

Cours amélioration des performances  
industrielles :

# Lean Manufacturing

**Lamrani Safia**

**[lamranisafia@yahoo.com](mailto:lamranisafia@yahoo.com)**

**Génie industriel**

**ENSEM**

**Casablanca**

# Lean manufacturing : les concepts de base

# Historique TPS

- **Fin de la seconde guerre mondiale:**
  - *« il faut rattraper l'Amérique en trois ans sinon, l'industrie automobile japonaise ne survivra pas »*  
Toyoda Kiichiro
  - **contexte:**
    - Pays en ruine;
    - Marché avec capacité d'absorption limitée => pas de grandes séries;
    - Moyens productifs et financiers très limités;
    - Multitude de concurrents ;
    - Approvisionnements incertains;
  - **Toute ressource est rare et précieuse => exploitation optimale, en éliminant les gaspillages.**

# Contexte

- **Développé par Toyota après la seconde guerre mondiale**
- **Actuellement, TPS est largement copié: SPV (Valeo), SPR (Renault), Ford PS, AlcoaPS...**

# Lean manufacturing:

- Principe:
  - Gérer les processus et ressources au plus juste.
- Un processus *Lean* est débarrassé de toutes les opérations inutiles (non créatrice de valeur) et les stocks en excès
- «*Le Gaspillage consiste en tout ce qui dépasse la quantité minimale requise en matériel, équipement, espace et temps pour ajouter de la valeur au produit.*»— Shoichiro Toyoda  
Président honoraire du C.A., Toyota

# Les Buts du TPS

- **Réduction des coûts par la réduction des gaspillages (Mudas)**
- **Augmentation des ventes globales**
- **Amélioration de la productivité globale**

# Idées de base du TPS : concepts

- **Flux continu de la production :**
  - JIT : produire juste ce qu'il faut aux quantités justes nécessaires au juste moment (voir cours GP...)(exemple *Kanbans*)
  - AUTONOMATION (*Jidoka*) : contrôle autonome des défauts
- **Main d'œuvre flexible , *Shojinka***
- **Créativité – *Soikufu*- capitaliser les suggestions des opérateurs**

# MURI MURA MUDA

- Ces trois mots expriment trois nuances, trois formes de *gaspillages* et guident une bonne part des méthodes japonaises.  
On les appelle parfois les 3M.
- Partant du principe que Les pertes sont des bénéfices potentiels, éliminer les pertes constitue un gain. Il n'y a pas d'amélioration réelle de productivité ou de qualité si par ailleurs subsistent des gaspillages.



# Muri (L'Excès)

- L'Excès, le déraisonnable. Ce sont par exemple les matériels et matières achetés en excès, en avance, notamment avec des méthodes dites "économiques" ([Wilson](#)), des politiques d'achat ou des [tailles de lots](#) inadaptées, l'excès de matière première ou de pièces dans les ateliers.
- Tout cela constitue un gaspillage de trésorerie (on a payé du matériel qui reste à attendre, sans qu'on en ait réellement besoin), gaspillage de place, d'espace. Le risque d'erreurs ou confusion augmente dans les ateliers et les stocks, il y a un risque d'obsolescence si on ne peut consommer à temps les matériaux en excès.  
Ce Muri nuit aux [5S](#).
- Mais le Muri c'est aussi la main d'oeuvre excessive, inefficace, en attente d'occupation. Ce sont les opérations inutiles héritées de modes opératoires obsolètes et non révisés. Ce sont les erreurs qui nécessitent des opérations correctives ou la non-qualité qui nécessite de produire plus de pièces pour compenser les pertes...

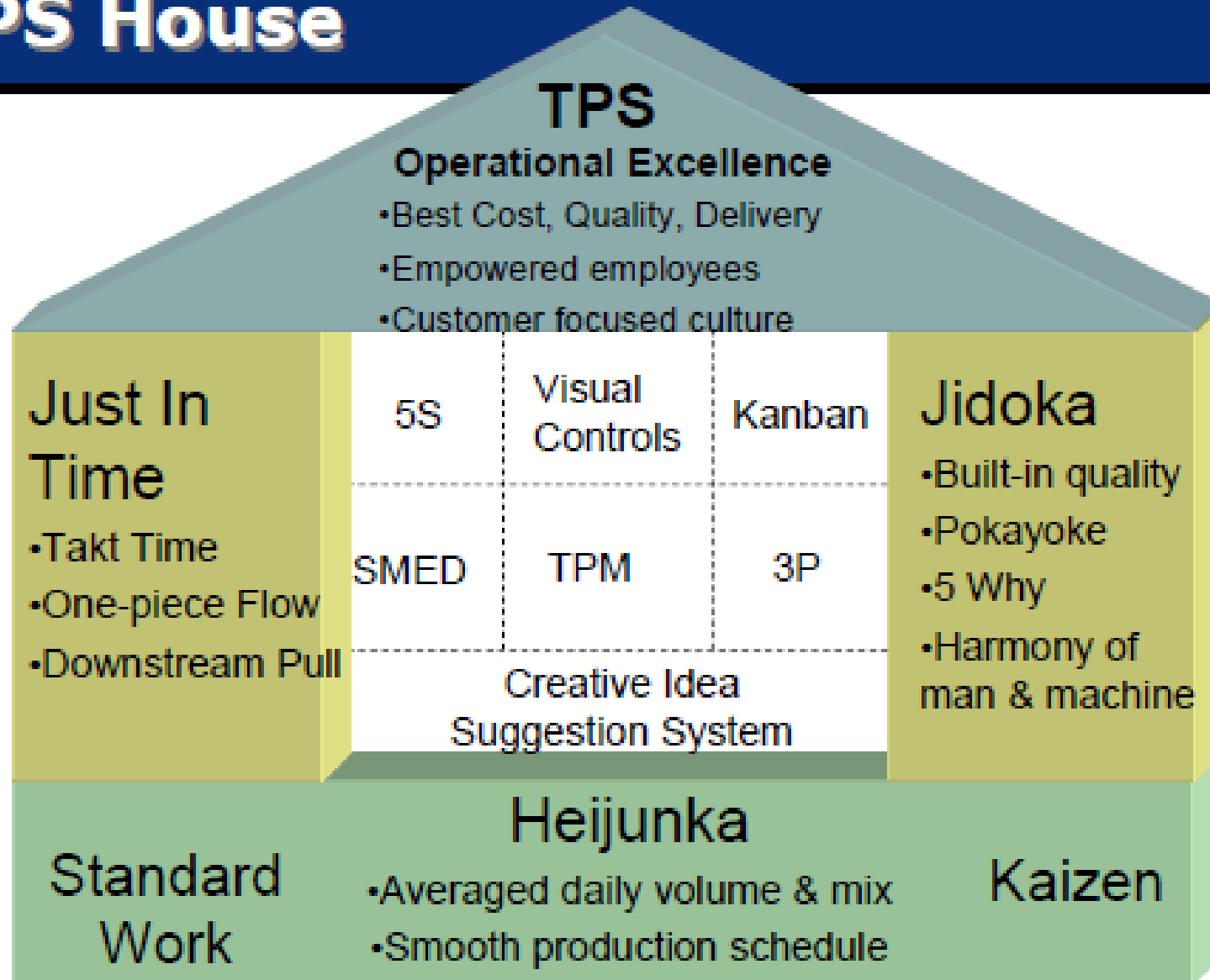
# Mura (L'Irrégularité)

- **L'Irrégularité.** Les à-coups, les ruptures de rythme, conduisent souvent à installer des "buffers", des stocks tampons afin de lisser les flux irréguliers. Cette acceptation revient à créer du MURI. L'approche japonaise cherche à éliminer les causes des irrégularités et non à les masquer. En diminuant graduellement la taille des stocks tampon, on révèle les causes des irrégularités et on s'attache alors à les éliminer. L'idée de base est que tout flux de production doit s'écouler harmonieusement comme une rivière. Si des obstacles encombrant son cours, il faut retirer les obstacles et non pas rajouter de l'eau.
- **Le manque d'équilibrage (irrégularité du flux) des process** risque aussi d'entraîner des attentes de machines et main d'oeuvre.

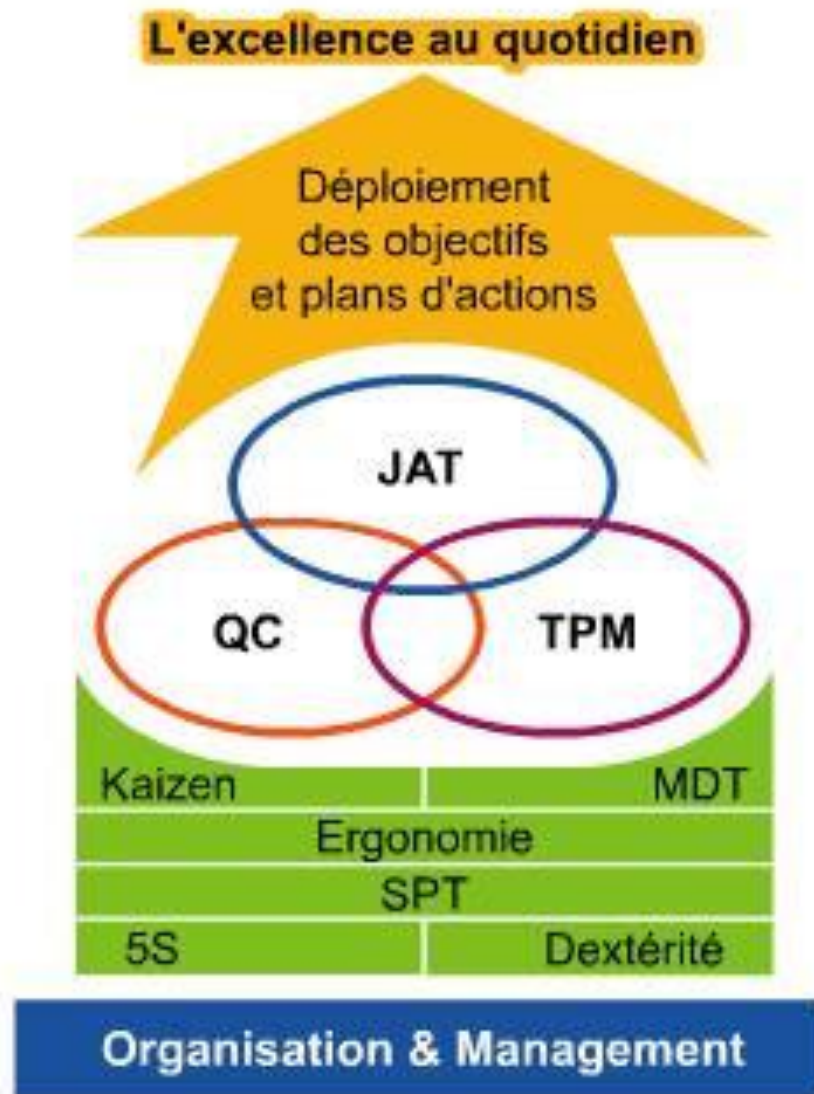
# **MUDA : Les gaspillages**

- 1. Gaspillages dus aux stocks inutiles**
- 2. Gaspillages dus aux pièces défectueuses**
- 3. Gaspillages provenant des temps d'attente**
- 4. Mouvements inutiles**
- 5. Gaspillages occasionnés par les transports**
- 6. Gaspillages provenant de la surproduction**
- 7. Gaspillages dans les processus de fabrication**
- 8. Gaspillage des Idée: Manque d'écoute des idées des employés**

# TPS House



# Exemple : Cas du SPR (2007) système de production Renault



## 1. Gaspillages dus aux stocks inutiles

- **Les pièces en attente constituent un stock, les pièces en cours sont un stock.**
- **La limitation de l'espace disponible empêche le stockage, la disposition des différentes ressources en « flow shop » permet de réduire considérablement et n'autorise pas ou peu de stockage.**
- **Voir Les principes du JIT**

## 2. Gaspillages dus aux pièces défectueuses

- **La gestion de la qualité et la diffusion de l'esprit qualité dans les entreprises ont sensibilisé aux coûts de la non qualité.**
- **Ce coût dépasse celui de la pièce en défaut, de son retraitement ou remplacement, car avec des flux tendus, l'incidence de la non qualité se propage en aval : retards, manquants, perte d'opportunité...etc**
- **Voir les principes de la TQM**

### 3. Gaspillages provenant des temps d'attente

- Le manque d'occupation ponctuel de la main d'œuvre, provenant d'un manque d'équilibrage ou des aléas affectant le flux de production est minimisé par la proximité des postes.
- Les attentes intolérables sont des arrêts dus à des défaillances d'équipements ou aux changements de séries.
- Les premières sont combattues à l'aide la TPM, à l'auto maintenance...les secondes sont progressivement éliminées à l'aide des méthodes de changement rapides d'outils, SMED.



## 4. Mouvements inutiles

- **Les mouvements inutiles les plus évidents sont en général éliminés facilement.**
- **Plus difficiles à traquer sont les mauvaises habitudes que les exécutants développent spontanément.**
- **Celles-ci peuvent très bien échapper à l'observation.**
- **Dans les mouvements inutiles, il faut inclure les allées et venues inutiles, ergonomie des postes, aménagement des ateliers, ...etc**

## 5. Gaspillages occasionnés par les transports

- **Le transport d'une pièce d'une machine à l'autre ne lui confère aucune valeur ajoutée.**
- **Disposer les différentes machines en « flow shop », c'est-à-dire selon la logique des opérations à effectuer sur la pièce, plutôt qu'en « job shop » c'est-à-dire en ateliers spécialisés, est un bon moyen de réduire la logistique interne.**
- **Placer les différentes ressources très près l'une de l'autre réduit les besoins de transport, et interdit physiquement le gros inter stock.**
- **Voir méthodes d'implantation**

## 6. Gaspillages provenant de la surproduction

- **Toute matière ou ressource mal affectée risquait de conduire à un stockage, c'est-à-dire un revenu différé et amoindri.**
- **Éliminer les surproductions c'est porter une grande attention à la planification mais aussi de ne pas chercher le plein emploi des ressources.**

## 7. Gaspillages dans le processus de fabrication

- **Il est difficilement croyable que dans le processus de fabrication, il puisse exister des opérations inutiles, superflues.**
- **Pourtant la routine “la tradition” du métier laisse des opérations dans les gammes que les évolutions technologiques ou le produit lui-même ne requiert pas ou plus.**
- **Une analyse critique de chaque opération peut débusquer ce genre de gaspillages.**
- **Voir analyse des gammes opératoires, & CAO dans la conception (minimiser les chutes de matières)**

## 8. Gaspillage des Idée:

- **Manque d'écoute des idées des employés**

# SYNTHESE: ELEMENTS DU LEAN MANUFACTURING (1/2)

1. **Système tiré.** Le flux matière ne peut pas être poussé à l'opération aval.
2. **Qualité.** L'objectif est zéro défaut. La qualité se compte en PPM
3. **Maintenance préventive.** L'objectif est pas de perte de temps productif à cause de pannes. (TPM)
4. **Polyvalence.** Le JAT demande une main d'œuvre polyvalente et flexible
5. **Taille de lot.** Les lots ne sont pas de grande taille de sorte à minimiser le nombre de chgt.
6. **Réduction chgt de série.** Un faible temps de chgt de série pour lancer des petit lot

# SYNTHESE: ELEMENTS DU LEAN MANUFACTURING (2/2)

7. **Implantation physique.** Idéalement chaque famille de produits à une ligne dédiée.
8. **Taille de lot.** Des petits lots minimisent les en cours et les problèmes cachés de non qualité
9. **Implication du fournisseur.** Collaboration avec le fournisseur pour augmenter les fréquences de livraison, améliorer la qualité, et rendre la production plus flexible.
10. **Organisation du travail.** Tous les éléments de travail sont présents au poste et rangés (5S)
11. **Travail de groupe.** Des groupes de travail impliquant des opérateurs améliorent Q,C,D...
12. **Implication direction.** La direction doit avoir compris le système et encourager son fonctionnement

# Quelques Outils de mise en Œuvre du « Lean Manufacturing »

**Opérations  
individuelles**

**flux physiques**

**Kaizen  
5S  
TPM  
SMED  
Poka yoke**

**Why why  
VSM  
DBR  
Takt time  
Kanban**



# OPÉRATIONS INDIVIDUELLES

# Kaizen

KAIZEN est un mot japonais provenant de deux concepts :

- **KAI = introduction du changement**
- **ZEN = pour le meilleur.**

→ Le Kaizen (ou amélioration continue) est un concept reposant sur la conviction que l'efficacité de l'organisation est liée à une amélioration permanente de la qualité et de la productivité.

## Les 5S

La méthode 5S est une méthode d'amélioration des comportements et des règles de vie de base dans l'atelier.

Son nom lui vient des initiales de cinq mots japonais:

- *Trier (Seiri)*
- *Arranger (Seiton)*
- *Nettoyer (Seiso)*
- *Standardiser (Seiketsu)*
- *Suivre et faire évoluer (Shitsuke )*

(Voir chapitre 5S)

# **TPM (TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE)**

**C'est un système global de maintenance productive qui implique la participation de toutes les divisions de projets, d'exploitation, de maintenance**

- **La signification de la TPM, Maintenance Productive Totale est :**
- **Maintenance : maintenir en bon état, nettoyer, graisser et accepter d'y consacrer le temps nécessaire.**
- **Productive : essayer de l'assurer tout en produisant ou en pénalisant le moins possible la production.**
- **Totale : considérer tous les aspects et y associer tout le monde.**

## **SMED (SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE)**

**Le SMED est une méthode d'organisation qui cherche à réduire de façon systématique le temps de changement de série, avec un objectif quantifié.(norme AFNOR NF X50-310).**

**Single Minute Exchange of Die signifie Echange d'outils en moins de 10 minutes.**

**IL y'a quatre étapes à parcourir pour arriver au SMED :**

- **Supprimer les opérations inutiles.**
- **Simplifier les bridages et fixations**
- **Travailler en groupe**
- **Réduire les réglages et essais.**

# POKA YOKÉ

- **C'est un détrompeur, un système anti-erreur.**
- **la production en moyenne et grande séries = opérations répétitives, fatigue et lassitude.**
  - **la dérive de l'esprit, et la distraction.**
- **Ces dispositifs ou détrompeurs peuvent se présenter sous différentes formes :**
  - **Tout ou rien**, qui autorise uniquement la position admise pour sa fabrication
  - **Comptage**, pour garantir qu'aucun élément n'a été oublié
  - **Séquentiels**, qui garantissent l'exécution du mode opératoire dans l'ordre défini.

# FLUX PHYSIQUES

# WHY WHY

- **Cette méthode consiste à poser une suite de questions qui remontent du phénomène jusqu'à ses origines.**
- **Dans la littérature, la méthode des pourquoi successifs peut aller jusqu'à 5 ou 7 niveaux.**



## VSM (VALUE STREAM MAPPING)

- **C'est une cartographie descriptive des flux dans le processus étudié, qui dans l'idéal couvre la chaîne entière de production.**
  - Visualiser le flux de création de valeur dans le processus,
  - Discriminer les tâches à valeur ajoutée des tâches à non valeur ajoutée, et par conséquent identifier les sources de gaspillage, de non performance du processus actuel.

## **DBR (DRUM BUFFER ROAP)**

- **Le DBR consiste à orchestrer les flux de production autour des goulets afin de maximiser le débit global du système.**

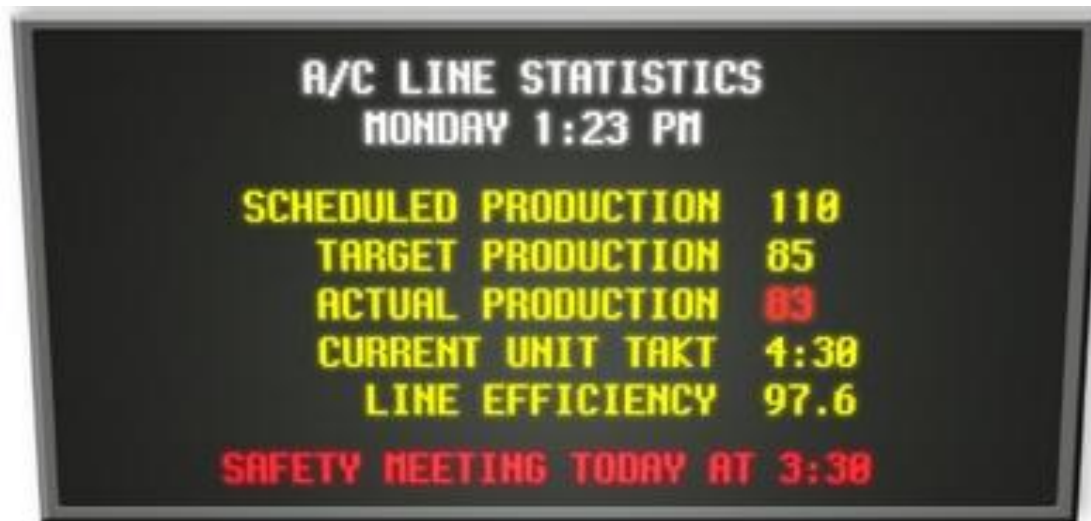
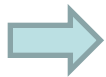
Les 9 règles du DBR (Drum-Buffer-Rope) :

1. Il faut équilibrer les flux et non les capacités.
2. Toute perte de temps sur un goulot est une perte pour tout le système.
3. Tout gain de temps sur un non-goulot est un leurre.
4. L'activation d'un non-goulot ne doit pas être déterminée par son potentiel mais par les autres contraintes du système.
5. Les ressources doivent être utilisées, pas simplement activées.
6. Les goulots déterminent le débit de sortie et les niveaux de stocks.
7. Lot de fabrication et lot de transfert ne doivent pas forcément être égaux.
8. Les lots de fabrication doivent être de taille variable.
9. Les programmes de fabrication doivent prendre en compte toutes les contraintes simultanément.

# TAKT TIME

- Dans le but de ne pas créer de stock et de produire uniquement les quantités nécessaires, il convient de déterminer la quantité de produits à fabriquer qui répondra *exactement* aux besoins des clients.
- Une fois cette quantité établie, il est primordial de calculer le temps que l'on doit accorder à la fabrication de chaque unité, en respectant les exigences des clients en matière de délai et de quantité.

Ce temps est appelé Takt Time



*Exemple tableau d'affichage Takt Time*

# KANBAN

- Une gestion Kanban se matérialise par un circuit de containers et d'étiquettes entre postes avals et postes amonts. C'est un passage des flux poussés aux flux tirés par la demande.

# Exposés à faire

1. SMED Réduction des temps de changement de série :
2. Management HOSHIN
3. Ergonomie
4. Élimination des gaspillages (MUDA)
5. Systèmes anti erreur POKA YOE :
6. Flux Tiré, Systèmes Kanban, Lissage de la production , HEIJUNKA.
7. Management Visuel: Concept, Outils, exemples pratiques.
8. Equilibrage dynamique, cellules en U, Takt time, réaffectation des charges
9. VSM Value Stream Mapping (cartographie des flux),
11. KAIZEN & amélioration continue, ICP (Idée concrètes de progrès...)
12. Implication du personnel et travail en équipe
13. Méthode 6 sigmas
14. TPM : Total Productive Maintenance
15. TQM : Total Quality Management
16. Why Why Analysis (les cinq pourquoi)
17. Autonomation, ANDAN
18. AUTONOMATION, ANDAN, IFA (Integrated Factory Automation)
19. Strike Zone, Picking-Kitting, Aménagement Bord de chaîne