

# MAINTENANCE INDUSTRIELLE

Cliquez sur un **titre** ou **sous-titre**  
pour aller vers le chapitre ↓

# SOMMAIRE

## VI. LA TPM

1. Un objectif
2. Une organisation
3. Des méthodes



**Chapitre VI**

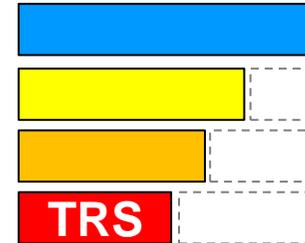
# **La TPM**

**Total Productive Maintenance**



# Total Productive Maintenance

1. Un **objectif** :  
la disponibilité réelle  
des équipements



TPM



2. Une **organisation** :  
la maintenance sur  
le terrain

3. Des méthodes  
pour accompagner le  
**progrès permanent**



# TPM

## 5 objectifs :

- ✓ Culture d'entreprise
- ✓ Gaspillages
- ✓ Couverture globale
- ✓ Implication totale
- ✓ Travail de groupe

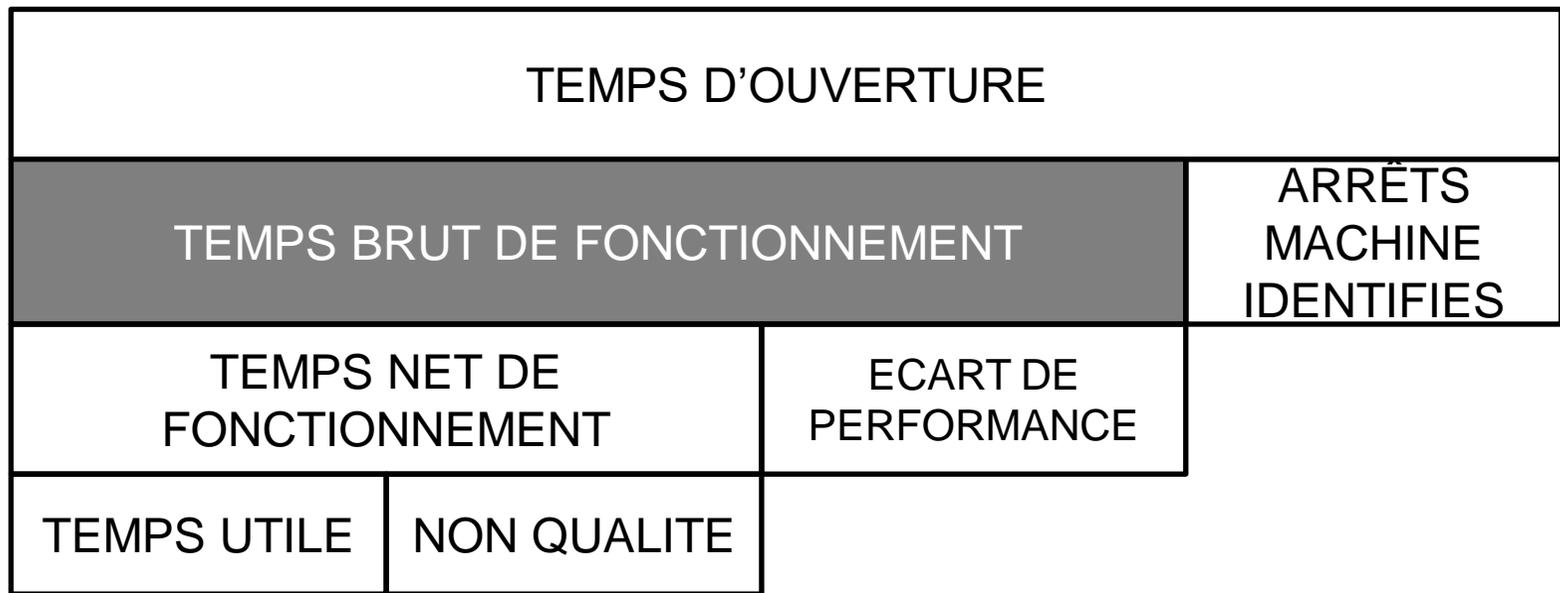
TEMPS D'OUVERTURE			
TEMPS BRUT DE FONCTIONNEMENT			ARRÊTS MACHINE IDENTIFIES
TEMPS NET DE FONCTIONNEMENT		ECART DE PERFORMANCE	
TEMPS UTILE	NON QUALITE		

**EXEMPLE :**

2 équipes

1 équipe = 8 heures

**TEMPS D'OUVERTURE =** **2** X **8 h** = **16 h**



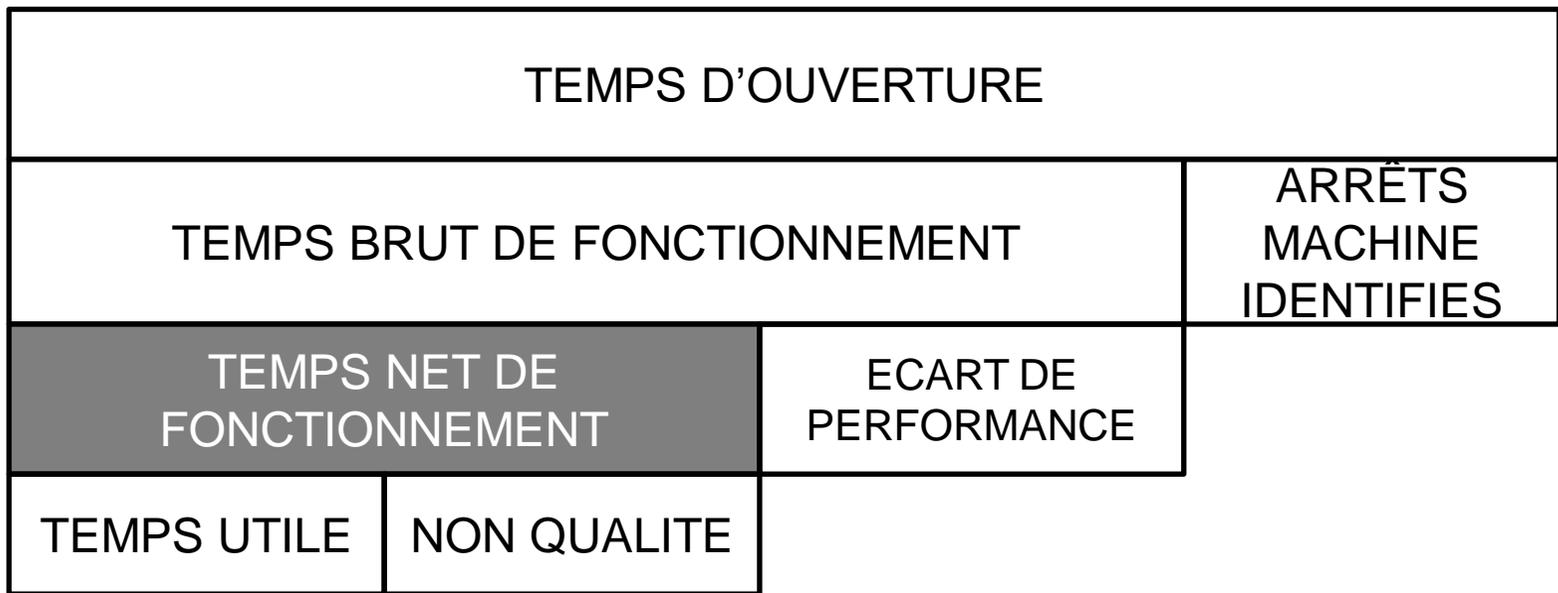
**EXEMPLE :**

<b>PANNE</b>	1 heure
<b>CHANGEMENT DE SERIE</b>	3 heures
<b>ATTENTE CONTRÔLE</b>	1 heure
<b>TOTAL ARRÊTS</b>	<b>5 heures</b>

**TEMPS BRUT DE FONCTIONNEMENT :**

**TEMPS D'OUVERTURE – TEMPS D'ARRÊT**

<b>16 h</b>	-	<b>5 h</b>	=	<b>11 h</b>
-------------	---	------------	---	-------------



**EXEMPLE :**

<b>PRODUIT</b>	<b>QUANTITE</b>	<b>TEMPS NORMAL UNITAIRE</b>	
<b>P1</b>	<b>240</b>	<b>1 min</b>	$\frac{240 \text{ p} \times 1 \text{ min}}{60 \text{ min}} = 4 \text{ h}$
<b>P2</b>	<b>36</b>	<b>10 min</b>	$\frac{36 \text{ p} \times 10 \text{ min}}{60 \text{ min}} = 6 \text{ h}$
<b>TOTAL</b>			<b>10 heures</b>

**TEMPS NET DE FONCTIONNEMENT :**

**10 h**

**ECART DE PERFORMANCE = TEMPS BRUT – TEMPS NET**

**11 h**

-

**10 h**

=

**1 h**



**EXEMPLE** : 12 produits P2 défectueux Temps unitaire : 10 min

**TEMPS PERDU DU AUX DEFECTUEUX :**

$$\begin{array}{ccccccc}
 & & \text{QUANTITE X TEMPS UNITAIRE} = & & & & \\
 \boxed{12} & \times & \boxed{10 \text{ min}} & = & \boxed{120 \text{ min}} & = & \frac{\boxed{120 \text{ min}}}{60 \text{ min}} = \boxed{2 \text{ h}}
 \end{array}$$

**TEMPS UTILE :**

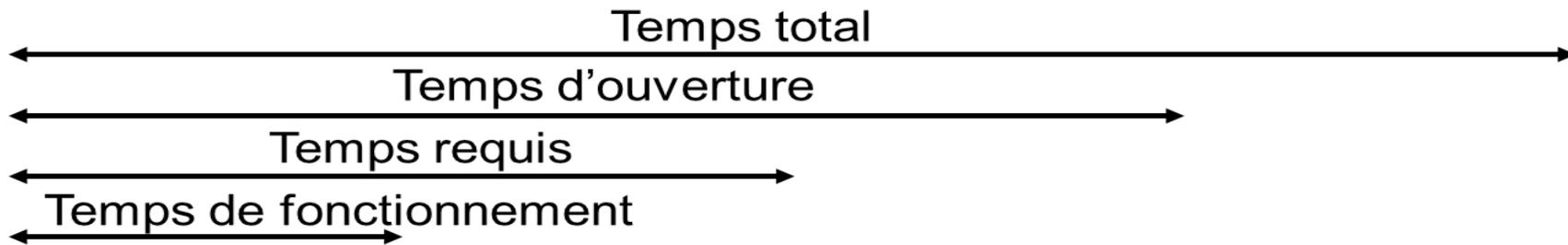
$$\begin{array}{ccc}
 \text{TEMPS NET DE} & - & \text{TEMPS PERDU DU} \\
 \text{FONCTIONNEMENT} & & \text{AUX PRODUITS DEFECTUEUX} \\
 \boxed{10 \text{ h}} & - & \boxed{2 \text{ h}} = \boxed{8 \text{ h}}
 \end{array}$$

# TAUX DE RENDEMENT GLOBAL

## Le TRG

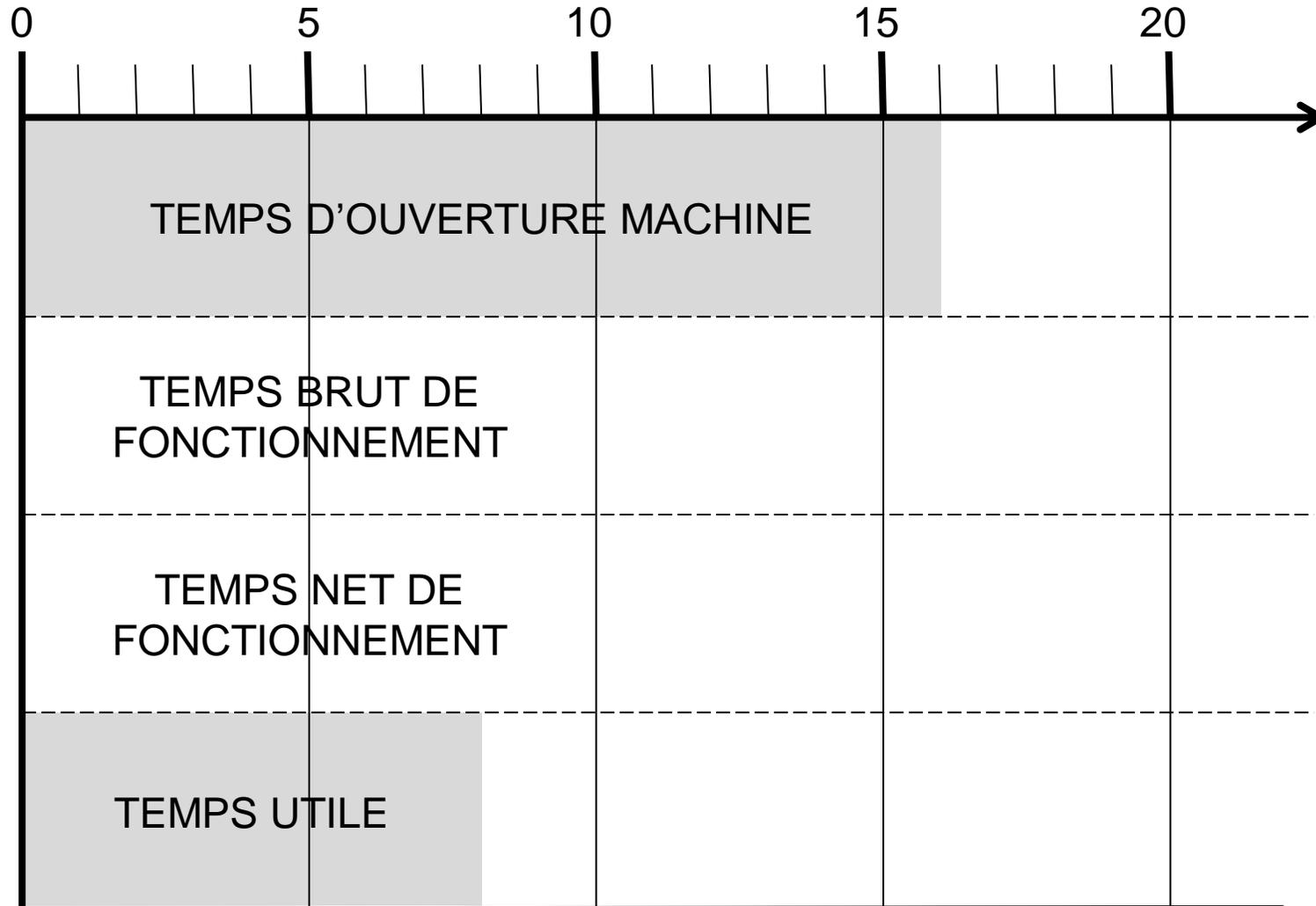
### Taux de Rendement Global

Le Taux de Rendement Global est un indicateur de productivité qui tient compte des arrêts planifiés.



Production	Arrêts non-planifiés	Arrêts Planifiés	Fermeture atelier
	Panne, Changement série, Réglages, Absence personnel, etc ...	Nettoyage, Sous-charge, Modification, Essais, Formation, Réunion, Pause, etc...	

# TAUX DE RENDEMENT GLOBAL



$$\frac{\text{TEMPS UTILE}}{\text{TEMPS D'OUVERTURE}} = \frac{8}{16} = 50\%$$

# TPM

## Le TRS

### Taux de Rendement Synthétique

Le Taux de Rendement Synthétique est un indicateur mesurant l'utilisation effective d'un moyen de production.

TRS =	Taux Disponibilité	Taux Performance	Taux Qualité
-------	-----------------------	---------------------	-----------------

Disponibilité	Temps de production / Temps planifié pour la production
---------------	--

Performance	Cadence constatée/ Cadence nominale
-------------	--

Qualité	Nombre de pièces bonnes/ Nombre de pièces fabriquées
---------	---

# MESURE DE LA FIABILITE

## Calcul du Temps Moyen Entre Interventions (TMEI)

### CALCUL :

NOMBRE TOTAL DES DEFAILLANCES :

TOTAL DES TEMPS DE BON FONCTIONNEMENT :

Temps total – Temps d'arrêt total

$$\text{50 h} - \text{15 h} = \text{35 h}$$

MTBF

$$= \frac{\text{TOTAL DES TEMPS DE BON FONCTIONNEMENT}}{\text{NOMBRE TOTAL DES DEFAILLANCES}} = \frac{\text{35 h}}{\text{5}} = \text{7 h}$$

# MESURE DE LA MAINTENABILITE

## Calcul du Temps Moyen d'Interventions (TMI)

### CALCUL :

NOMBRE TOTAL DES TACHES DE REPARATION :

5

TOTAL DES TEMPS DES TACHES DE REPARATION :

15 h

$$\text{MTTR} = \frac{\text{TOTAL DES TEMPS DES TACHES DE REPARATION}}{\text{NOMBRE TOTAL DES TACHES DE REPARATION}} = \frac{15 \text{ h}}{5} = 3 \text{ h}$$

# 1- Un objectif



# 1. Un objectif : la disponibilité réelle des équipements

**Temps requis : 8h**

*Disponibilité : 74 %*

**Temps brut de fonctionnement : 6h**

Pertes  
2 h

1. Arrêts pour pannes
2. Autres arrêts

*Efficacité : 76 %*

**Temps net de  
fonctionnement : 4,5 h**

Pertes  
1,5 h

3. Micro-arrêts
4. Ralentissements

*Qualité : 97 %*

**Temps utile : 4,4 h**

Pertes  
6 min.

5. Produits non conformes

**TRS : 55 %**



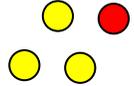
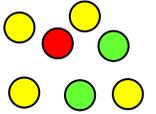
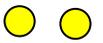
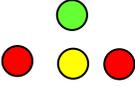
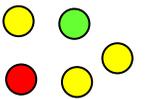
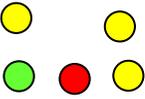
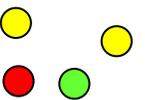
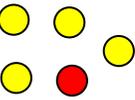
# Exercice d'application

- Temps requis 16h
- Arrêts identifiés
  - Panne 45 min.
  - Changement de série 1h 15 min
  - Manque de matière 30 min
- Production (total) : 1 120
- Non conformes : 80
- Cadence nominale : 100 / h

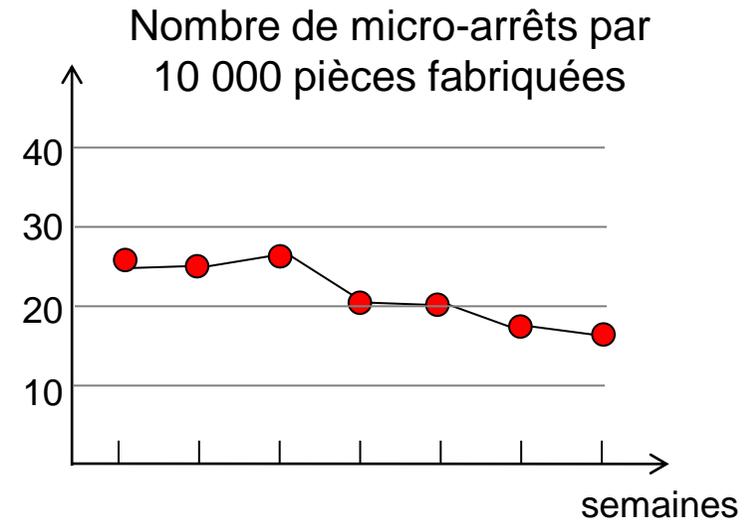
Temps requis	16 h
Temps brut de fonctionnement	13,5 h
Production	1 120
Cadence nominale	100
Temps net de fonctionnement	11,20 h
Pièces non conformes	80
Temps perdu / non conformes	0,80 h
Temps utile	10,40 h
TRS	65 %



# Comment noter les micro-arrêts ?

Vendredi				
Jeudi				
Mercredi				
Mardi				
Lundi				

 Type A	<b>14</b>			
 Type B	<b>4</b>			
 Type C	<b>4</b>			
Total	<b>22</b>			



Colleuse APS N°1		sec	nb	tps mn
1	38 Bourrage film	60		
2	Interface DX défectueuse	60		
3	60 Défaut canal intro cartouche	30		
4	63 Défaut canal intro cartouche	30		
5	34 Défaut de débobinage film	60		
6	Défaut station de collage	120		
7	33 Cartouche pas ouverte	30		
8	241 Station pochette défectueuse	30		
9	32 Défaut couteau	60		
10	Reste film dans boitier débiteur	30		
11	46 Obturateur à déchet ouvert	30		
12	frein film service	30		
13	film inverse	60		
14	perfo abimée début film	60		
15	71 transport film dérangé	60		
16	film non admis	20		

cumul	
nb	tps mn
128	128,0
16	16,0
10	5,0
34	17,0
14	14,0
11	22,0
2	1,0
1	0,5
0	
3	1,5
9	4,5
2	1,0
4	4,0
6	6,0
7	7,0
4	1,3

total 

0	0
---	---

251	229
-----	-----

Temps d'arrêt pour pb technique en minutes 

0
---

Temps d'arrêt planifié en minutes 

--

Temps intervention maintenance en minutes 

--

total arrêt en minutes 

0
---

229
20
40
<b>289</b>

nb films collés 

--

n de lots 

--

nb de films / lot 

--

7826
192
41

temps de collage en minutes 

--

temps effectif en minutes 

0
---

1935
1646

productivité nb films / heure 

--

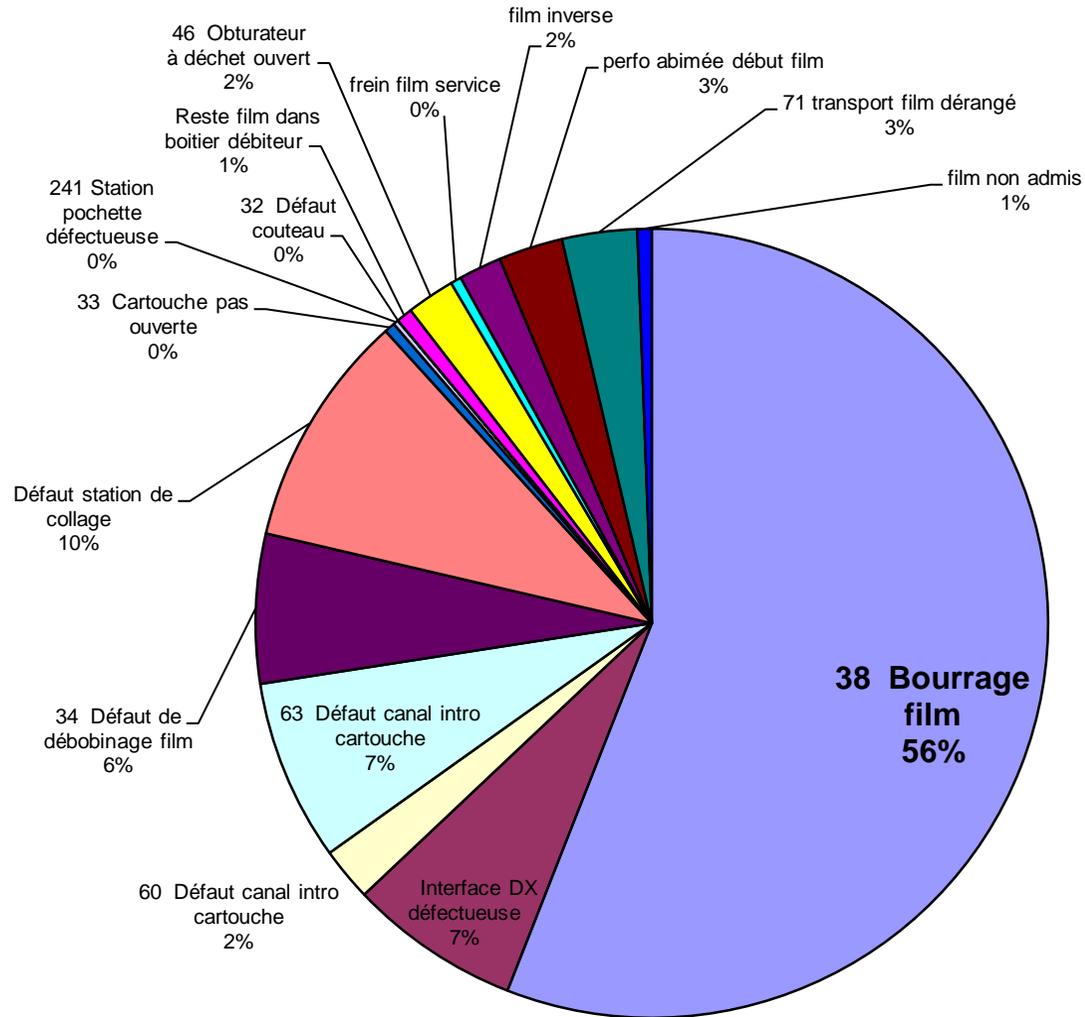
productivité SANS les temps d'arrêt 

--

243
285

**15% d'arrêt**

# Répartition des alarmes en temps

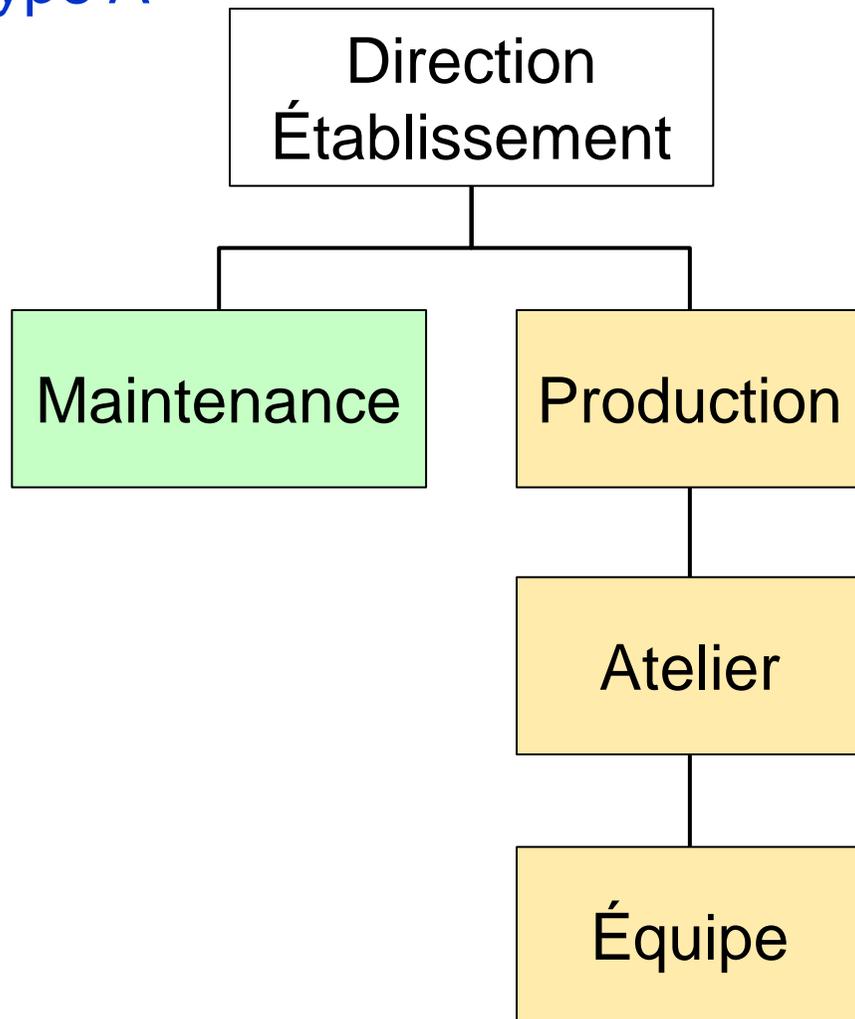


## 2- Une organisation

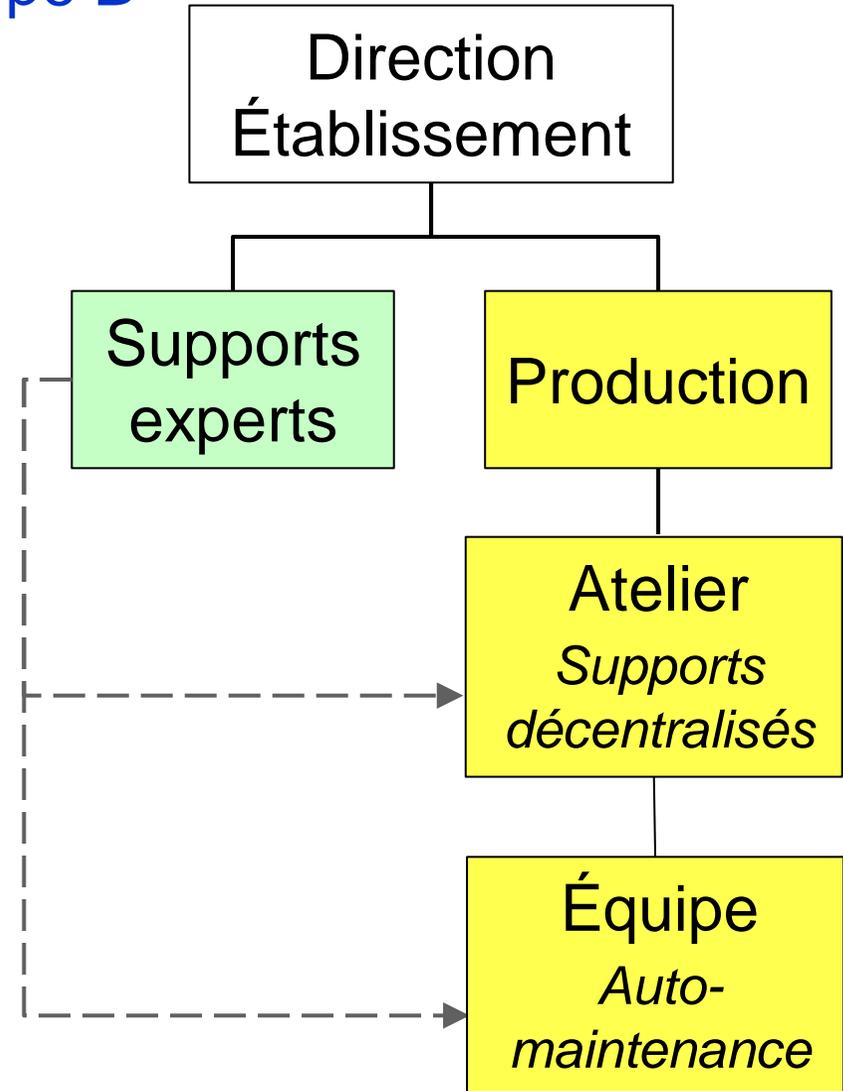


## 2. UNE ORGANISATION : LA MAINTENANCE SUR LE TERRAIN

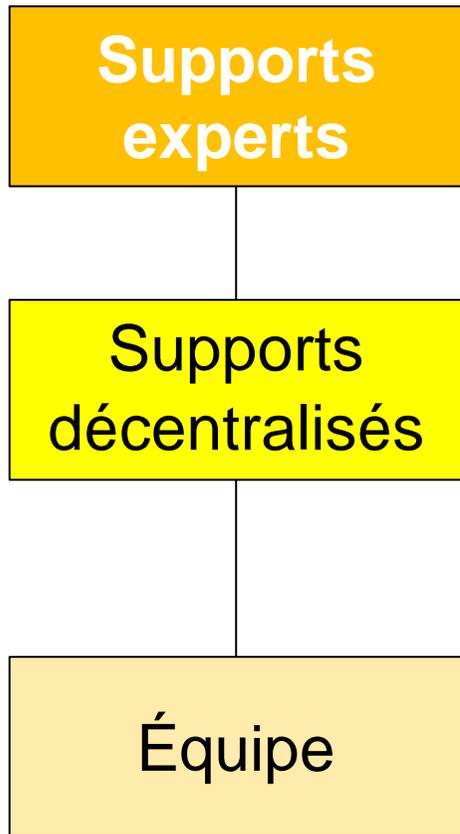
Type A



Type B



# LA RÉPARTITION DES RÔLES

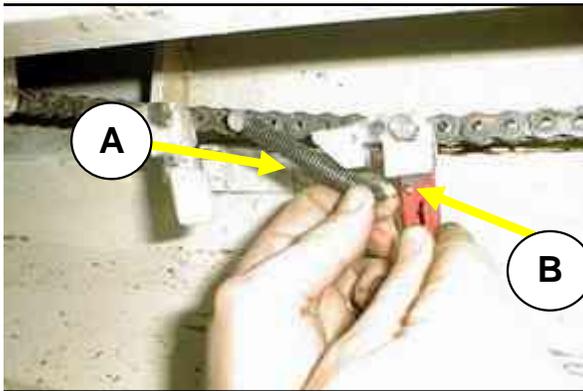


- Maintenance niveau **3 et +**
- Management de la fonction Maintenance
- Développement du savoir-faire
- Maintenance niveau **2 et 3**
- Documentation technique d'atelier
- Support aux équipes
- Formation du personnel
- Maintenance niveau **1 et 2**
  - ✓ Visites quotidiennes d'inspection du matériel
  - ✓ Actions préventives quotidiennes
  - ✓ Surveillance et alerte en cas d'anomalie
  - ✓ Interventions correctives simples
  - ✓ Participation au diagnostic suite à une panne
  - ✓ Participation à la résolution de problèmes



# EXEMPLE DE SUPPORT POUR L'AUTO-MAINTENANCE

## Changement des taquets sur les filmeuses

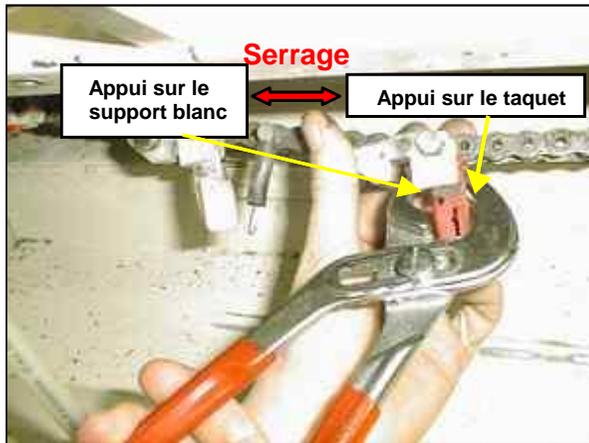


**1. Arrêter la machine avec l'arrêt d'urgence**

**2. Ouvrir le carter**

**3. Enlever le taquet cassé**

- a) Enlever le ressort A en le sortant du trou du taquet B
- b) Déboîter le taquet en faisant levier avec un tournevis
- c) Tirer le taquet à l'aide d'une pince

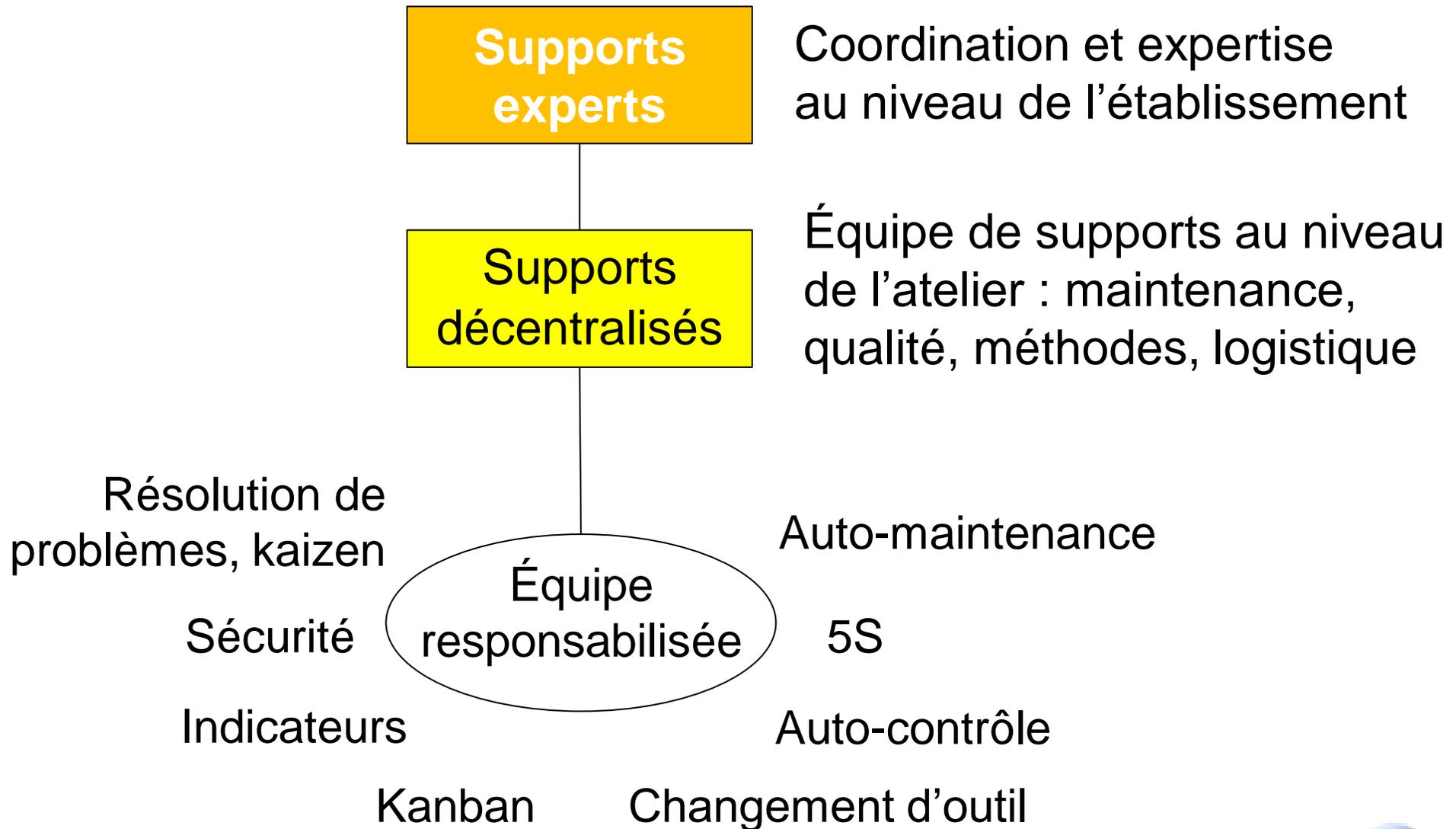


**4. Mettre en place le nouveau taquet**

- a) Emboîter le taquet dans le support
- b) Serrer
- c) Monter le ressort sur le taquet
- d) Fermer le carter et mettre en route



# VERS L'ÉQUIPE RESPONSABILISÉE



# 4- Des méthodes



# DES MÉTHODES



1. KAIZEN

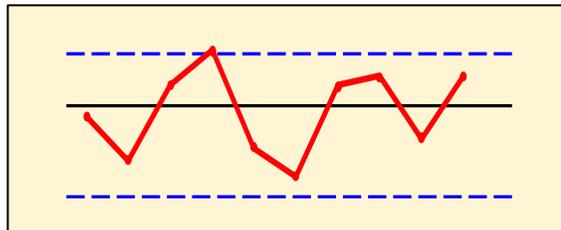


5. SMED

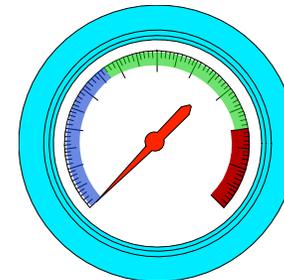


2. 5S

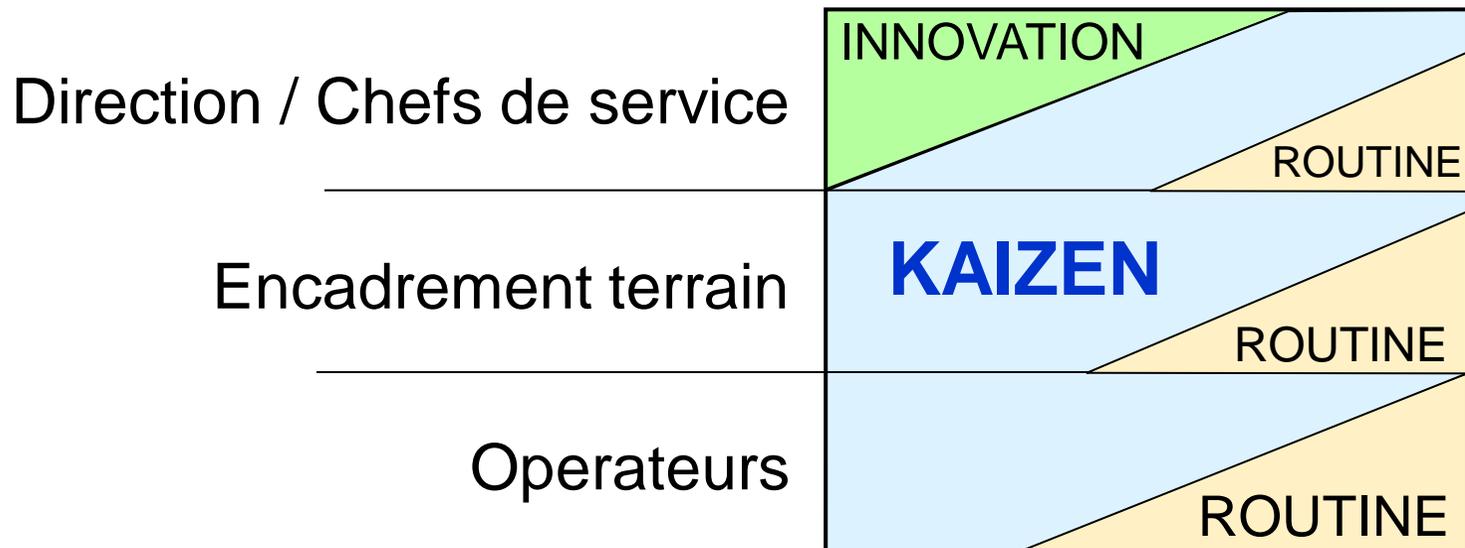
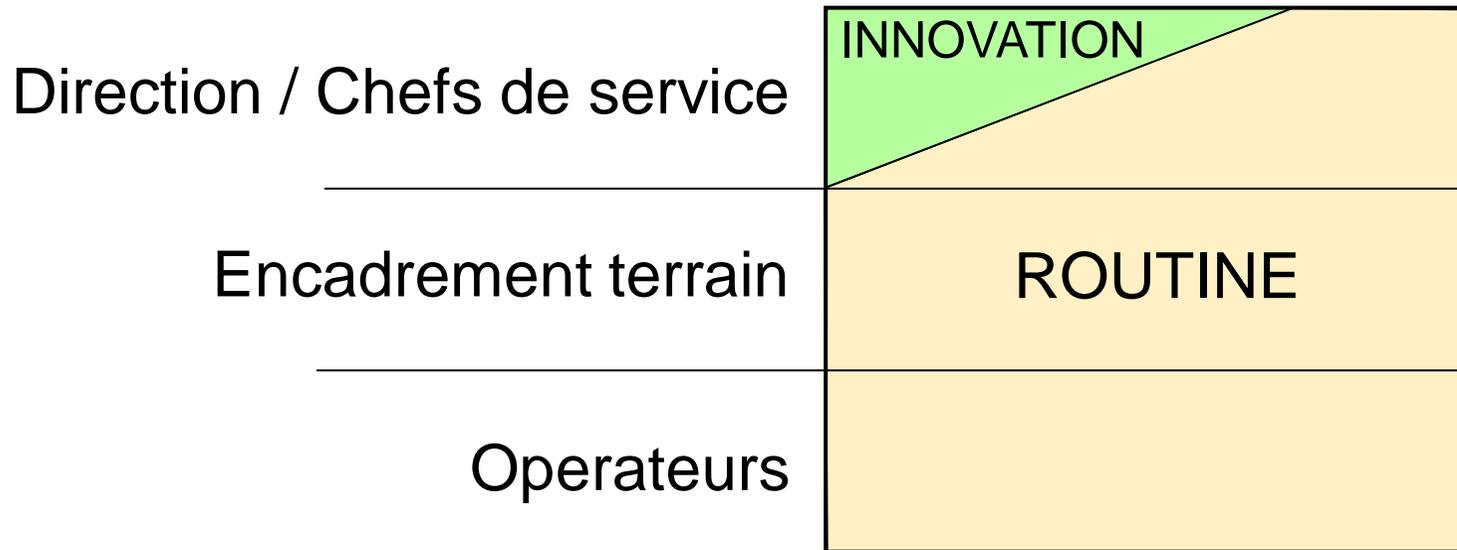
4. MSP



3. MANAGEMENT VISUEL



# 1. LE KAIZEN



# 1. LE KAIZEN

## Les 7 règles pour un « KAIZEN »

1. Respecter l'autre
2. Documenter la réalité
3. Poser 5 fois la question pourquoi ?
4. Toutes les idées sont bonnes à exprimer
5. Ne pas hésiter à essayer ou alors simuler et garder l'esprit ouvert (pas de brain storming ; se "salir" les mains)
6. Seuls les plans réalisés sont bons
7. Garder la sécurité en priorité

# 1. LE KAIZEN

## Choix des membres de l'équipe

- ④ Prendre en compte la diversité de l'atelier
- ④ 6 à 10 personnes
- ④ Les membres sont choisis selon la compétence nécessaire requise. En général l'équipe est composée de:
  - ✓ Opérateurs
  - ✓ Technicien de Maintenance
  - ✓ Un "œil extérieur"
  - ✓ Support technique
  - ✓ Une personne HSE, qualité, planning (si nécessaire)

# 1. LE KAIZEN

## Les 10 leçons du « KAIZEN »

- 1) S'il n'y a pas de besoins, il n'y a pas lieu de faire un « KAIZEN »
- 2) Le succès viendra de l'état de départ et des objectifs
- 3) « Vite et grossier » est préférable à « élégant et lent »
- 4) Mieux être avisé que chercher une excuse
- 5) Utiliser sa jugeote, pas d'argent ; à défaut d'idée on utilise son corps
- 6) Utiliser nos propres mains
- 7) L'observation permanente des processus réels et des matières expose les gaspillages en production
- 8) Soyons persévérant pour éliminer tous les « MUDAS »
- 9) Un « KAIZEN » apporte beaucoup, y compris une réduction des coûts
- 10) Il faut un suivi pour confirmer les résultats et continuer l'amélioration

# Les résultats du « KAIZEN » »

**AVANT**



**APRES**



# Les résultats du « KAIZEN »

**AVANT**



**APRES**



# Les résultats du « KAIZEN » »

**AVANT**



**APRES**



# Les résultats du « KAIZEN »

**AVANT**



**APRES**



# Les résultats du « KAIZEN » »

**AVANT**



**APRES**



# Les résultats du « KAIZEN »

**AVANT**



**APRES**



# Les résultats du « KAIZEN »

## APRES

## AVANT



# Les résultats du « KAIZEN »

**AVANT**



**APRES**



# Les résultats du « KAIZEN »

**AVANT**



**APRES**



# Les résultats du « KAIZEN »

**AVANT**



**APRES**



# Les résultats du « KAIZEN »

**AVANT**



**APRES**



# Les résultats du « KAIZEN »

**AVANT**



**APRES**



# Les résultats du « KAIZEN »

**AVANT**



**APRES**



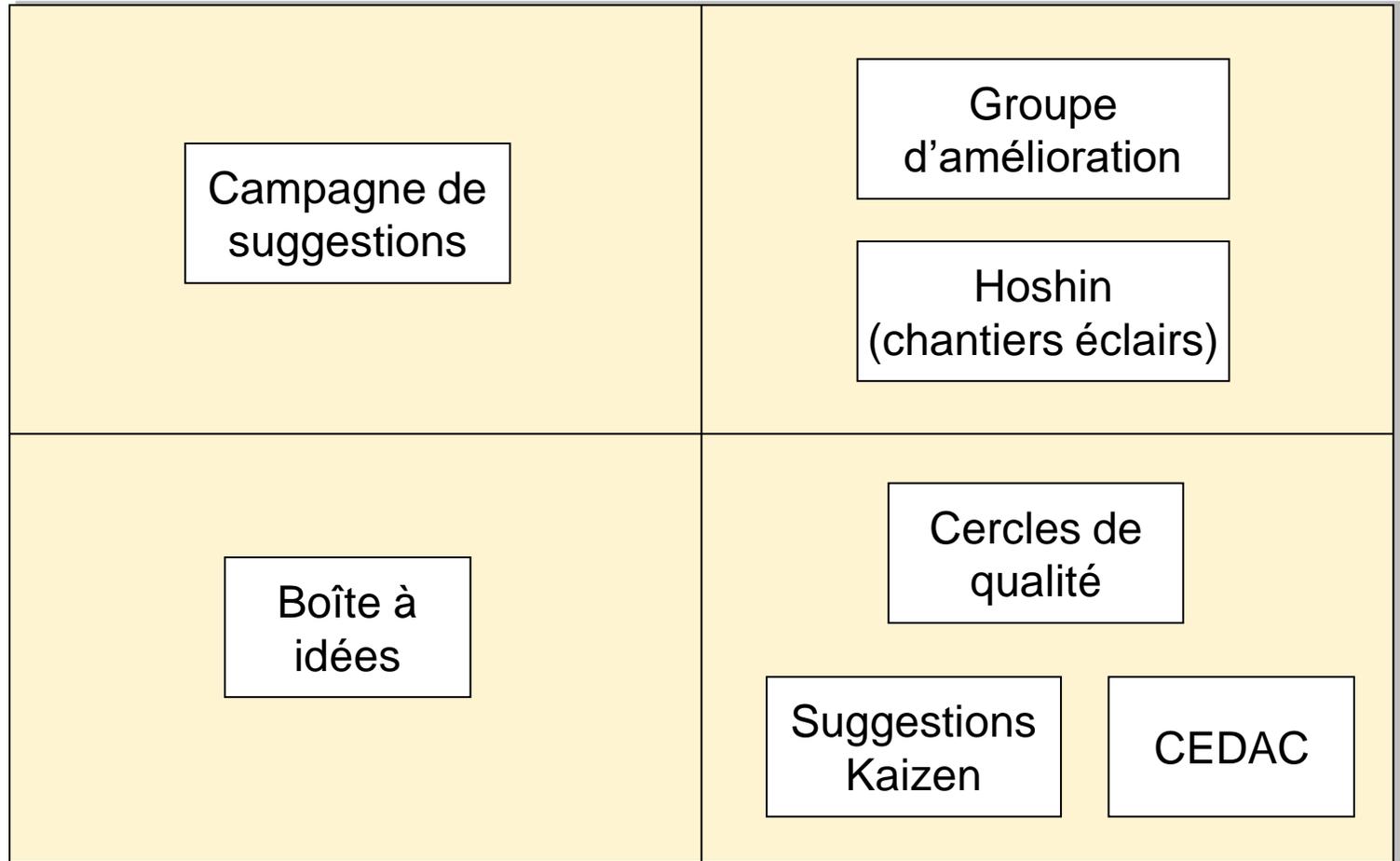
# LA PRATIQUE DU KAIZEN



STRUCTURÉ



SPONTANÉ



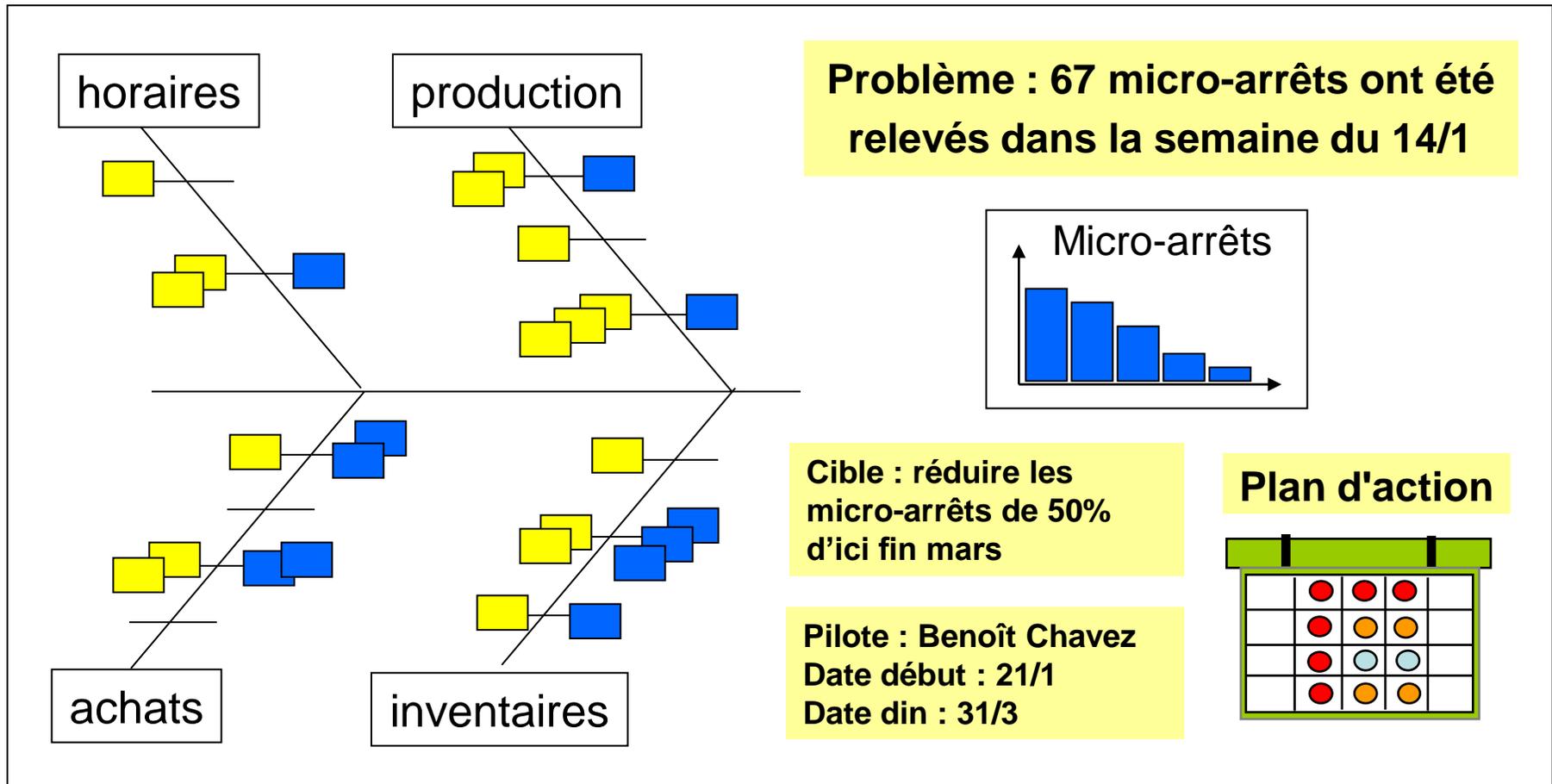
INDIVIDUEL



COLLECTIF



# CEDAC : CAUSES AND EFFECTS DIAGRAM WITH THE ADDITION OF CARDS



- Ticket d'observation : on le place quand on observe un fait lié au problème
- Ticket d'amélioration : on le place quand on a une suggestion à faire





# SUGGESTIONS KAIZEN (1/2)



# SUGGESTIONS KAIZEN (2/2)

 SYSTEME DE PRODUCTION RESOLUTION DE PROBLEMES					
DATE	POSTES	PROBLEMES	SOLUTIONS	RESPONSABLE	DELAI
15/4	Boquoy	Arrêt d'urgence avec causes variées et intercalaires	Placer les miroirs en haut ou déplacer les A.1	J. Doherty J.M. Simmon	22/05/94
09/05	Boquoy gauche.	Fermeture bloquée	impossible d'ouvrir la fenêtre au dessus du poste	PREZELIN.	
5/05	MIROIRS	Plus de pince pour faire les réparations.	installer des pinces sur les 2 machines miroirs	J. Doherty B. PATRY	Voir PA
5/05	Idem sans Boquoy	↗			
19/05	TRANSFERT	PLATEAUX BLOQUENT SUR TRANSFERT INFÉRIEUR DROIT	changer les bandes.	Y. PRIMA.	19/05/94.
17/05	Fin de ligne		installer une soufflette	J. Doherty	19/05/94

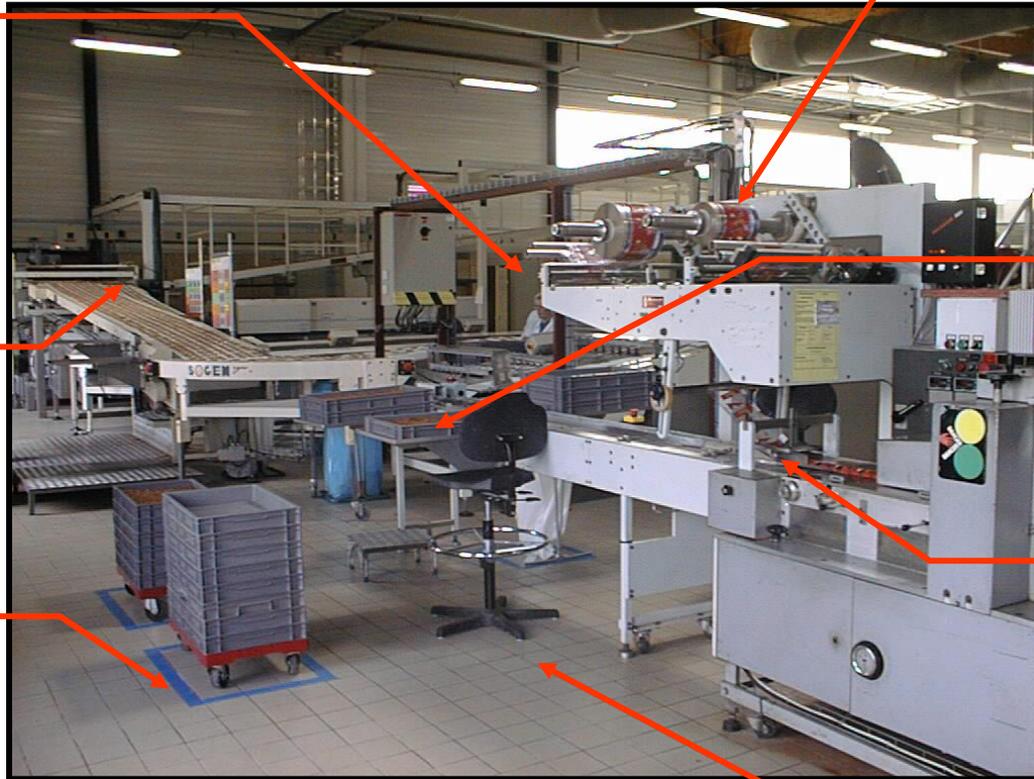


# RÉSULTAT D'UN CHANTIER HOSHIN

Suppression  
des câbles au  
sol

Réduction de la  
longueur du  
tapis

Marquages  
au sol



Rapprochement de  
la trieuse et du poste  
de contrôle des étuis

Meilleure ergonomie  
du poste de travail

Changement des  
roulettes de guidage

Diminution de 40%  
de la surface et de  
35% des en-cours



## 2. LES 5S

- ✓ 5S : outil de base de l'amélioration du système de production.



## 2. LES 5S

### ✓ **Les avantages des 5 S – La sécurité**

Un lieu de travail organisé, propre et en ordre est un lieu de travail beaucoup plus sûr. Les activités de la démarche 5S permettent de supprimer les facteurs de risques susceptibles de causer des préjudices.

## 2. LES 5S

### ✓ **Les avantages des 5 S – La qualité**

Les procédés et équipements propres et organisés contribuent à l'obtention d'un produit de meilleure qualité.

## 2. LES 5S

### ✓ **Les avantages des 5 S – Le contrôle**

Les 5S vous aident à facilement contrôler votre procédé.

## 2. LES 5S

### ✓ Les avantages des 5 S – La productivité

Stimuler les efforts pour augmenter la productivité par une meilleur utilisation du personnel, de l'espace, des équipements et du temps.



## 2. LES 5S

Fiche ENSACHEUSE

GAMME DE NETTOYAGE

# GAMME DE NETTOYAGE

QUE FAUT-IL NETTOYER, QUAND ET COMMENT

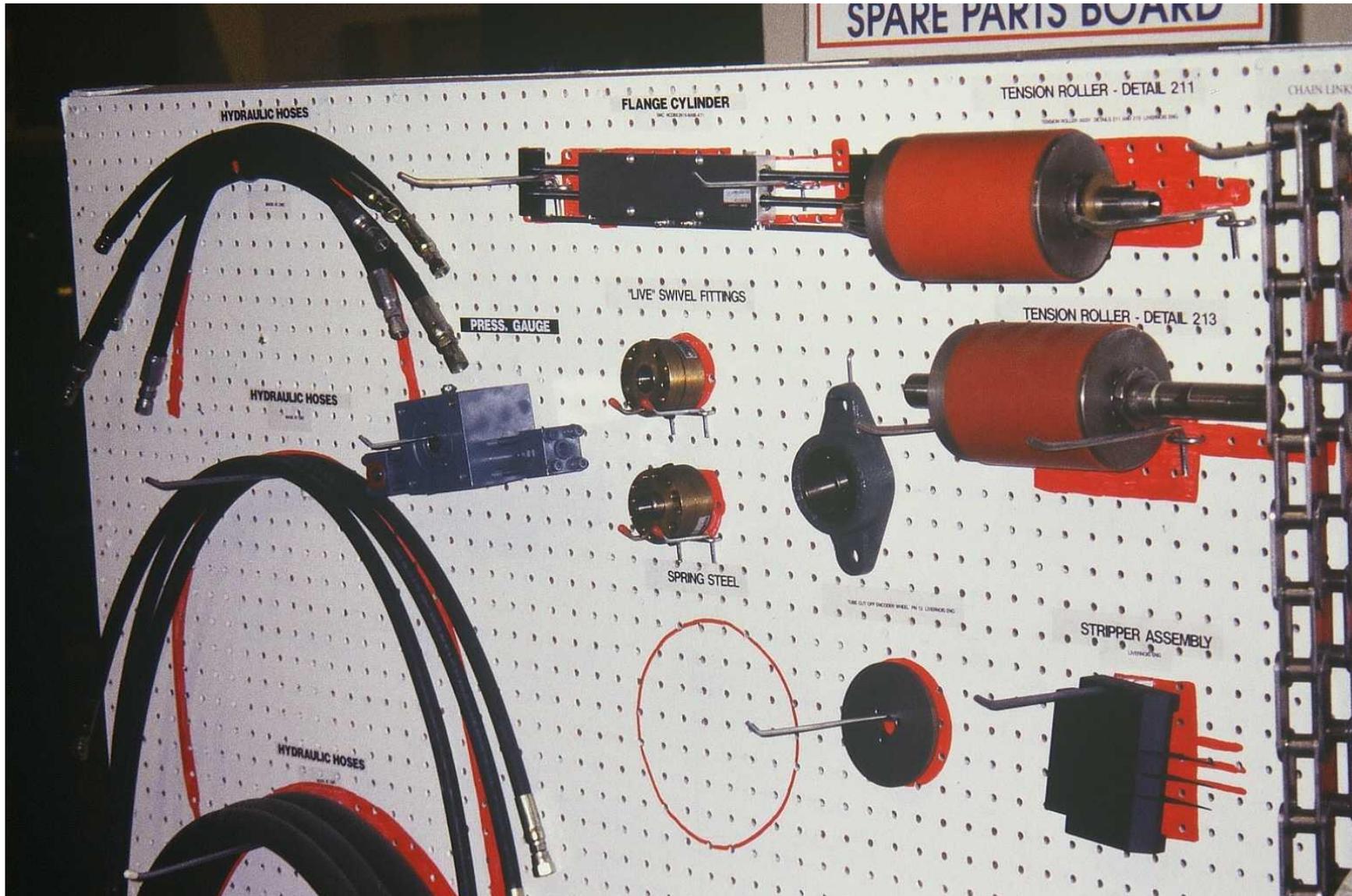
N°	QUOI	QUI	QUAND	COMBIEN DE TEMPS	COMMENT
1	CARTERS	MACHINISTE	1 <sup>er</sup> Mercredi du mois : équipe du SOIR	10 minutes	Chiffons + produits
2	GODETS	MACHINISTE enrobage conditionnement	WEEK END	5 minutes par godet	Plonge
3	CONFORMATEUR	MACHINISTE enrobage conditionnement	WEEK END	5 minutes	Baguette + chiffons
4	DESSUS ENSACHEUSE	MACHINISTE	A chaque fin d'équipe	5 minutes	Soufflette + chiffons



## 2. LES 5S



# 2. LES 5S

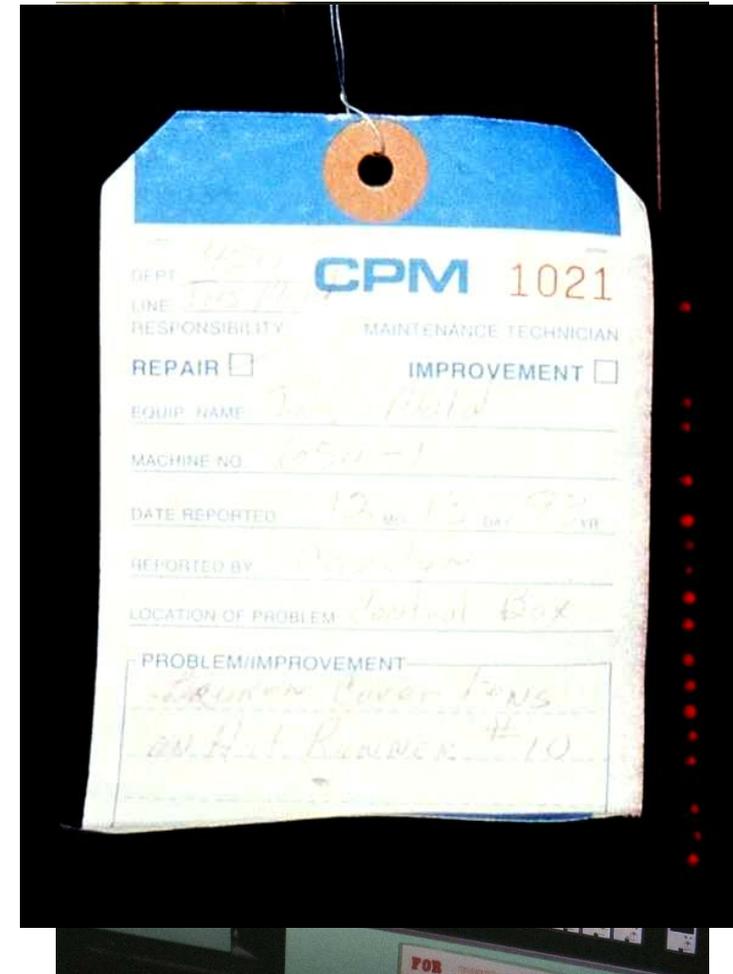


## 2. LES 5S

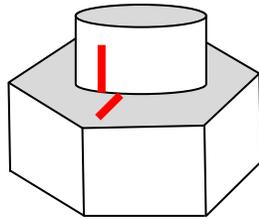
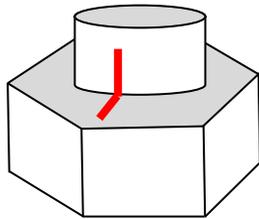




# 3. LE MANAGEMENT VISUEL (2/4)



# 3. LE MANAGEMENT VISUEL (3/4)

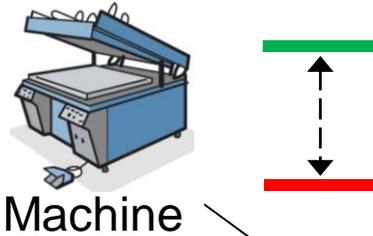


# 3. LE MANAGEMENT VISUEL (4/4)

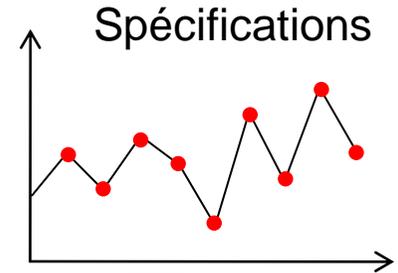
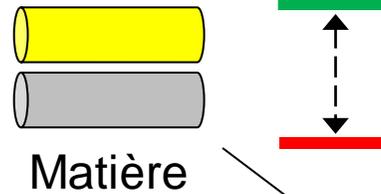


# 4. LA MSP (1/2)

Après quelques heures la machine se dérègle



Deux lots de matière ne réagissent pas de la même façon



Les opérateurs ont des tours de main différents

Chaque réglage a ses fiches de réglage.

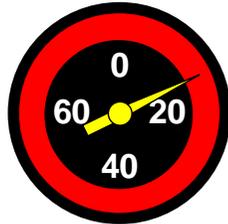
La soudure est plus difficile quand il fait froid



# LA MSP (2/2)

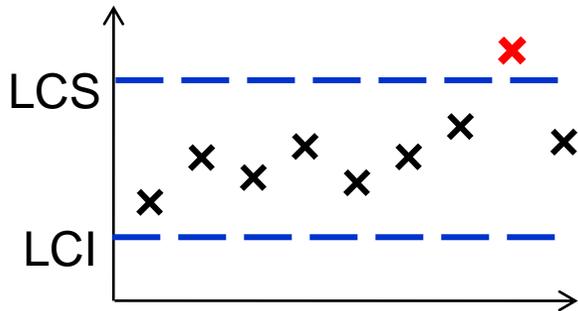
1

Uniformiser les pratiques de travail



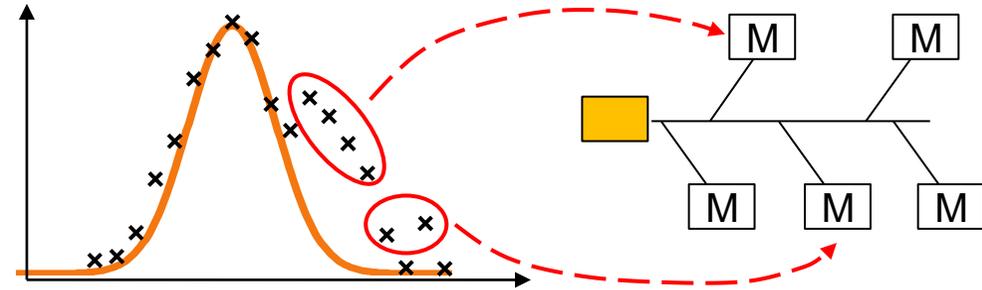
3

Placer sous contrôle



2

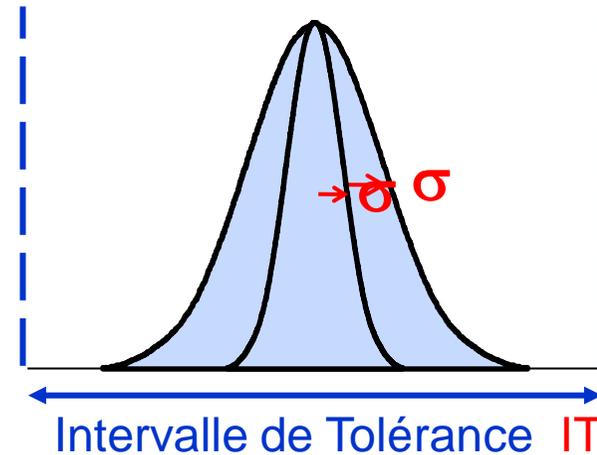
Stabiliser le processus



4

Améliorer la capabilité

$$k = IT / 6\sigma$$



## 5. **SMED** (Single Minute Exchange of Die)

Le **SMED** : Système de modification rapide des réglages des machines

## **5. SMED** (Single Minute Exchange of Die)

### **Objectifs de la méthode SMED**

- ✓ Un gain de temps
- ✓ Un gain de productivité
- ✓ Un gain d'argent

## **5. SMED** (Single Minute Exchange of Die)

### **Étapes de la méthode SMED**

1. Séparation des opérations internes et externes.

## **5. SMED** (Single Minute Exchange of Die)

### **Etapes de la méthode SMED**

2. Conversion des opérations internes en opérations externes.

## **5. SMED** (Single Minute Exchange of Die)

### **Etapes de la méthode SMED**

3. Rationalisation de tous les aspects des opérations de réglage.

## **5. SMED** (Single Minute Exchange of Die)

### **Champs d'action du SMED**

Il faut analyser le process et effectuer une définition raisonnable des postes cibles pour son application.

## 5. SMED (Single Minute Exchange of Die)

Opération	Durée	Temps externe	Temps interne
Fin de série. Comptage pièces	10 min.	<b>10 min</b>	
Attente réglage	30 min.	<b>30 min</b>	
Transport outil	20 min.	<b>20 min</b>	
Préparation outil	40 min.	<b>40 min</b>	
Fixation outil	40 min.		<b>40 min</b>
Réparation contacteur	10 min.		<b>10 min</b>
Réalisation première pièce	20 min.		<b>20 min</b>
Réalisation deuxième pièce	20 min.		<b>20 min</b>
Attente contrôleur	20 min.	<b>20 min</b>	
Réalisation troisième pièce	10 min.		<b>10 min</b>
Validation contrôleur	10 min.	<b>10 min</b>	
Démarrage	10 min.		<b>10 min</b>
	<b>240 min.</b>	<b>130 min.</b>	<b>110 min.</b>

