

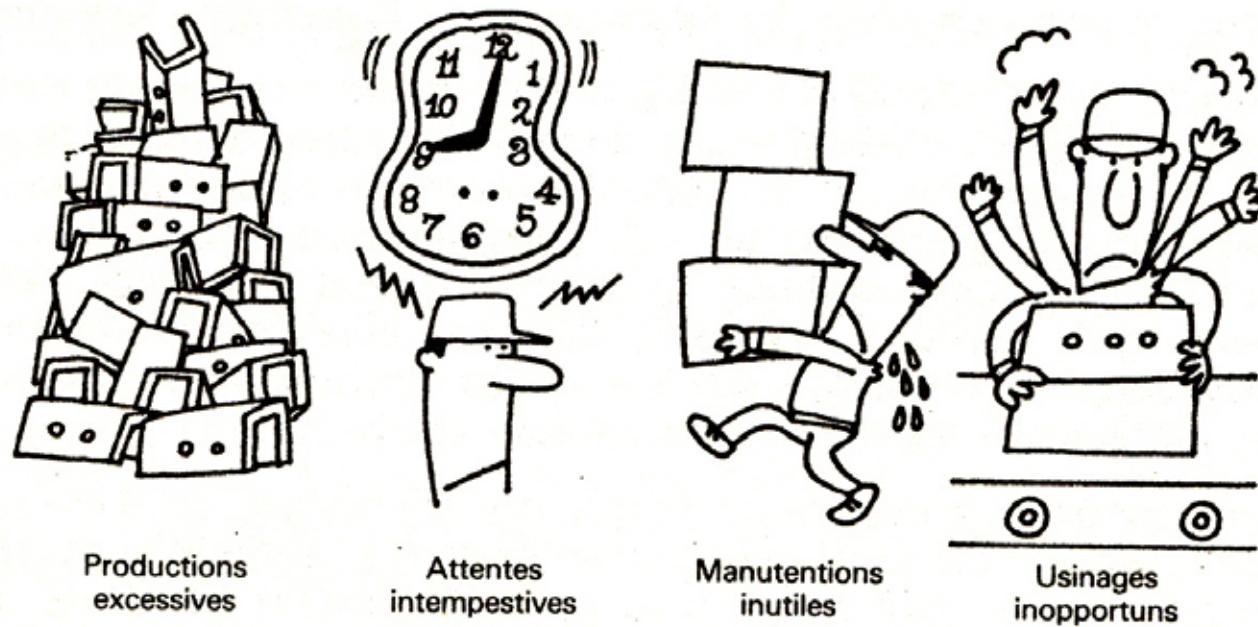
Etre efficace / à la demande



T. Ohno, l' Esprit Toyota, 1989

Eliminer les gaspillages - *Muda*

- Repris et développé par le MIT :
appellation *Lean Manufacturing*



T. Ohno, l' Esprit Toyota, 1989

Quelques conséquences du J-à-T

- Une évolution toujours en cours
- De nombreuses réalisations:
 - Automobile, électronique, biens consommation
 - Un retour vers un stock “juste nécessaire”
- L’instauration de relations différentes entre:
 - bureaux études / méthodes
 - agents de production / encadrement de proximité
 - différentes fonctions (maintenance, qualité,...)
 - Clients / fournisseurs
- Positionnement par rapport au taylorisme