

UNIVERSITÉ CHEIKH ANTA DIOP



gjm,0095

**ÉCOLE SUPÉRIEURE POLYTECHNIQUE  
CENTRE DE THIÈS**

**PROJET DE FIN D'ÉTUDES  
EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME D'INGÉNIEUR DE CONCEPTION**

**IMPLANTATION D'UN SYSTÈME DE MESURE ET DE SUIVI  
PAR TABLEAUX DE BORD A LA SECTION POINTE DE LA  
SOSETRA**

DATE : JUIN 2001

AUTEUR : Mle Abibatou DIANE  
DIRECTEUR : M. Oumar DIALLO  
CO-DIRECTEUR : M. Fadel NIANG

*A mon père Doudou, ma mère Meïssa*

*A mes Frères*

*A la famille DIAGNE*

*et la Famille DIANE*

*Pour leur soutien depuis ma naissance.*

*Je vous remercierai jamais assez*

---

### **REMERCIEMENTS**

*Mes remerciements vont d'abord à M. Oumar DIALLO Directeur Technique Adjoint de la Société Sénégalaise de Transformation (SOSETRA), sans qui ce projet n'aurait pas vu le jour, de m'avoir bien encadrée tout au long de l'année et de sa précieuse contribution. Je tiens aussi à exprimer toute ma gratitude à M. Momar Talla DIAW chef de département coupe ainsi que tous les opérateurs de la section pointe à Bel Air pour toutes leurs aides, informations et disponibilité.*

*Je ne manquerai pas de remercier mes directeurs internes M. Fadel NIANG et M. Ngor SARR ainsi que tout le département de génie électromécanique pour leur encadrement et leur soutien.*

---

## **SOMMAIRE**

La section pointe de la SOSETRA, où l'on produit divers clous de différents diamètres et tailles, manque de suivi quant à la production puisqu'il arrive aux opérateurs de produire plus ou moins par rapport à la production prévue (et c'est souvent moins : 70 tonnes au lieu de 80 tonnes) sans pouvoir déterminer les causes exactes de telles situations, ni contrôler cela. Ce qui ne constitue pas toujours des pertes proprement dites mais souvent des manques à gagner ( en général le stock de pointes est toujours épuisé à la vente). C'est pourquoi il a été décidé d'implanter un système de mesure et de suivi afin de pouvoir exploiter au maximum ce secteur très productif même financièrement. La démarche utilisée fait d'abord une étude des lieux où est expliqué tout le processus de fabrication des pointes avec les aléas de fonctionnement. Un répertoire des différents acteurs de production est établi avec leurs utilités et enfin les différents modes de communication entre les ateliers de travail de même que les pratiques concluent cette partie "études des lieux".

Après avoir défini et délimité le périmètre de travail, notre objectif a été de concevoir le système de mesure en prenant comme données les temps d'arrêts par chronométrage et en les classant par type d'arrêt. Ce sont ensuite quelques outils de la qualité sous forme de graphiques très parlants, des outils simples d'analyse et d'aide à la décision tels que Pareto et le diagramme causes effets qui nous ont permis d'apprécier le comportement de chaque machine durant une certaine durée en répertoriant les principales causes de pannes. Enfin ces outils ont été complétés par la détermination de la production en cadence de chaque machine à l'aide des indicateurs déterminés, associés dans des graphiques aux principaux types d'arrêts déjà définis. Ainsi donc, chaque machine a pu être diagnostiqué et le suivi prescrit dans le rapport permet de contrôler la production.

---

## TABLES DE MATIERES

<b>Remerciements</b> .....	I
<b>Sommaire</b> .....	II
<b>INTRODUCTION</b> .....	1
<b>1<sup>ère</sup> Partie : ETUDE DES LIEUX</b> .....	3
I. Processus.....	4
I.1 Schéma de principe d'une machine de pointe.....	4
I.2 Description technique de la fabrication des pointes.....	5
I.3 Diagramme de séquençement des opérations.....	7
I.4 Matières premières et types de machines.....	8
I.5 Production horaire de pointes.....	9
I.6 Vitesse des machines.....	11
I.7 Les opérations de changements d'outils et leurs durées.....	11
II. Les Gens.....	12
II.1 Fabrication.....	12
II.2 Pesée.....	13
II.3 Intervenants externes.....	14
III. Les pratiques.....	14
III.1 Pratiques opératoires.....	14
III.2 Pratiques préventives et amélioratives.....	17
<b>2<sup>ème</sup> Partie : CONCEPTION DU SYSTEME DE MESURE</b> .....	18
I. Quoi mesurer.....	19
I.1 Comment améliorer le rendement de l'unité de travail.....	19
I.2 Les indicateurs.....	21
I.2.1 le Taux de Rendement Synthétique (T.R.S.).....	22
I.2.2 le Taux de Rendement Global (T.R.G.).....	25
I.2.3 Maintenance, M.T.B.F, M.T.T.R.....	28
II. Comment mesurer.....	29
II.1 Le registre.....	29
II.2 Le responsable du suivi.....	32
II.3 Le vérificateur.....	33

---

<b>3<sup>ème</sup> Partie : METHODES D'EXPLOITATION DU SYSTEME DE MESURE.....</b>	<b>34</b>
I. Diagramme de Pareto.....	35
II. Diagramme de causes – effet ou diagramme d'Ishikawa.....	36
<b>4<sup>ème</sup> Partie : MISE EN PRATIQUE : LES TABLEAUX DE BORD.....</b>	<b>39</b>
I. Qu'est ce qu'un tableau de bord de pilotage.....	40
II. Construire le tableau de bord.....	42
II.1 les Paretos.....	43
II.2 les diagrammes de T.R.S. et de T.R.G.....	45
1. La collecte des données.....	45
2. La mise en cohérence.....	47
3. La construction et présentation des indicateurs.....	47
4. La consolidation au niveau tableau de bord.....	52
<b>CONCLUSION et RECOMMANDATIONS.....</b>	<b>57</b>
<b>BIBLIOGRAPHIES.....</b>	<b>59</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>60</b>

---

## **LISTE DES ANNEXES**

**Annexe 1** : photocopies des bons (bon de commande interne, bon d'achat interne, bon d'achat, bon de réception, bon de sortie, transfert interne.)

**Annexe 2** : Les Check-listes anti-oublis et outils de la rigueur

**Annexe 3** : La méthode SMED : changement rapide de séries, d'outils

**Annexe 4** : Le principe et la mise en œuvre des 5S

**Annexe 5** : Les 5M

---

## **LISTE DES FIGURES**

**Figure 1.1** : Schéma de principe d'une machine de pointe

## **LISTE DES TABLEAUX**

**Tableau 1.1** : production horaire de pointe



---

## **INTRODUCTION**

Face à la concurrence, les entreprises doivent concilier l'amélioration de la qualité de leurs produits et de leurs services avec la réduction des délais et la recherche d'un plus grand degré de flexibilité. Elles doivent dans le même temps diminuer leurs coûts et augmenter leur rentabilité. Ceci introduit une notion de progrès permanent dans une démarche globale d'amélioration des ressources de production qui vise la performance économique de l'entreprise.

Une analogie, communément faite à la gestion d'une usine est la conduite automobile. Le véhicule est assimilé aux outils de production. En général pour plusieurs unités de production l'analogie s'arrête là. L'instrument le plus utile dans une voiture est le tableau de bord, qui souvent fait défaut dans l'industrie. Un tableau de bord doit indiquer tous les paramètres de gestion nécessaires à une bonne prise de décision en se basant sur un système de suivi efficace. Ainsi le gestionnaire de l'usine, les cadres bureautiques, les agents de maîtrise, ainsi que les opérateurs sauront à tout moment l'état de leur performance, les coûts qu'ils engendrent etc.

A partir de ce moment, tous les agents de l'exploitation auront un point de vue commun sur les obstacles qui les empêchent d'atteindre leurs objectifs.

Dans ce projet, dont le but est l'implantation de ce système à la section pointe de la Société Sénégalaise de Transformation à Bel Air, on adopte la démarche suivante :

En première partie, une étude des lieux est faite tant dans le domaine du processus et des pratiques que des hommes.

Le système de mesure a été ensuite conçu en deuxième partie comportant les principaux indicateurs qui nous sont utiles.

---

Ensuite, nous nous sommes proposés de définir quelques méthodes d'exploitation de ce système de mesure à l'aide de graphiques qui interviendront dans l'établissement du tableau de bord dans la troisième partie.

Et enfin, en quatrième partie, une mise en pratique, utile à toute étude, a été établie à partir des données prises à l'usine (changements de lots, pannes, temps d'arrêts...) dans le but de faire de ces indicateurs définis dans la deuxième partie un bon moyen de prise de décision

---

## **1<sup>ère</sup> Partie : ETUDE DES LIEUX**

*'On ne s'entend bien sur une solution que si l'on partage la vision du problème'.*

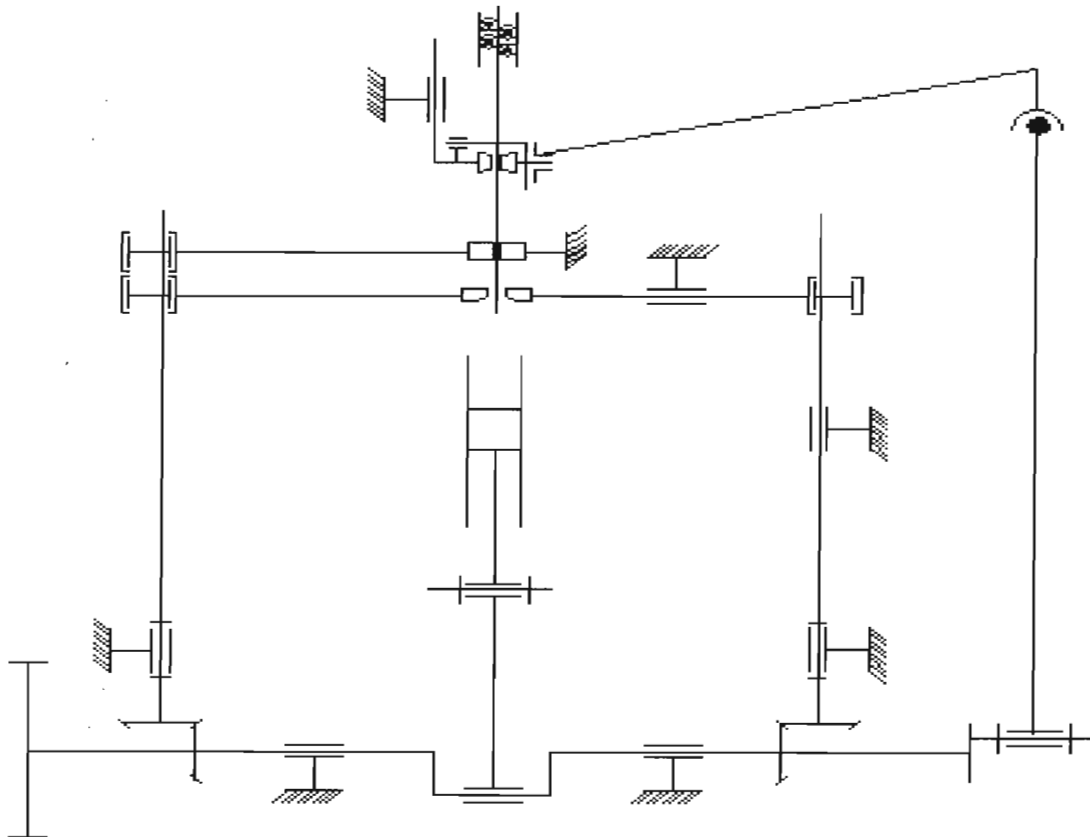
Notre étude des lieux concerne la section pointe destinée à la fabrication de plusieurs types de clous. Réaliser une étude des lieux vise un double objectif :

- Nous permettre de voir et de prendre en compte tous les aspects importants qui constituent le système dans ses dimensions multiples, tel qu'il est aujourd'hui.
- Nous assurer que cette vision de la réalité est bien partagée par les partenaires de l'exploitation.

## I. Processus

### I.1. Schéma de principe ( figure1.1)

SCHEMA DE PRINCIPED UNEMACHINE DE POINTE



---

## 1.2. Description technique de la fabrication des pointes

La matière première, de l'acier, sous forme de bobines a un diamètre initial de 5.5mm ou 6.5mm. Elle passe ensuite par des tréfileuses dénommées les KED et les GMD ; ces dernières sont constituées d'un certain nombre de cylindres qui dépend de la taille de fil à obtenir. La rotation de ces cylindres autour d'eux-mêmes permet au fil fixé au départ de subir une traction qui aura comme effet de diminuer la taille du fil.

Le fil, sorti des tréfileuses, est stocké sous forme de bobines prêt à passer par les machines de pointes.

Le processus de fabrication commence par l'enfilage consistant à disposer le fil entre les galets redresseurs puis à le faire serrer par le burin qui, avec les mâchoires, l'aide à progresser dans la machine.

L'avancée du fil est assurée par un système de manivelles reliées aux mâchoires ; la longueur de pointe est par-là même réglée par un décalage de la manivelle par desserrage puis serrage de l'écrou du tourillon de celle-ci. Le fil est serré par les mâchoires pendant que les couteaux sont ouverts ; le chariot portant le marteau étampe avance et le choc entre le marteau et le bout de fil dépassant les mâchoires fermées entraîne la formation de la tête de la pointe. Le fil avance ensuite de la longueur de fil déjà réglée, les couteaux coupent puis se retirent latéralement : la pointe est formée. Le chariot est alors chargé d'éjecter le clou ainsi formé vers le bas avant que le marteau ne vienne former la tête de la pointe suivante et ainsi de suite.

Les pointes sont, au fur et à mesure, stockées dans des bacs. Elles sont ensuite acheminées vers le barilleur. Celui-ci, sous forme de tonneau est rempli de sa capacité de pointes acceptable et de cire de bois et est soumis grâce à un moteur à

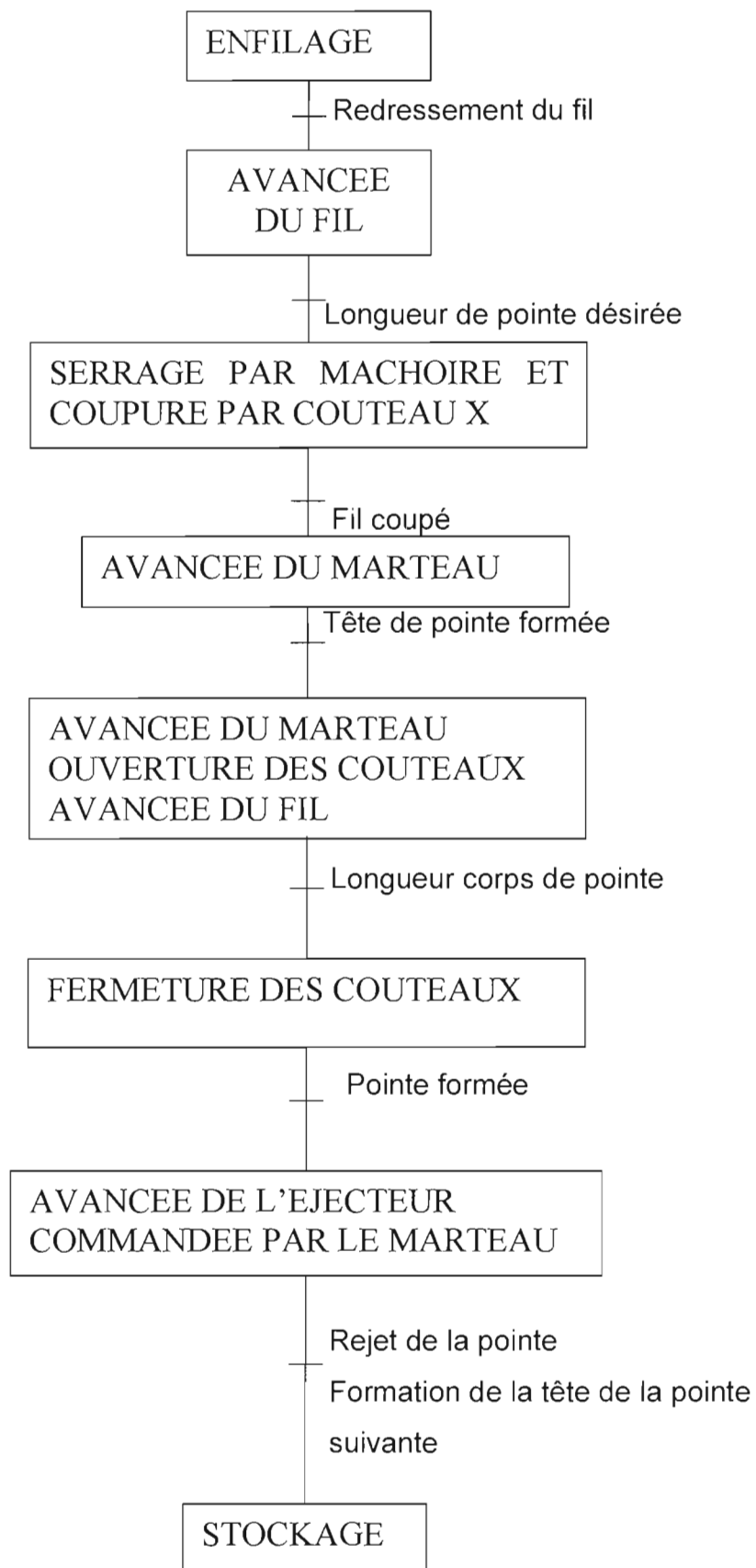
---

un cycle de rotation d'une durée d'environ d'une heure qui comprend le temps de décrassement et le temps de déversement de la poussière. A la sortie, la pointe est parfaitement nettoyée et toutes les imperfections laissées lors des coupes disparaissent.

Les pointes, maintenant prêtes à l'emploi, sont emballées par paquets de 5 kg (les peseurs emballent 3 paquets par minute) qui sont ensuite disposés par 5 dans des cartons (un carton pèsera alors 25 kg) ; l'emballage et le collage des cartons se font en une minute.

Ces cartons sont ensuite destinés au stockage en attendant leur commercialisation.

### 1.3. Diagramme de séquençage des opérations

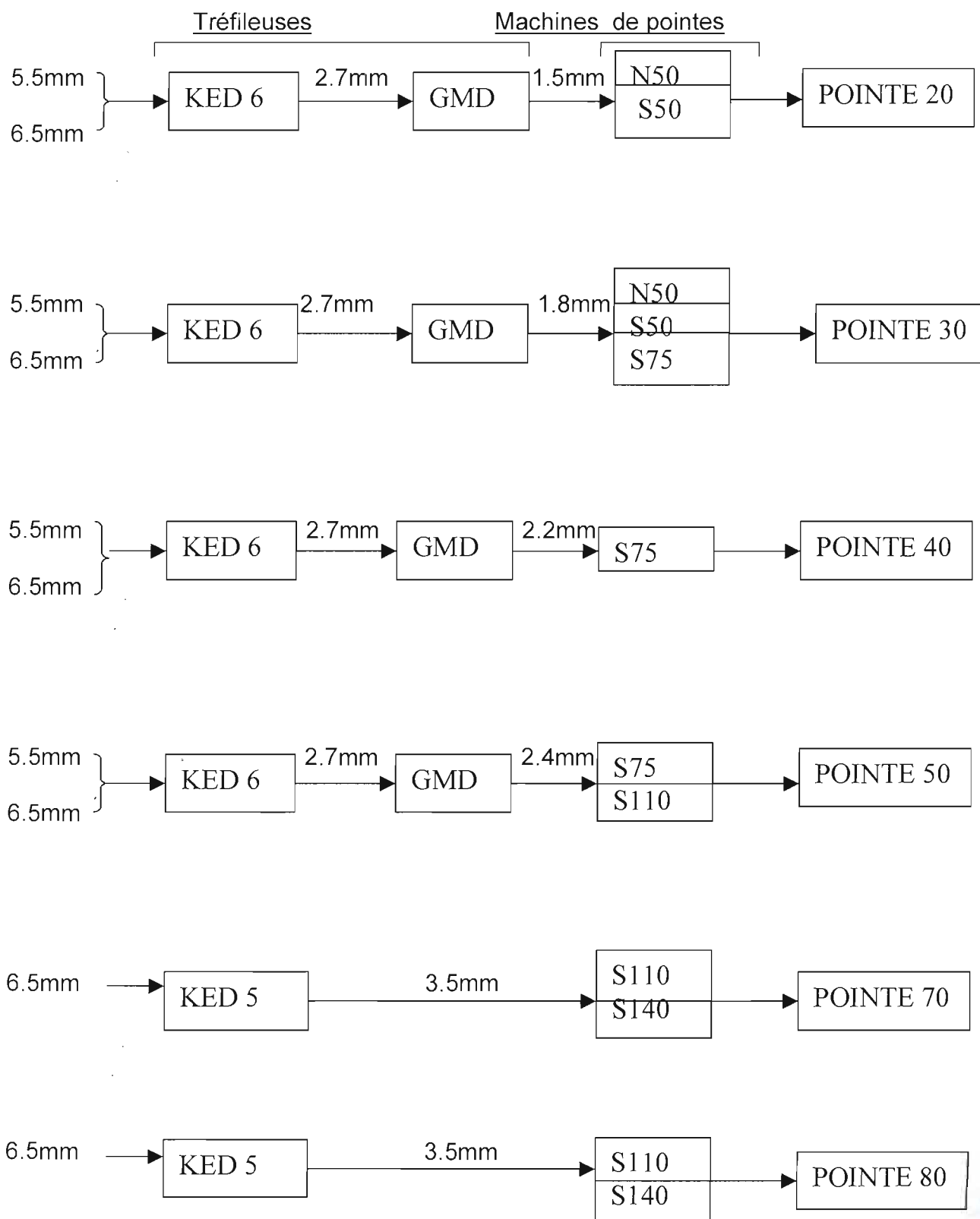


#### I.4. Matières premières et types de machine

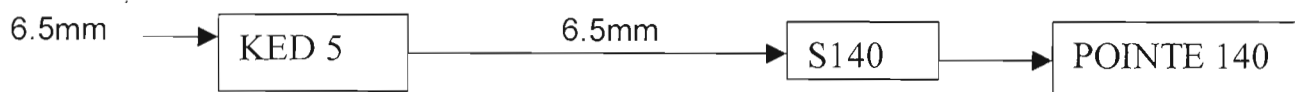
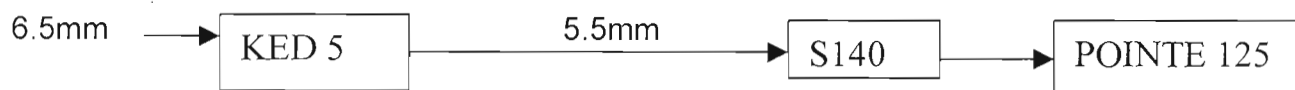
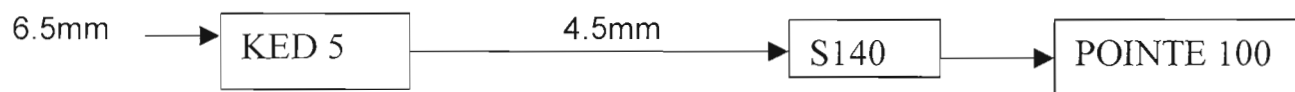
Les différents types de matières sont obtenus comme suit

Entrée,

sortie







Indication :

POINTE 20 : pointe de longueur 20mm

### 1.5. Production horaire de pointes

Pour obtenir la production horaire de chaque machine, nous avons procédé à un chronométrage : on disposait un bac vide au top chrono que l'on pesait au bout d'une heure pour les petites pointes et d'une demi-heure pour les grosses pointes (70,80, 100) car ces dernières remplissent très vite les bacs qui sont par conséquent, plus pesants.

Nous en déduisons le tableau suivant :

(Les cases ombrées indiquent la correspondance entre chacune des machines et les types de pointes fabriquées par celle-ci)

Machine	Poids (kg/h) par type de machine								
	20Ø1.5*	30Ø1.8	40Ø2.2	50Ø2.4	70Ø3.5	80Ø3.5	100Ø3.5	125	140
N50		20							
S50	19	24							
S75			27	36					
S110				59	85	110			
S140					72	72	174		

Tableau 1.1 Production horaire de pointes en kg/h

\*20Ø1.5 : pointe de longueur 20 mm et de diamètre 1,5mm

Remarques

- La N50 a connu un long arrêt dû à un problème de mâchoires d'où une production non indiquée
- La machine S75 n'est pas utilisée pour fabriquer des pointes 30, la mâchoire adaptée n'est pas disponible, seules la N50 et la S50 sont utilisées à cet effet.
- Les pointes 125 et 140 ne sont fabriquées que sur commande.
- La S110 est très productive.

---

Si nous considérons que les pointes sont fabriquées, sans aucune panne, pendant 21 heures par jour, nous pouvons obtenir une production mensuelle de 124,11 tonnes. Il est prévu de faire une production de 80 tonnes /mois.

(Nous avons considéré que chaque machine produit un seul type de pointe et on a choisi celui qui donnait la plus faible production horaire).

#### 1.6. Vitesse des machines

Un autre type de mesure consiste cette fois-ci à recevoir dans un récipient des clous pendant une minute et à les compter.

Ceci permet de pouvoir apprécier la vitesse des machines suivant le type de pointe.

S50 Ø1.8 : 513 pointes/mn

S75 Ø2.4 : 369 pointes /mn

S110 Ø3.5 : 309 pointes /mn

S140    { Ø 3.5 : 240 pointes /mn  
          { Ø 4.5 : 219 pointes /mn

#### 1.7. Les opérations de changement d'outils et leurs durées

les principales sont les suivantes :

- Changements de couteaux (démontage, affûtage, montage et réglage)

Ces changements constituent les principales causes d'arrêts des machines, et ceci du fait de la nature extrêmement rigide du fil qui déforme superficiellement la surface coupante des couteaux.

Durée moyenne : 20 mn

---

- Changement de boulons

Exemple sur S140, le boulon 16 est souvent cassé ; la durée de changement vaut: 1h40mn.

Comme la S140, la S110 et la S75 connaissent ce genre d'accident. En effet les boulons utilisés, n'ayant pas été trempés correctement (les trempes se font au chalumeau : trempes superficielles) ou étant mal adaptés, ne supportent pas longtemps les contraintes de la machine d'où une apparition assez fréquente de ce type de panne.

Seules la S50 et la N50 possèdent des boulons origines qui n'ont donc pas encore subi de défaillances.

- Changement de mâchoires

Si une mâchoire est défectueuse, le changement peut occasionner l'arrêt de la machine pendant plus d'une journée. En effet le changement consiste en une détrempe des mâchoires (recuit jusqu'à 800°C et refroidissement dans le four), puis on les dresse avec la fraiseuse ensuite on perce par paire et enfin on retrempe. Cette suite d'opérations est faite sur plusieurs mâchoires auparavant défectueuses et gardées pour la prochaine remise à neuf : ce qui explique la longue durée de l'arrêt mais aussi le fait que cela demande l'intervention de plusieurs employés.

## II. Les Gens

Ce sont tous les intervenants de 1ere ligne (opérateurs, techniciens...) ou de l'arrière (moins permanents mais appelés à influencer directement le système : contrôleur, magasinier, chef d'atelier...), leur organisation, leurs compétences. Nous

---

allons montrer schématiquement les personnes qui "touchent" directement ou indirectement, à un titre ou à un autre, tout ou une partie du périmètre

### II.1 Fabrication:

- \* Deux machinistes en quart de jour

Pape Diop : 25 ans d'expérience, 8H-18H

Hibou Ngom : 25 ans d'expérience, 8H-18H

- \* 3 personnes par quart :

1<sup>er</sup> quart : Ousmane Badji : machiniste, 6 ans d'expérience

Baba Cissé : machiniste, 3 ans d'expérience

Mbaye Gaye( journalier)

2<sup>e</sup> quart : Makhoudia Seck : machiniste, 3ans d'expérience

Ousmane Diouf : machiniste, <1 an d'expérience

Ablaye Diedhiou (journalier) : <1 an d'expérience

3<sup>e</sup> quart : Paul Koné : machiniste, plus de 20 ans d'expérience

Kébé Dieng, machiniste≈3 ans d'expérience

Balla Moussa Sagna, machiniste

Assane Diallo (journalier) : barilleur

Horaire des quarts : 6h-14h / 14h-22h / 22h-6h.

Dans tous les quarts, le travail de machinistes sur les 5 machines est assuré par les 2 machinistes ; ils sont aptes à intervenir sur les machines pour tous les types de

---

pannes sauf électromécaniques sous la surveillance des 2 machinistes en quart du jour qui interviennent en cas de pannes électromécaniques ou de fonctionnement délicat.

Le journalier doit s'occuper du barillage des pointes produites par son quart

## II.2 Pesée:

Cheikh Anta Gueye, ≈20 ans d'expérience

Ngagne Dieng, ≈ 20 ans d'expérience

Karim Sène, ≈ 5 à 6 ans d'expérience

## II.3 Intervenants externes :

Ils interviennent aussi dans les autres sections de l'usine

- Agents de la maintenance : 4 mécaniciens, 4 électriciens, 4 soudeurs, un tourneur ; ils travaillent en 3 quarts sauf le tourneur
- Magasinier: un seul travaillant de 8h à 18h.
- 4 caristes travaillant en 3 quarts.
- 2 contrôleurs de qualité travaillant de 8h à 16h

## **III. Les Pratiques**

Ce sont les habitudes, les façons de faire du passé et du présent.

On distingue les pratiques opératoires, et les pratiques préventives et amélioratives

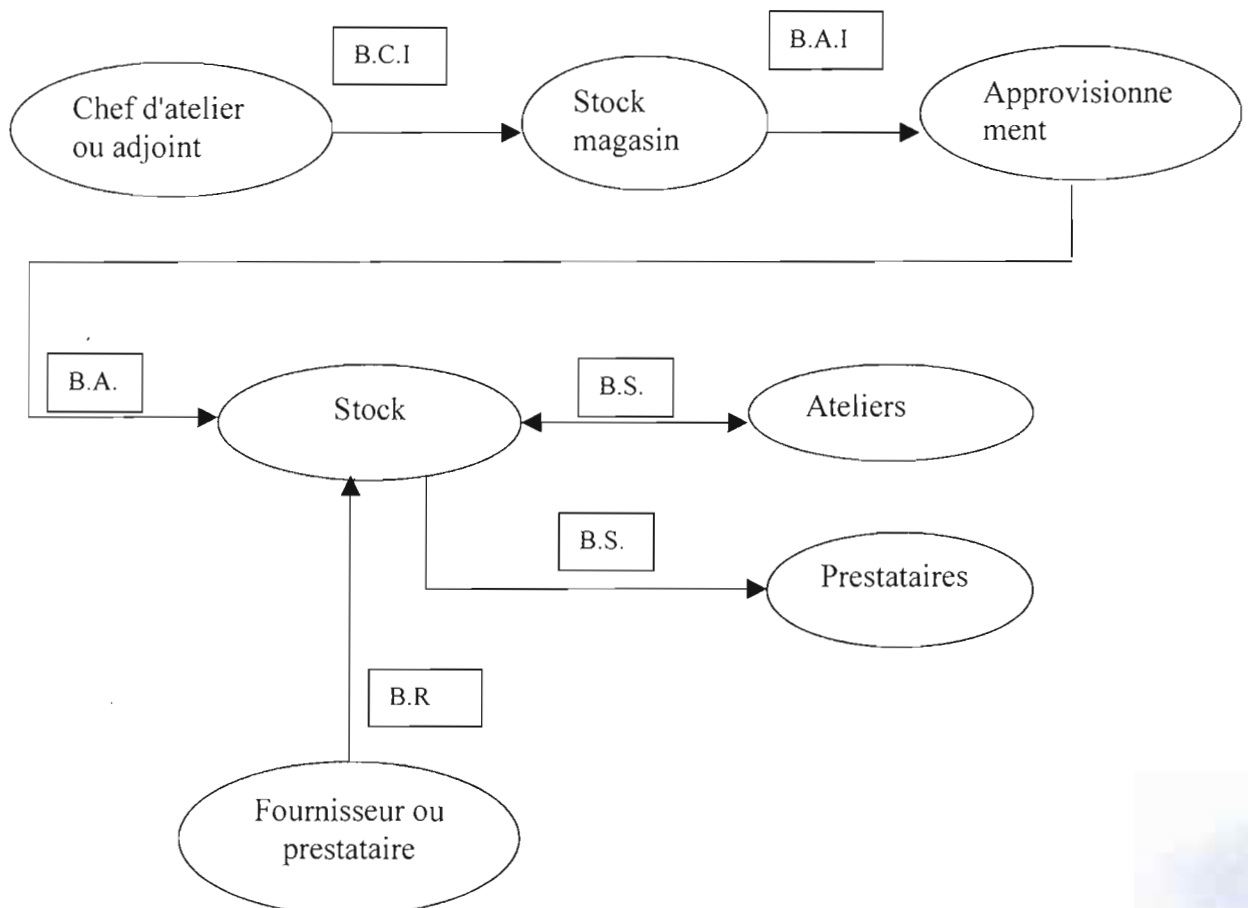
### III.1. Pratiques opératoires

Elles sont essentiellement répétitives, encadrées ou non dans des jeux d'instruction et de procédures, on pourrait citer la communication entre les différentes sections à l'aide de documents (les bons)

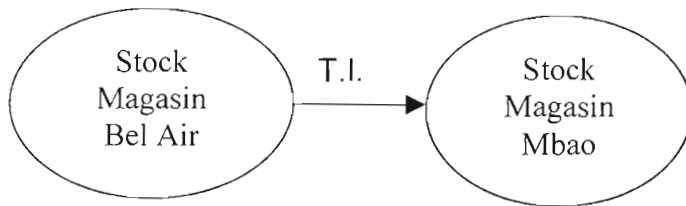
#### i. Les documents

Les contenus des bons suivants sont classés en Annexe 1

- bon de commande interne (B.C.I.)
- bon d'achat interne (B.A.I.)
- bon d'achat (B.A.)
- bon de réception (B.R.)
- bon de sortie (B.S.)



- 
- transfert interne ( T.I.)



Il existe d'autres domaines de pratiques opératoires déjà appliquées à notre section pointes :

#### ii. l'auto-maintenance

Elle est déjà appliquée dans notre section.

Elle a pour but d'apprendre aux opérateurs à garder leur installation en bon état grâce à des vérifications quotidiennes, un graissage régulier, le remplacement de certaines pièces, des réparations, des mesures de précisions et d'autres tâches de maintenance, notamment la détection précoce des anomalies.

- Chaque opérateur est responsable de la maintenance de sa machine.

Depuis toujours, les opérateurs raisonnaient de la façon suivante : "je fais tourner la machine, vous la réparer". A leurs yeux, toute la maintenance, qu'il s'agisse des petites tâches d'entretien ou de graissage, relevait de la responsabilité du personnel de maintenance ; bien qu'elle existe encore, cette attitude est tout de même erronée. Les conséquences sont très graves car ce sont eux qui au contact de la machine sont seuls capables de détecter les anomalies et peuvent prévenir les pannes en prenant quelques minutes pour resserrer les boulons, lubrifier un mécanisme,



---

dépoussiérer, éliminer les saletés sur les surfaces de frottement, essuyer la graisse etc.

- Former les opérateurs pour qu'ils connaissent leur machine

La maintenance autonome implique que les opérateurs connaissent leur machine.

La qualification professionnelle ne doit pas se limiter à la simple manipulation ; elle doit aussi inclure beaucoup de notions généralement considérées comme relevant de la maintenance. Ce point est important à noter car suivant l'expérience les opérateurs sont plus ou moins disposés à intervenir de manière efficace sur les machines.

### III.2. Pratiques préventives et amélioratives

Elles ne sont pas appliquées dans la section pointe. Elles seront développées par la suite en recommandation

Il s'agit d'applications méthodes : maintenance préventive, check listes( voir annexe2) ; de démarches d'animation sur la mesure, la qualité, la sécurité et la réduction des temps improductifs par :

- ◆ la résolution des problèmes
- ◆ la méthode SMED (Single Minute Exchange of Die) : voir annexe 3
- ◆ la simplification, les 5S : voir annexe 4
- ◆ la formation sécurité
- ◆ le contrôle qualité etc.

---

**2<sup>ème</sup> Partie : CONCEPTION DU SYSTÈME**  
**DE MESURE**

---

## I. Quoi mesurer ?

### I.1 Comment améliorer le rendement de l'unité de travail

Déterminer les différents paramètres qui permettent de diagnostiquer l'unité de travail est le principal objectif visé dans ce chapitre. Nous allons tenter de décrire la méthode qui permet d'atteindre ce but.

Nous distinguons deux manières d'y parvenir afin d'accroître le rendement des installations : la manière positive et la manière négative. La première consiste à exploiter au maximum les capacités et fonctions des matériels. La seconde, à éliminer ces obstacles à l'efficacité qui sont les grandes sources de pertes que l'on peut classer en 3 grandes familles :

#### 1. Les pertes dues au manque de fiabilité des équipements.

Elles concernent : -les arrêts dus aux pannes (disparition ou dégradation de la fonction)

-les réglages (ajustages en série)

-les pertes dues aux démarrages (préchauffage, pièces d'essai)

-les micro arrêts et marches à vide: ce sont des arrêts dont la durée n'excède 5 à 10 mn

-les défaillances chroniques devant lesquelles les services maintenance ont très souvent abdicqué, ce sont eux qui empêchent le fonctionnement automatique des équipements

-les sous-vitesses qui sont toutes baisses volontaires liées à des problèmes de fiabilité et de qualité

- les rebuts et retouches

---

-les arrêts programmés, incontournables dans une bonne exploitation des ressources de production : ce sont les nettoyages, la maintenance préventive, les inspections, les temps de réunions. Ces temps sont déduits de l'horaire de travail pour obtenir le temps d'ouverture qui sert de base au calcul du Taux de Rendement Global (T.R.G.) que l'on déterminera plus tard. Mais ce n'est parce que l'on a qualifié d'incontournables ces arrêts qu'il ne faut pas les mesurer et chercher à les diminuer.

## 2. Les pertes dues aux carences de l'organisation

Elles concernent : -les temps de changement de fabrication (le temps qui s'écoule entre l'obtention de la dernière bonne pièce de la série qui se termine jusqu'à l'obtention de la première bonne pièce de la suivante)

-la manque d'habileté, de formation, d'efficacité de l'opérateur

-le temps passé par les opérateurs à la manutention de produits ou de matières suite à la défaillance des équipements.

-le retard dans l'enchaînement des tâches dû à des déplacements ou à des problèmes divers.

-le manque de matière, d'outillage, de personnel.

-une mauvaise organisation de contrôle

-le manque de confiance dans le procédé

-l'attente de diagnostic qualité

## 3. Les pertes dues aux méthodes et procédés

Elles concernent : -le rendement des matériaux

-le rendement énergétique

---

-la surconsommation d'outillage et d'accessoires (dépenses supplémentaires de remplacement des outillages et accessoires usés ou cassés, surconsommation d'huile.

## 1.2 Les Indicateurs

Tout en conciliant amélioration de la qualité de leur produits et de leurs services avec la réduction des délais et la recherche d'un plus grand degré de flexibilité, les entreprises doivent dans le même temps diminuer leur coût et améliorer leur rentabilité. Les ressources de production comprennent les équipements bien sûr, mais aussi les Hommes et l'organisation qui leur permet d'atteindre l'efficacité maximale.

En se référant sur la marche d'une machine, on remarque qu'elle ne peut être opérationnelle à 100% durant toute la durée d'ouverture de l'atelier. Il y a nécessairement des opérations qui nécessitent son arrêt ou du moins une phase non productive ; changement de série, rechargement, maintenance... Cela introduit la notion de temps de fonctionnement brut.

Durant ce temps, on pourrait s'attendre à une production égale à ce temps divisé par la cadence nominale. Or les relevés de production montrent qu'il n'en est rien. C'était sans compter avec tous les aléas affectant les performances, pannes, dérives, micro arrêts...

*La cadence réelle est souvent toujours inférieure à la cadence nominale*

Le fonctionnement brut amputé du temps perdu donne le temps de fonctionnement réel ou temps de fonctionnement net. Hélas les pertes ne s'en tiennent pas là, car pour finir on se rend compte que le peu de temps passé à produire a produit aussi bien des pièces bonnes que des pièces mauvaises.... Certaines pièces mauvaises

peuvent être récupérées mais au prix d'un surcoût, certaines fois c'est une perte intégrale.

Seules les pièces utiles génèrent finalement du profit mais avec un tel gaspillage, il n'est pas assuré.

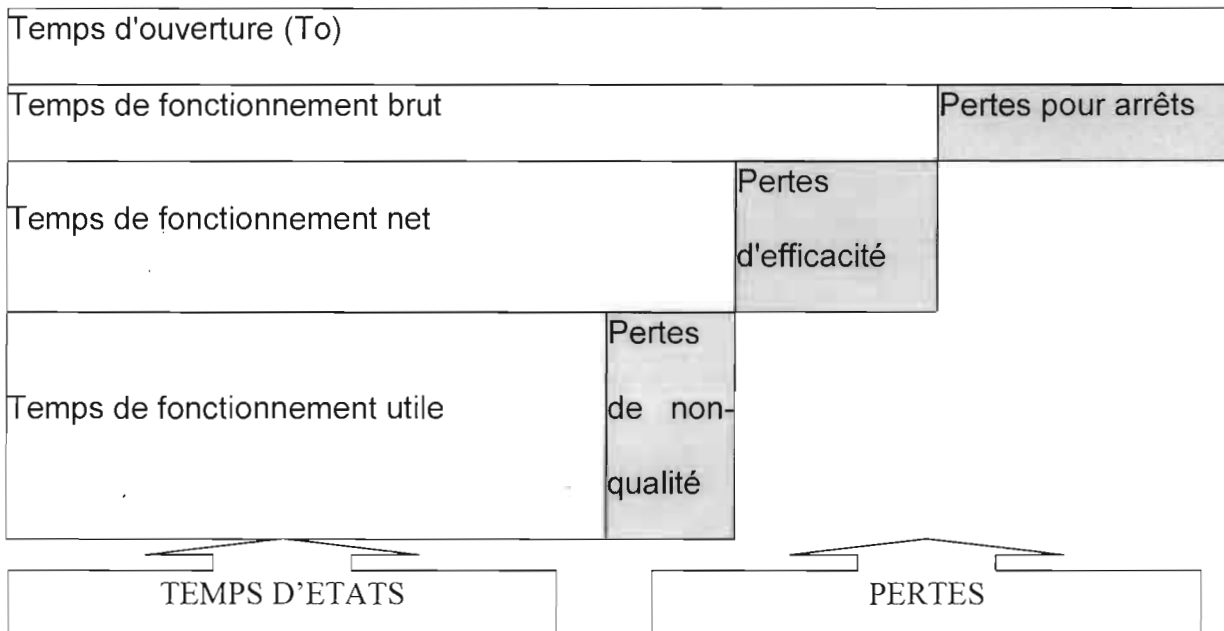


Tableau 2.1 Pertes relatives aux temps de fonctionnement

### 1.2.1 Le Taux de Rendement Synthétique (T.R.S.)

Le tableau ci-dessus montre bien les différentes composantes des pertes qui érodent la productivité de la machine. Si l'on en reste à un niveau de précision insuffisant, comme le suivi du taux de marche calendaire qui est le rapport du temps de fonctionnement de la machine au temps d'ouverture de l'atelier, cet indicateur ne sera le reflet fidèle de la situation, loin de là. Pour connaître avec précision la situation et mener des actions d'amélioration, un niveau de détail supérieur est requis. Un indicateur qui **intègre toutes les composantes** du rendement machine est le **TRS** ou **Taux de Rendement Synthétique**. Ce taux est égal au ratio du

---

temps de fonctionnement utile sur le temps total. Le TRS permet d'évaluer l'impact des arrêts légaux.

Posons :

**A** = temps d'ouverture : temps théorique de fonctionnement

$$\mathbf{T_o = 365j \times 24h}$$

**B** = temps brut de fonctionnement

**B** = **A** - total des arrêts machine (pannes, changement d'outils, approvisionnement...)

**C** = temps net de fonctionnement

**C** = **B** - pertes de performance = différence entre cadence théorique et cadence réelle due aux arrêts mineurs. Durant C on produit des ensembles bons comme des mauvais, nous posons :

**D** = temps utile  $\Rightarrow$  ne produit que des ensembles bons

**D** = **C** - pertes de qualité : non qualité pendant le fonctionnement, réglages, essais, démarrage...

Nous pouvons définir trois ratios :

$$\mathbf{Tb = \frac{B}{A} = \text{taux de fonctionnement brut}}$$

$$\mathbf{Tb = \frac{\text{temps d'ouverture} - \text{temps d'arrêts}}{\text{temps d'ouverture}}}$$

(2.1)

Le taux de fonctionnement brut ou **taux de disponibilité** ne reflète pas toutefois réellement les conditions de marche réelle. Si elle tient compte des pertes

dues aux pannes, elle ne prend pas en considération celles liées aux défauts, au ralentissement des machines et à d'autres facteurs. On traite ce problème en identifiant le **taux de performance** ou **taux d'efficacité**.

$$T_p = \frac{C}{B} = \text{taux de performance}$$

Taux de performance = Taux de fonctionnement net x rendement vitesse  
avec

$$T_{fn} = \frac{\text{Quantité réalisée x temps de cycle}}{\text{temps d'ouverture - temps d'arrêts}}$$

et rendement vitesse

$$R_v = \frac{\text{Temps de cycle théorique}}{\text{Temps de cycle réel}}$$

( 2.2)

Le taux net de fonctionnement définit le temps pendant lequel l'installation fonctionne à vitesse stabilisée pendant une période donnée. Dans ce cas, la question n'est pas de savoir à quelle vitesse l'installation fonctionne par rapport à la vitesse théorique, mais si la vitesse reste stable et constante pendant une longue période. On peut donc se servir du taux net de marche pour calculer les pertes dues aux temps de marches à vide et aux petits arrêts ou d'autres problèmes qui ne sont pas normalement consignés dans le relevé journalier.

Enfin le rendement de qualité peut être obtenu comme suit :

$$T_q = \frac{D}{C} = \text{taux de qualité}$$

$$T_q = \frac{\text{Qté traitée} - \text{Qté rebutée}}{\text{Qté totale traitée}}$$



---

Et un 'super ratio', le **Taux de Rendement synthétique T.R.S.** est le produit de ces trois rendements : **TRS= disponibilité×rendement de fonctionnement×rendement de qualité**

$$\text{TRS} = \frac{D}{A} = \frac{B}{A} \times \frac{C}{B} \times \frac{D}{C} \quad (2.4)$$

Dans l'établissement du TRS si l'un des taux le composant se dégrade, le **TRS** chute également.

### 1.2.2 Le T.R.G. (Taux de Rendement Global)

Un autre indicateur qui, cette fois-ci mesure la performance des ressources de production, est le Taux de Rendement Global T.R.G. (créé en 1970 par le Japan Institute of Plant Maintenance)

Le TRG est le rapport entre la quantité de produits bons fabriqués et la quantité de produits qu'on aurait pu fabriquer dans les conditions idéales.

D'où son temps d'ouverture :

**To= Horaire de travail – arrêts programmés**

Le **TRG**, tel qu'il a été défini précédemment nécessite de fixer quelles sont les conditions idéales d'utilisation des ressources de production. C'est-à-dire quel est le temps d'utilisation de ces ressources, et quelle est sa performance (vitesse, temps de cycle, production horaire, etc.).

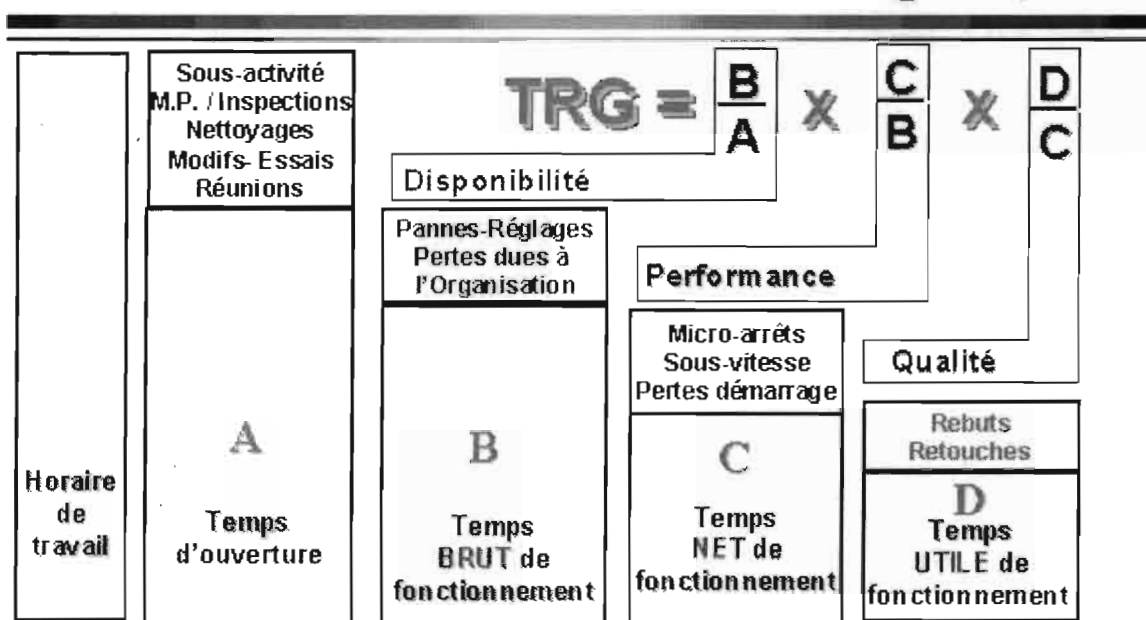
Le responsable financier de l'entreprise peut juger qu'il est nécessaire d'amortir le plus rapidement possible les investissements en les utilisant 365 jours par an 24 h ; 24. Ce sera pour lui le temps de fonctionnement idéal de la ressource. C'est

généralement l'approche de ceux qui utilisent le terme de **TRS** (Taux de Rendement Synthétique). Mais le TRG est un indicateur mesurant la performance des ressources de production et destiné au gestionnaire de ces ressources.

D'un autre côté, les performances idéales doivent se comprendre comme les conditions de fonctionnement de l'équipement sans aléas, sans pertes d'efficacité. Pour fixer ces conditions idéales il est important de dépasser le "oui mais" et d'adopter un idéal ambitieux car, plus cet idéal sera élevé, plus il permettra d'élargir le champ de réflexion concernant les possibilités d'amélioration.

Comme pour le TRS, le TRG est le produits de trois taux :

### Taux de rendement global, TRG



- le taux de disponibilité qui mesure le temps durant lequel l'équipement fonctionne,
- le taux de performance qui prend en compte le fonctionnement dans des conditions de performances anormales
- Le taux de qualité.

---

Le suivi du **TRS** permet d'avoir une vue synthétique, et l'examen de ses composantes permet de déterminer quel levier activer pour l'améliorer.

Dans beaucoup d'entreprises le TRG (en considérant toutes les unités de travail de l'entreprise) est de l'ordre de 40 à 60 %. Un TRG égal à 40 % signifie que plus de la moitié de l'investissement n'est pas utilisé, alors que son amortissement sur sa valeur totale est bien inclus dans le coût de revient industriel. Avoir un TRG de 40 % signifie aussi que l'entreprise dispose, sans avoir à investir, d'un deuxième équipement pour produire plus, mais aussi pour être plus flexible et pour pouvoir respecter ses délais.

### **Définition et quantification des pertes**

Si les indicateurs ci-dessus semblent simples, leurs éléments constitutifs peuvent être délicats à recueillir. Des définitions claires des différentes catégories de pertes sont nécessaires. Avant définitions et quantification des pertes, c'est le plus souvent l'impression subjective et vague des opérateurs et chefs d'atelier – qui tentent de justifier les performances médiocres de leurs machines – qui constitue les seuls éléments disponibles.

La part des micro-arrêts reste généralement totalement ignorée, jusqu'à ce qu'elle soit suivie, quantifiée et analysée.

---

À la section clouterie de le SOSETRA, nous proposons des définitions qui sont transposables à toute autre activité :

**Arrêt machine :**

- Pannes machine > à 5mn
- Panne énergie (air ou électricité)
- Changement de série : normal suivant planning ou imprévu
- Manque d'approvisionnement
- Manque de pièces de rechange
- Manque d'effectif

**Pertes de performances :**

- Rechargement de composants <5mn
- Arrêts mineurs (incidents) <5mn
- Décalage de cadence

**Pertes de non-qualité :**

- Rebuts et retouches

---

### I.2.3 Maintenance, MTBF, MTTR

Pour nous attaquer aux arrêts et pannes qui réduisent le temps d'ouverture et dégradent le taux de fonctionnement brut, nous allons analyser le contenu d'un arrêt machine et chercher à connaître la **fiabilité** et la **maintenabilité** de chaque machine.

#### **Indice de fiabilité : MTBF**

(**M**ean **T**ime **B**etween **F**ailure) littéralement : temps moyen entre deux pannes

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Temps de marche Total}}{\text{nombre d'arrêts}} \quad (2.5)$$

#### **Indice de maintenabilité : MTTR**

(**M**ean **T**ime **T**o **R**epair) littéralement : temps moyen de dépannage

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Temps d'arrêt Total}}{\text{nombre d'arrêts}} \quad (2.6)$$

## II. Comment mesurer ?

### II.1 Le registre.

Afin de faire parler ces taux déterminés ci haut et de les rendre plus exploitables, les opérateurs devront noter les évènements de la journée dans un cahier. Ceci permettra à l'ingénieur chargé d'implanter ce système de mesure de pouvoir collecter les différents éléments dont il a besoin.

---

Ce registre devra comporter les heures de démarrage, les pannes, les changements de lots, la production, les déchets... Voir l'exemple d'une feuille du cahier à concevoir.

L'exploitation du registre se fait à l'aide d'Excel, et il faudra séparer les arrêts pour pannes et les arrêts de production.

SOSETRA  
DIRECTION TECHNIQUE  
SECTION POINTE (BEL AIR)

DATE

ETAT JOURNALIER DE LA PRODUCTION  
PREVISION : 2.7 tonnes/jour

CUMUL A CE JOUR:

MATIERE PREMIERE

Type de fil	Poids			TOTAL
	1 <sup>er</sup> Quart	2 <sup>e</sup> Quart	3 <sup>e</sup> Quart	
20 (Ø :1,5)				
30 (Ø :1,8)				
40 (Ø :2,2)				
50 (Ø :2,4)				
70 (Ø :3,5)				
80 (Ø :3,5)				
100 (Ø :4,5)				
125 (Ø :5,5)				
140 (Ø :6,5)				

PRODUCTION

Type de pointe	Poids 1 <sup>er</sup> Quart		Poids 2 <sup>e</sup> Quart		Poids 3 <sup>e</sup> Quart		TOTAL
	1 <sup>er</sup> Quart		2 <sup>e</sup> Quart		3 <sup>e</sup> Quart		
	production	rebut	production	rebut	production	rebut	
20 (Ø :1,5)							
30 (Ø :1,8)							
40 (Ø :2,2)							
50 (Ø :2,4)							
70 (Ø :3,5)							
80 (Ø :3,5)							
100 (Ø :4,5)							
125 (Ø :5,5)							
140 (Ø :6,5)							

DETAILS DES ARRETS

1<sup>er</sup> Quart - heure de démarrage :

heure d'arrêt :

heure	N° de machine	Durée de l'arrêt	Causes, réparations

Signature du chef opérateur

2<sup>e</sup> Quart - heure de démarrage :

heure d'arrêt :

heure	N° de machine	Durée de l'arrêt	Causes, réparations

Signature du chef opérateur

3<sup>e</sup> Quart - heure de démarrage :

heure d'arrêt :

heure	N° de machine	Durée de l'arrêt	Causes, réparations

Signature du chef opérateur

L'ingénieur

---

## II.2 Le responsable du suivi

Dans chaque quart, il est désigné un chef de quart responsable du remplissage journalier du cahier ; un opérateur de son quart devra peser toutes les bobines de matières premières disposées à passer par les machines de pointe : il notera le poids sur les étiquettes des bobines créées à cet effet (ajouté du poids de bobines déjà épuisées s'il y a lieu). A la fin du quart, il notera le poids restant de chaque bobine. Ainsi il pourra déterminer la quantité de matière première utilisée pour chaque type de fil ; cette quantité est à noter par le chef opérateur dans le cahier.

L'étiquette doit être retirée et gardée par le chef opérateur pour vérification pour le service stock ou l'ingénieur vérificateur.

De nouvelles sont mises sur les bobines par le quart suivant.

Une étiquette de bobine peut être décrite comme suit :

Quart:	date
Type de fil :	
Poids initial :	
Poids final :	

Pour les rebuts, nous pourrions mettre à la disposition des opérateurs des bacs de couleurs différentes (rouge par exemple) des bacs existants (qui sont eux blancs)



---

### II.3 Le vérificateur

Ce sera l'ingénieur chargé de la production de pointe. Les données du registre lui permettront de mettre en place le système de mesure d'abord et de suivre la production.

---

**3<sup>ème</sup> Partie : METHODES D'EXPLOITATION**  
**DU SYSTEME DE**  
**MESURE**

---

Les données méritent souvent d'être chiffrées sous forme de graphique. En effet, il est plus facile de comprendre l'image du graphique que la signification d'une suite de chiffres. La synthèse visuelle que permet la graphique en fait un outil privilégié pour l'établissement de tableaux de bord ; la forme la plus utilisée est l'histogramme.

### I. Diagramme de PARETO

Le diagramme de Pareto est un moyen simple de classer les phénomènes par ordre d'importance ; ce diagramme et son utilisation sont plus connus sous le nom de "règle des 20/80" ou méthode **ABC**.

*Pareto a montré qu'au début du 20e siècle, 20% de la population italienne détenait 80% de la richesse du pays.*

Le diagramme de Pareto est un histogramme dont les plus grandes colonnes sont conventionnellement à gauche et vont décroissant vers la droite. Une ligne de cumul indique l'importance des colonnes.

Pour déterminer les priorités et la pertinence d'une action, le recours à des outils simples d'analyse et d'aide à la décision tels que les **diagrammes de Pareto** et le **QQOQCP** (voir annexe 2) peuvent se révéler forts utiles.

#### **Construction d'un diagramme de Pareto**

A partir de données recueillies, on définit les catégories, puis :

1. on répartit les données dans les catégories,
2. les catégories sont classées dans l'ordre décroissant,

- 
3. Faire le total des données,
  4. calculer les pourcentages pour chaque catégorie : fréquence / total
  5. calculer le pourcentage cumulé
  6. déterminer une échelle adaptée pour tracer le graphique,
  7. placer les colonnes (les barres) sur le graphique, en commençant par la plus grande à gauche
  8. lorsque les barres y sont toutes, tracer la courbe des pourcentages cumulés

L'intérêt du diagramme de Pareto est de montrer que dans un premier temps il est plus "payant" d'attaquer les trois premières causes de défauts, plutôt que de chercher à élucider les causes qui n'apparaissent que très rarement.

On discrimine aisément les quelques **essentiels** parmi les nombreux **autres**.

## II. Diagramme de causes – effet ou diagramme d'ISHIKAWA

Pour tenter de diminuer ou d'anéantir un problème, il faut connaître toutes les causes qui peuvent lui donner naissance.

Le diagramme de causes – effet est une représentation simple, qui pour un effet (un défaut, une caractéristique, un phénomène...) tente d'identifier l'ensemble des causes, des facteurs potentiel pouvant l'affecter.

Construire un diagramme causes – effet, c'est construire une arborescence qui de l'effet (phénomène à étudier = tronc) va remonter dans toutes les causes possibles (branches), dans les causes secondaires (petites branches), jusqu'aux détails (feuilles).

Les premiers diagrammes causes – effet ont été développés par le professeur Kaoru ISHIKAWA en 1943 ; ce type de diagramme est de ce fait également

---

appelé, diagramme d'ISHIKAWA ou diagramme en arête de poisson (fishbone diagram).

Il est utilisé pour :

- Comprendre un phénomène, un processus ; par exemple les étapes d'une recherche de panne sur un équipement, en fonction du/des symptôme(s).
- Analyser un défaut ; remonter aux causes d'un problème et sélectionner celles qui feront l'objet d'une analyse poussée, afin de trouver des solutions.
- Il peut être utilisé comme support de communication, de formation.
- Il peut être vu comme une base de connaissances.

Le diagramme causes - effet n'y apporte pas directement de solutions, il permet néanmoins de bien poser le problème.

### **Construction d'un diagramme cause - effet**

Le but du diagramme est de constituer un outil d'analyse et/ou une "base de données" listant de manière exhaustive les causes, les connaissances.

On peut estimer que pour être exhaustif lors de la constitution du diagramme, il est impératif de grouper des personnes ayant acquis une expérience et un niveau technique suffisant sur le sujet à traiter. Cette construction ne peut pas être réalisée de façon individuelle. Toutefois elle permet aux personnes non expérimentées d'en apprendre beaucoup.

On peut aussi penser qu'au contraire des personnes, n'ayant pas de grande expérience et/ou connaissances dans le domaine en question, enrichissent la recherche par une vision originale, celle du "candide".

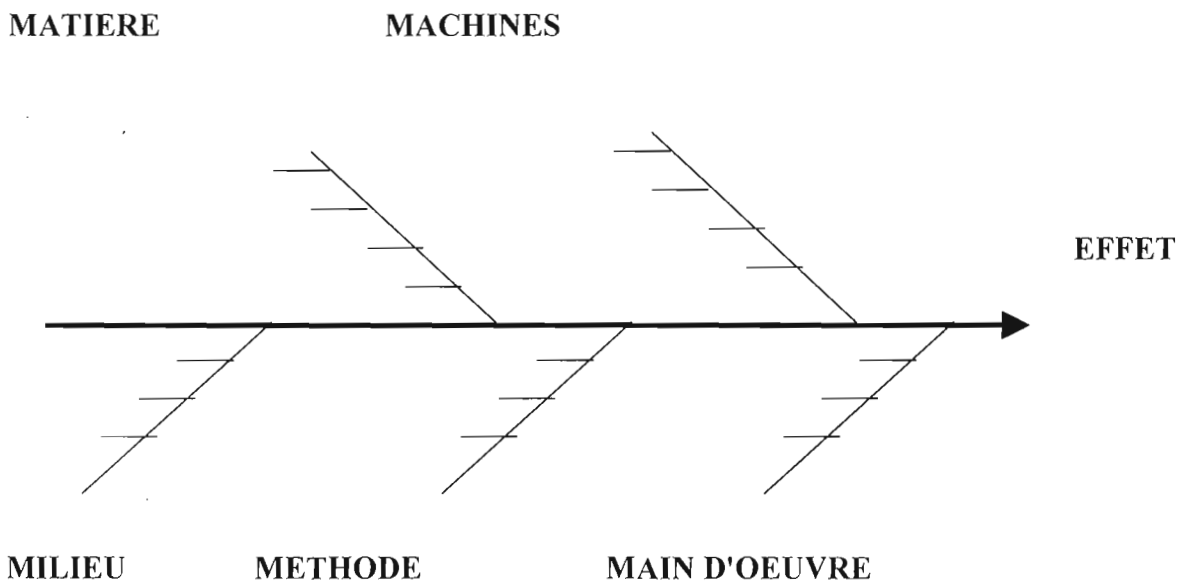
---

Lors du recours aux techniques créatives, tel le **brainstorming**, il est recommandé d'adjoindre au groupe au moins un candide.

### Etapes de construction du diagramme causes - effet

- Définir l'effet à observe : phénomène, défaut, caractéristique du produit ou du procédé.
- Tracer une flèche de gauche à droite en direction de l'effet.
- Définir les facteurs principaux qui sont les causes potentielles de ce qui est observé.

La recherche des causes peut se faire selon les **5M** : Main d'œuvre, Matière, Méthode, Machines (équipement), Milieu (environnement) (Voir annexe 5)



---

**4<sup>e</sup> Partie :MISE EN PRATIQUE :**

**LES TABLEAUX DE BORD**

---

*« La prise de température n'a jamais guéri qui que ce soit. Elle reste indispensable pour établir un diagnostic et mesurer la guérison »*

### **I. Qu'est-ce qu'un tableau de bord de pilotage ?**

- ◆ Ce n'est pas un outil de contrôle...

Trop souvent encore, le tableau de bord est utilisé comme outil de compte-rendu d'activité. Censé faciliter le suivi des activités placées sous l'autorité d'un responsable, il est le plus souvent exploité comme le contrôle des subordonnées.

*« Pourquoi n'avez-vous atteint cet objectif ? Comment le justifiez-vous ? »*

Utilisé ainsi, il ne sert qu'à déclencher un jugement : Félicitation ou Blâme.

- ◆ Ce n'est pas un outil d'animation des réunions...

Il est aussi très souvent courant d'attacher plus d'attention à l'esthétique pure de la présentation qu'à sa pertinence ; la qualité des données passant au second plan.

Ce type d'utilisation permet souvent de conserver les apparences lors de réunions mais demeurent totalement inutiles sur le plan de la prise de décision.

- ◆ Ce n'est pas un outil de Constat...

Les tableaux de bord ne sont pas une invention récente. Utilisés depuis le début du siècle, ils permettaient de "constater" après coup la pertinence des choix réalisés. Le contexte étant stable et les variations de faibles amplitudes, il était toujours temps de réorienter la stratégie et d'affiner les plans.

Les maîtres mots de la gestion étaient : Prévoir-> Planifier-> Contrôler. Le constat s'inscrivait parfaitement dans ce schéma.

Malheureusement, bien que le contexte soit fortement changé, l'utilisation du tableau de bord, comme outil de "constat" perdure encore de nos jours. En effet, la plupart des tableaux de bord utilisés aujourd'hui se limite à afficher une comparaison entre le



---

"Prévu" et le "réalisé" et ne permette pas de réagir lorsqu'il était encore temps de corriger.

Dans notre monde d'incertitude et de changement permanent, il n'est plus possible de se reposer sur ce principe dépassé. Il faut réformer cette conception et définir un véritable instrument d'**aide au pilotage** !

- ◆ C'est un instrument d'aide à la décision...

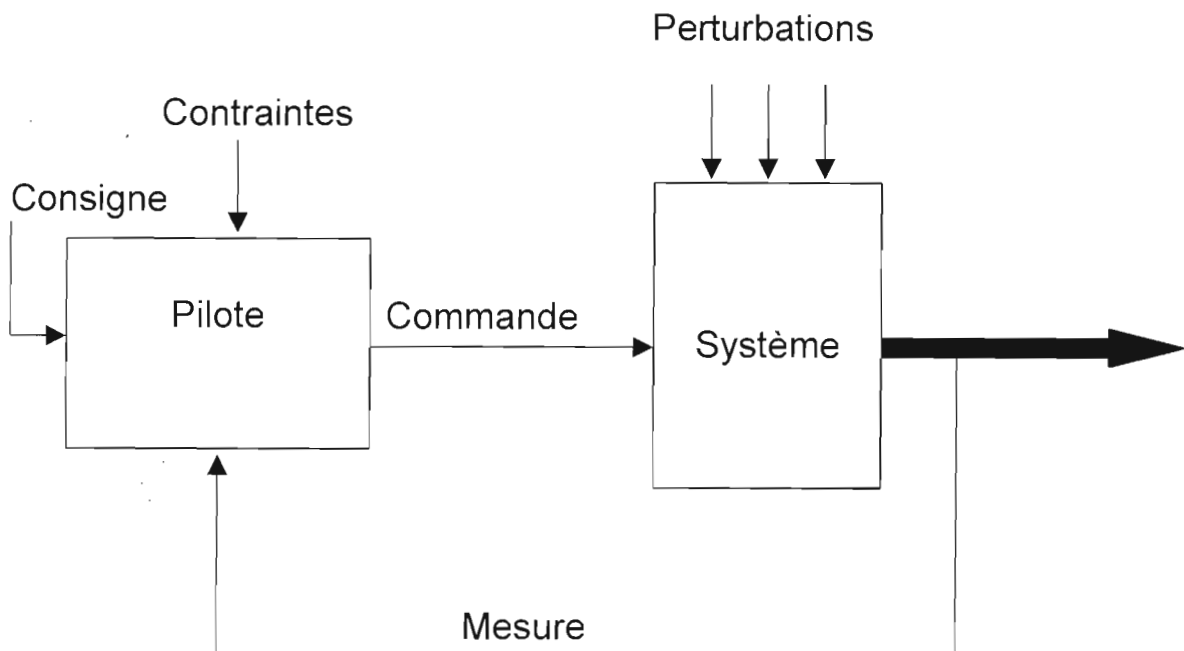
Si nous revenons à la définition du tableau de bord en nous aidant de l'analogie du tableau de bord automobile, nous savons que pour conduire une voiture nous avons besoin de voir la route et de disposer d'un certain nombre d'indicateurs nous aidant à appréhender les difficultés à venir. L'ensemble de ses instruments nous permet de rester maître de notre véhicule.

Nous ne serions pas prêts à monter dans un véhicule faisant le parcours tortueux Diamniadio-Mbour avec un chauffeur qui ne quitte pas des yeux la jauge de carburant ; sa seule préoccupation étant de respecter ses prévisions de consommation.

C'est pourtant ainsi que sont conçus la grande majorité de tableaux de bord en usage dans les entreprises !

Nous ne pilotons que ce que nous mesurons.

Mais aujourd'hui pour piloter en environnement perturbé il faut concevoir un système de mesure conforme au modèle ci-dessous avec ses contraintes et ses perturbations : (la consigne correspond aux objectifs "tactiques" de l'acteur sur le terrain. Ils sont déclinés depuis la stratégie établie).



## II. Construire le tableau de bord

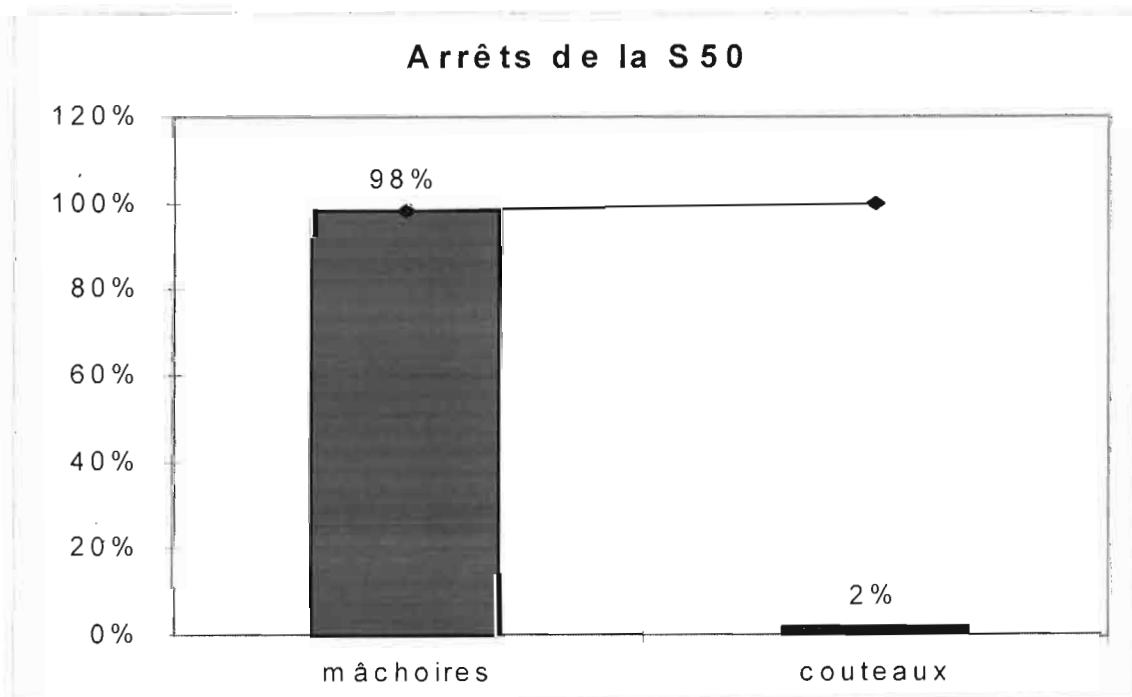
Le projet d'informatique décisionnelle, comme tous les projets de systèmes d'information stratégiques marque une totale rupture avec la gestion classique des projets d'informatiques. Il ne s'agit plus de rationaliser des flux, d'automatiser les processus ou encore d'améliorer la productivité en augmentant les capacités de traitement. Il ne s'agit plus non plus de remplacer l'homme, acteur de l'entreprise. Avec l'accélération du changement et la complexité résultante pour le monde des entreprises, les excès de l'automatisation sont révolus et le système décisionnel vise un tout autre objectif. Il est là pour **apporter aide et assistance aux acteurs** de l'entreprise lors du **processus de prise de décision**.

En acceptant ce qui précède, comme l'on ne gère que ce que l'on mesure et ayant au préalable défini ce que l'on souhaitait gérer avant de définir les indicateurs de mesure, en l'occurrence les pannes des différentes machines de pointe ; ce n'est pas avec un tableau de bord ne présentant que des quantités produites ou des coûts de

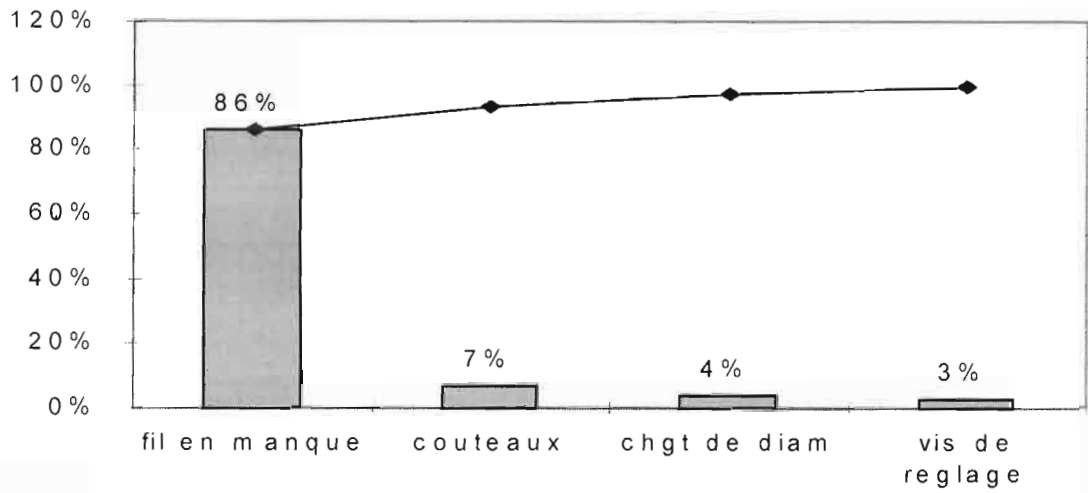
revient que nous atteindrons l'objectif. Ce n'est pas non plus en présentant des indicateurs trop globaux sur lesquels nous n'avons aucune action que nous apporterons une quelconque assistance au processus de décision. C'est pourquoi nous avons choisi d'établir les tableaux de bord avec les diagrammes de Pareto accessibles compris par tout opérateur et les diagrammes comprenant les composants du Taux de Rendement Synthétique (T.R.S) et du Taux de Rendement Global (T.R.G.) qui sont des indicateurs destinés aux agents de maîtrises, aux décideurs.

### II .1 les Paretos

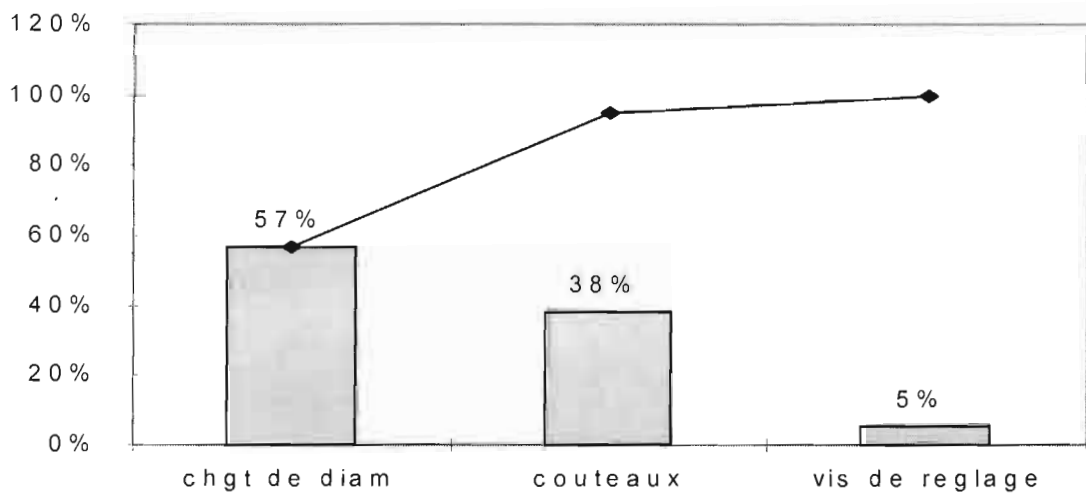
Nous présentons ci-après les diagrammes de Pareto de toutes les machines à partir de prises de temps du mois de mars ; mais ils devraient être présentés par quart comme nous l'avons prévu avec notre registre dans le but de motiver les opérateurs et de les rendre meilleurs.



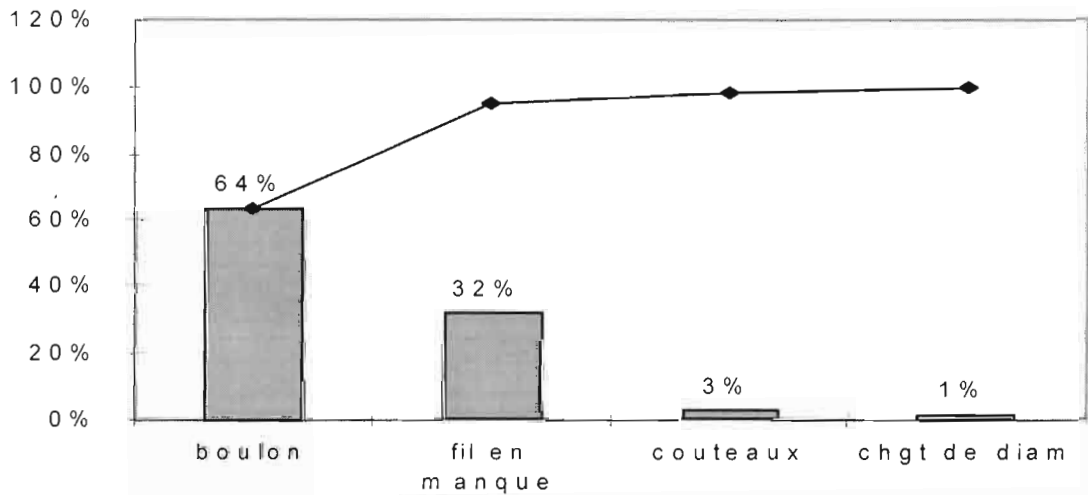
### Arrêts de la S 75



### Arrêts de la S 110



### Arrêts de la S 140



---

La courbe cumulée des observations est utile si l'on veut faire des comparaisons avant - après, car elle met en évidence les progrès et les gains.

## II.2 les diagrammes de T.R.S. et de T.R.G.

En ce qui concerne la construction des diagrammes de T.R.S et T.R.G., nous avons prévu d'adopter une stratégie en quatre phases :

1. La collecte des données
2. La mise en cohérence et le regroupement des données en vue de former les indicateurs
3. La construction et la présentation des indicateurs
4. La consolidation au niveau tableau de bord

### 1. La collecte des données

Pour une bonne exploitation et une bonne prise de décision, la collecte devrait se faire (comme on l'a souligné précédemment) journalièrement.

Grâce à la collaboration des opérateurs, et leur faisant remplir un carnet où ils devaient mentionner en cas d'arrêts, la durée et la cause de chacun d'eux, nous avons quand même pu procéder à la première phase (même si les notes n'étaient pas prises journalièrement) au mois de mars. Voir le tableau ci-après :

Date	Machine	Durée	Causes
28/02/2001	S50	15mn	Couteaux défectueux, affûtage et réglage
01/03/2001	S75	16h	Manque de fil
	S140	16h	Manque de fil

05/03/2001	N50	2 sem.	Mâchoires
	S50	20mn	Couteaux défectueux
	S75	20mn	Couteaux défectueux
08/03/2001	S140	16h	Boulon de réglage, couteaux défectueux
	S50	20mn	Couteaux défectueux, réglage coupe
	S75	5mn	Arrêt pour remettre du fil
12/03/2001	S140	20mn	Couteaux défectueux, réglage coupe
	S75	20mn	Couteaux défectueux, réglage coupe
	N50	2sem.	Plaque défectueuse
	S50	2 jours	Problème de mâchoires
	S140	20mn	Couteaux défectueux, réglage coupe
	S75	30mn	Vis de réglage defect. à confect. par l'entretien
14/03/2001	S50	30mn	Affûtage, réglage coupe
	N50	20mn	Affûtage, réglage coupe
	S75	20mn	Affûtage, réglage coupe
	S110	20mn	Affûtage, réglage coupe
15/03/2001	S50	15mn	Affûtage, réglage coupe
	S140	15mn	Affûtage, réglage coupe
19/03/2001	S140	45mn	Changement de diamètre, réglage
	S110	45mn	Changement de diamètre, réglage
	S75	45mn	Changement de diamètre, réglage
20/03/2001	S140	30mn	Affûtage, réglage coupe
21/03/2001	S140	16h	Boulon de réglage défectueux
	S110	4mn	Vis de réglage pour ajuster les couteaux

	S75	20mn	Couteaux défectueux
28/03/2001	S50	1mn	Défaut longueur de pointe
	S50	2mn+4mn	Fil tordu et cassé : mâchoire et burin trop serrés
		30mn	Coupure de courant

## 2. La mise en cohérence

Nous considérerons comme type d'arrêts qu'il serait intéressant de faire figurer sur l'histogramme de chaque machine :

- les arrêts induits (coupure d'électricité, intempéries)
- les arrêts fonctionnels (changement d'outils et / ou de série) sont principalement dus aux changements de couteaux et de mâchoires et aux changements de série
- les aléas process (re-réglages, erreur opération) sont les arrêts dus au vis de réglage des couteaux, aux défauts de longueur de pointe etc.
- les pannes (défaillances électromécaniques)
- les écarts de cadences (ralentissement, micro arrêts) : exemple : fil tordu

## 3. construction et présentation des indicateurs



Diagramme du Taux de Rendement Synthétique (T.R.S.)

S50

**Temps d'ouverture  $T_o = 11j * 24h * 60 = 15840mn$**

**Arrêts induits = 30mn soit 0.19% du temps d'ouverture**

**Arrêts fonctionnels = 2980mn soit 18.813%**

**Aléas process** = 1mn soit **0.006%**

Pas de pannes électromécaniques

**Ecart de cadence** : 6mn soit **0.038%**

T.R.S. :  $T_o = A = 15840mn$

$B = A - \text{total arrêts machines (pannes, changement d'outils, approvisionnement)}$

Soit  $B = 15840 - 2980 - 30mn = 12830mn$  d'où le **taux de fonctionnement brut**

$T_b = B/A = 0,809975$  soit **Tb = 81%**

C = temps net de fonctionnement

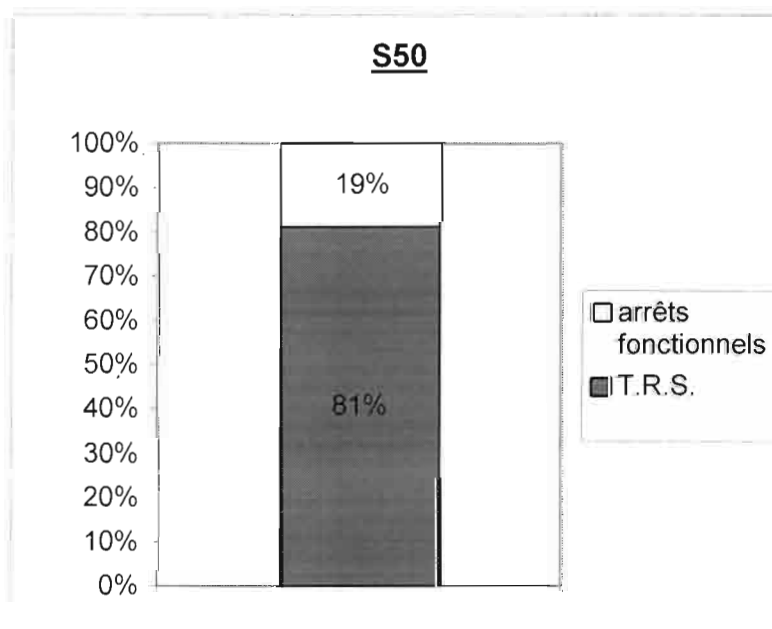
$C = B - \text{pertes de performance} = 12830 - 6mn = 12824mn$  d'où le **taux de performance**

$T_p = C/B = 12824/12830$  soit **Tp = 99,95%**

$D = C - \text{pertes de qualité} = 12824 - 1 = 12823mn$  ; pertes de qualité = 1mn d'où le **taux de qualité**

$T_q = D/C$  soit **Tq = 99,992%**

D'où le T.R.S =  $T_b * T_p * T_q$  soit **T.R.S = 80.953%**





En appliquant les mêmes calculs que précédemment, nous indiquons ci-après les indicateurs (TRS, pannes, etc.) des autres machines de pointe (la S75, N50, S110 et S140) :

<b>Machines</b> →	<b>N50</b>	<b>S75</b>	<b>S110</b>	<b>S140</b>
<b>Arrêts induits</b>	0.19%	0.19%	0.19%	0.19%
<b>Arrêts fonctionnels</b>	27,4%	6,85%	0,252%	19%
<b>Aléas process</b>	0%	0,189%	0,025%	0%
<b>Pannes électromécaniques</b>	18,18%	0%	0%	0%
<b>Ecart de cadence</b>	0%	0,032%	0%	0%
<b>T.R.S.</b>	54,23%	92,74%	99,53%	81%

### Remarque

Pour obtenir le taux de rendement synthétique (et le taux de rendement global que l'on calculera plus loin), B, C, D ont été calculés comme suit :

$B = A - \text{pannes} - \text{arrêts fonctionnels} - \text{arrêts induits}$

$C = B - \text{écarts de cadence}$

$D = C - \text{aléas process}$



### Diagramme du Taux de Rendement Global (T.R.G.)

Comme nous l'avons vu dans la deuxième partie, le T.R.G est le rapport entre la quantité de produits bons fabriqués et la quantité de produits que l'on aurait pu fabriquer dans les conditions idéales.

---

Mais dans ce cas le temps d'ouverture est égal à :

**To= Horaire de travail – arrêts programmés**

A la section clouterie les arrêts programmés durent 3 heures par jour. Les machines devraient donc marcher dans les conditions idéales pendant 21 heures.

En s'inspirant de la même collecte des données qui nous a permis de déterminer le T.R.S. et les autres types d'indicateurs comme le temps brut de fonctionnement, on en déduit, du moins pour la S50 d'abord :

**S50**

**Temps d'ouverture To= 11j\*21h\*60mn=13860mn**

**Arrêts induits = 30mn soit 0,216% du temps d'ouverture**

**Arrêts fonctionnels = 2980mn soit 21,5%**

**Aléas process = 1mn soit 0,0072%**

**Pannes électromécaniques = 0%**

**Ecart de cadence = 6mn soit 0,0433%**

Avec les mêmes définitions de A, B, C, D nous obtenons comme

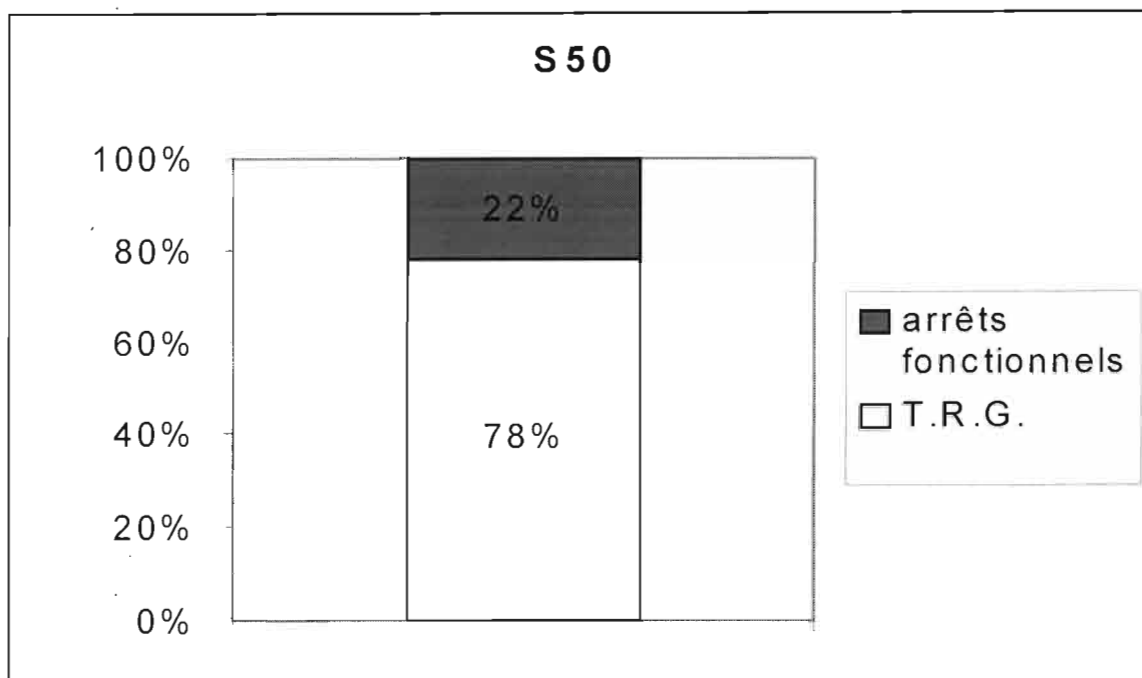
**Disponibilité = B/A = (13860 – 2980 – 30 )/13860 = 78,23%**

**Performance = C/B = (10850 – 6)/10850 = 99,94%**

**Qualité = D/C = (10844 – 1)/10844 = 99,99%**

**D'où le T.R.G. = 78,23%**

Nous obtenons comme graphique du T.R.G. :

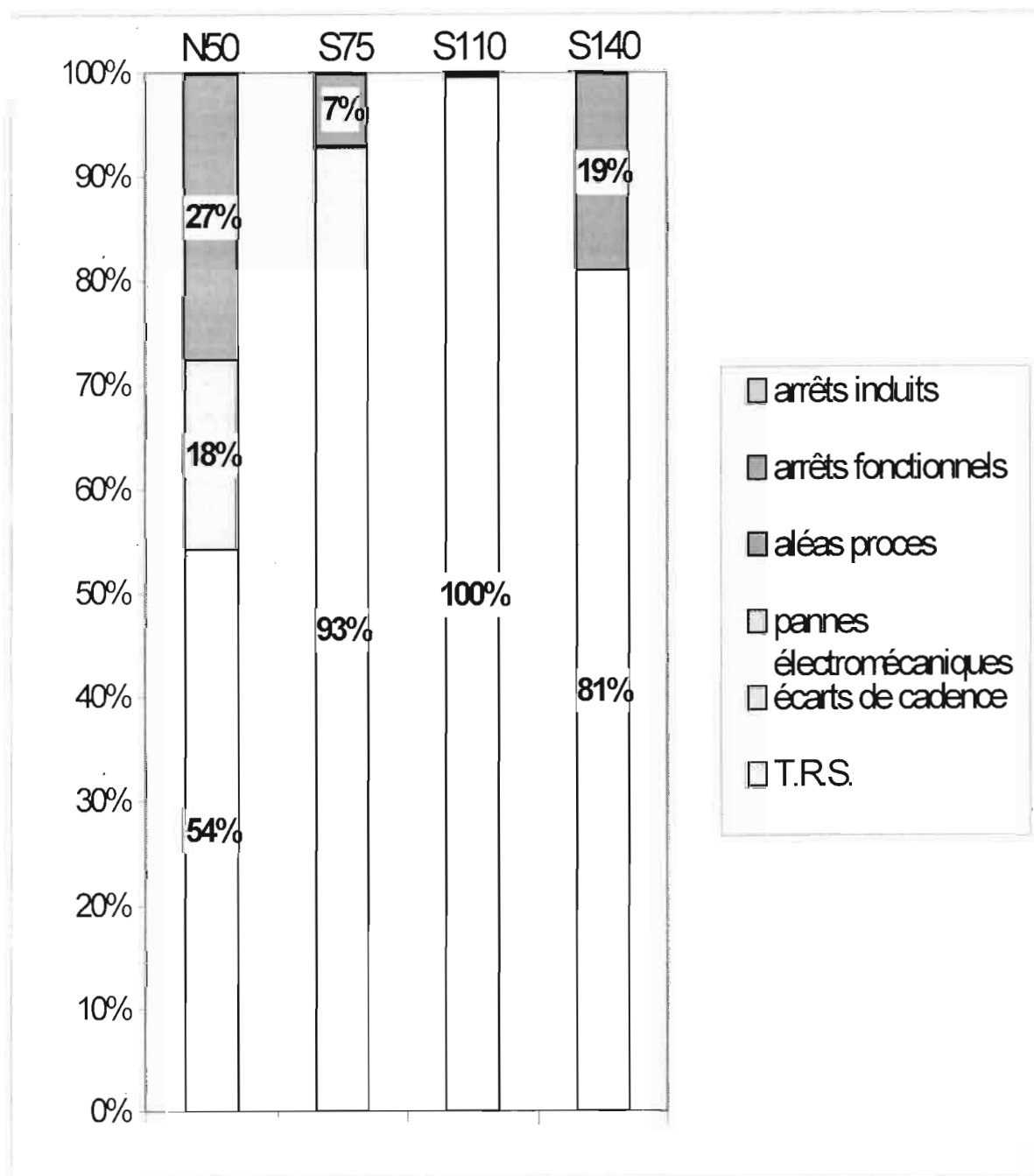


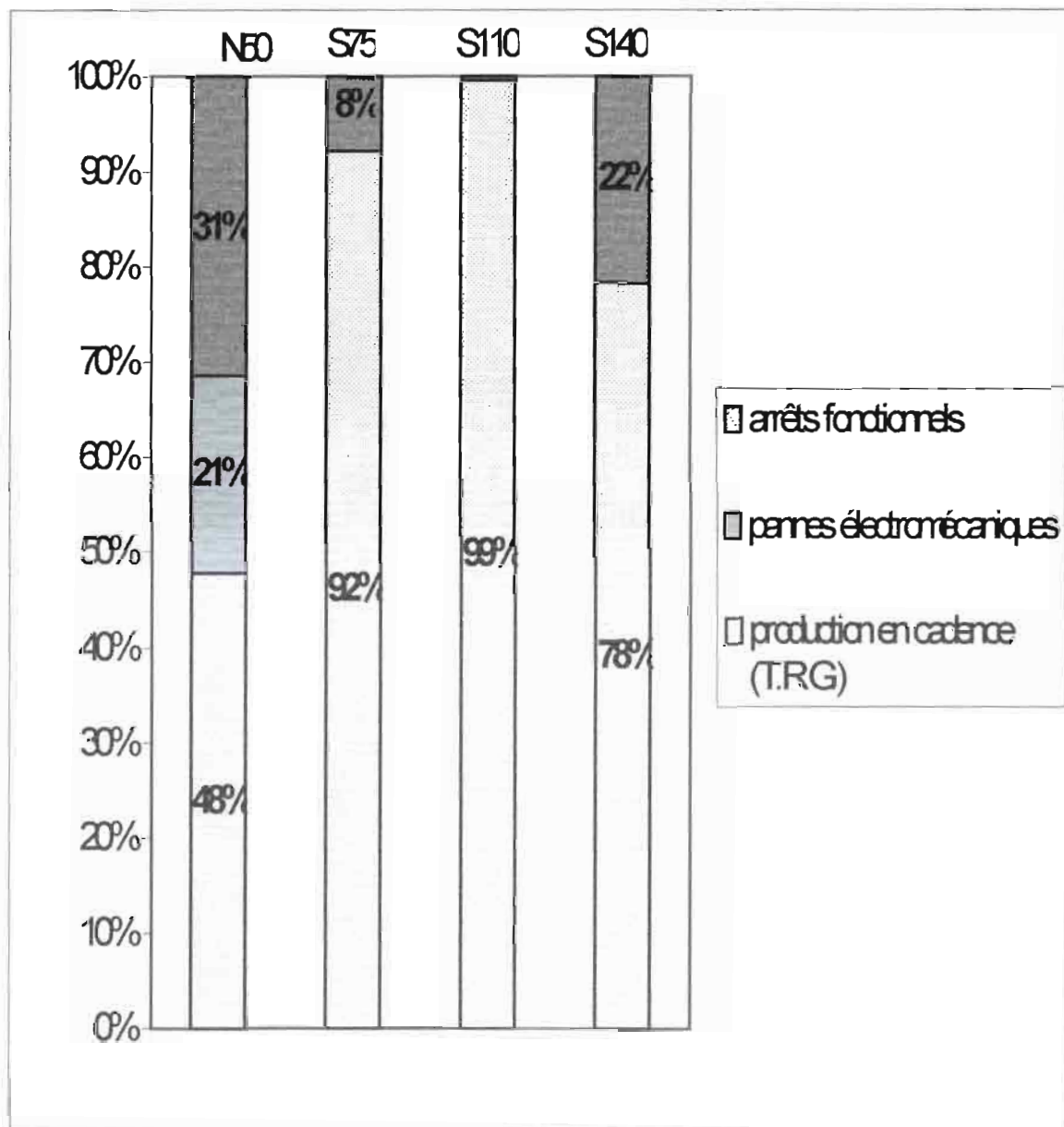
Comme pour le TRS nous obtenons le tableau suivant :

Machines →	N50	S75	S110	S140
Arrêts induits	0,216%	0,216%	0,216%	0,216%
Arrêts fonctionnels	31,31%	7,83%	0,489%	21,72%
Aléas process	0%	0,216%	0,029%	0%
Pannes électromécaniques	20,78%	0%	0%	0%
Écarts de cadence	0%	0,036%	0%	0%
T.R.G.	47,694%	91,702%	99,266%	78,064%

#### 4. Consolidation au niveau tableau de bord

Grâce à Excel, nous obtenons ainsi les graphiques présentant le T.R.S. et le T.R.G. ainsi que les domaines d'intervention pour une meilleure rentabilité des différentes machines





Au lieu de mettre les graphiques de toutes les machines sur un même tableau, on disposera les histogrammes mensuels d'une même machine ensemble, ce qui permettra de comparer les évolutions au cours de l'année.

Par exemple l'augmentation du T.R.G. d'un mois à un autre peut représenter soit

- un gain de produits pour un même temps
- un gain en temps pour produire la même quantité

Les gains peuvent être réalisés sur les pannes en utilisant les méthodes de maintenance.

C'est avec cette même idée de comparaison que nous avons voulu faire la collecte des données du mois de mai, mais cette fois-ci indépendamment de notre volonté, sans la collaboration des opérateurs. Etant donné que nous n'étions à l'usine de deux à trois fois par semaine, les données recueillies nous semblent très insuffisantes pour dresser un quelconque graphique.

Voici à titre indicatif les prises de notes du mois de mai :

Date	Machine	Durée	Causes
03/05/2001	N50	Arrêt total	Couteaux non affûtés
	S50	Arrêt total	Couteaux non affûtés
	S75	Arrêt total	Boulon de réglage de la longueur cassée
	S110	Arrêt total	Bielle et coussinet brisés car coulisseau à marteau desserré
	S140	12mn	Chargement de fil et vidange des bacs
	S140	8mn	Goupille du boulon de bielle cassée
	S140	2mn	Chargement de fil (même diamètre)
17/05/2001	S50, N50, S75	Arrêt total	Même causes
	S110	Arrêt total	Bielle cassée

	S140	Arrêt total	Boulon de bielle à changer
18/05/2001	Idem	Idem	Idem
23/05/2001	N50, S50,	Arrêt total	Mêmes causes
	S75	Arrêt total	Mêmes causes
	S110		Levier de galets desserré
	S140	6mn 2mn	Chargement de fil
25/05/2001	N50, S50,	Arrêt total	Mêmes causes
	S75	Arrêt total	Mêmes causes
	S140	3mn	Chargement de fil
	S110	5mn 1h15mn	Burin usé, glissement Affûtage couteaux, redémarrage échoué, panne mécanique :bavure collante sous le coulisseau avec le chaleur
31/05/2001	S50, N50	Arrêt total	Mêmes causes
	S110	Arrêt total	Bielle cassée
	S75	30mn 17mn 1mn	Fil tremblant et bloquant la machine : galets trop creux(usés) ; réglage vis pour redresser le fil Fil tordu à l'entrée des mâchoires ; remplacement de quelques galets Mâchoires chaudes : le fil colle et se tord ; graissage

---

		arrêt à 10h	Fil tordu
		53	
	S140	10mn	Réapprovisionnement de fil (même diamètre)
		3mn	Chargement fil
		2mn	Défaut longueur de pointe



---

## CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Les performances théoriques d'une machine ne correspondent jamais à celles que l'on observe réellement car affectées par des aléas, des facteurs perturbateurs.

Le suivi du T.R.S. donne une image synthétique englobant tous les aspects affectant l'efficacité, et l'analyse des composants du T.R.S. indique où l'effort est à porter. Le suivi du T.R.G. indique la performance et la disponibilité des ressources de production.

Ces deux indicateurs sont utilisés et exploités par les cadres ; par contre les opérateurs et ouvriers ont à leur disposition les outils de la qualité comme sources d'information et de motivation, il s'agit des diagrammes de Pareto et d'Ishikawa.

Mais ce progrès recherché n'est possible pas dans un environnement hostile – qui va en son encontre -, il faudra donc procéder à une campagne de sensibilisation et d'information préliminaire pour les opérateurs de l'atelier.

Ce milieu du progrès doit aussi être propre, accompagné de sécurité et de rigueur pour un travail efficace et de qualité (voir annexe2).

Pour cela les **5S** permettent de construire un environnement de travail fonctionnel, régi par des règles simples, précises et efficaces.

D'origine japonaise : seiri, seiton, seiketsu, shitsuke (ou shukan).

Leur objectif est d'établir un cadre de travail dans lequel s'épanouit le désir de bien faire. A la base, il faut établir et maintenir les conditions d'ordre et de propreté sur tous les lieux de travail. Par extension, il faut combattre tout ce qui n'est pas conforme et qui fait réagir nos sens.

---

Pour un fabricant, la réduction des tailles de lots et le souci de répondre rapidement aux demandes du marché, rendent **indispensable** la maîtrise des changements rapides de séries.

**La méthode SMED** (single minute exchange of die) est une méthode d'organisation qui vise à minimiser les temps d'arrêt des postes de travail et plus généralement des machines lors des changements de références de fabrication. Basé sur quatre principes essentiels : préparer au maximum, simplifier les montages-démontages, travailler en équipe, supprimer les réglages et essais. Quasiment incontournable dans les productions en flux tendu.

**Single Minute Exchange of Die** = Echange d'outil en moins de 10 minutes.

**Single Minute** signifie que le temps en minutes nécessaire à l'échange doit se compter avec un seul chiffre.

**La Maintenance préventive** : C'est l'organisation de l'ensemble des opérations contribuant à maintenir les machines dans leur état optimal de fonctionnement. Basée sur l'historique de vie du matériel, cette organisation décline aux fréquences appropriées les gammes d'intervention allant de la simple visite d'organes à la révision complète de la machine, et répartit les rôles et responsabilités entre la Fabrication et la Maintenance.

Notre système de mesure concerne une unité de travail de l'atelier de Bel air ; il peut être très utile voir raisonnable de l'étendre à tout l'atelier et pourquoi pas à toute l'usine.

---

## **BIBLIOGRAPHIE**

- LE GUIDE TPM DE L'UNITE DE TRAVAIL de Kunio SHIROSE
- [http://www.multimania.com/online/engineer\\_fr.htm](http://www.multimania.com/online/engineer_fr.htm)
- <http://www.itm.multimania.com/>
- <http://www.multimania.com/slegouil/>

---

## **ANNEXES**

---

# **ANNEXE 1**

---

















---

## **ANNEXE 2**

---

## HC online Outils de la qualité

# Anti-oublis et outils de la rigueur

Optimisé pour affichage 1024 x 768



Dernière mise à jour : 9 avril 2001



English version

## Sommaire

- Check-listes
- Méthode QQOQCP

### Check-listes

Le travail artisanal repose le plus souvent sur un savoir-faire particulier, que les maîtres enseignent par la pratique à leurs apprentis. Ce savoir-faire est rarement décrit, écrit ou formalisé.

La rigueur et la répétabilité dans l'industrie n'existerait pas sans la formalisation des tâches. Procédures, modes opératoires, protocoles...La science de l'ingénieur pèse, mesure, calcule et décrit ce qu'il faut faire, comment il faut faire, pour arriver à reproduire efficacement des biens, sans nécessairement disposer d'un savoir-faire préalable, grâce à la standardisation.

Le besoin de formalisation croît, notamment sous la pression de normes de plus en plus exigeantes ; ISO 9000, HACCP...Ces normes imposent l'utilisation de procédures, l'apport de preuves, la traçabilité, etc.

La **check liste** est un outil simple mais efficace, qui liste de manière exhaustive des opérations ou des contrôles à effectuer. Les check listes peuvent imposer un ordre chronologique ou présenter un classement par priorités. Mieux qu'un simple pense-bête, véritable procédure miniature, la check liste prend tout son sens si la personne chargée d'un contrôle y porte une marque attestant de sa validation.

L'intérêt d'une check liste réside dans le fait qu'elle peut combiner le mode opératoire et l'enregistrement des opérations sur un même document. Même pour les personnels astreints à un travail routinier, la check liste assure qu'ils ne dérivent pas de la méthode, ni n'oublient un élément de leur tâche. L'enregistrement par une marque ou signature, pour preuve de la bonne exécution de la tâche, engage le personnel et les force à la rigueur.

En cas de problèmes, le contrôle des check listes elles-mêmes permet de vérifier si les tâches prévues ont bien été effectuées. Si les check listes montrent que "oui", mais manifestement cela n'a pas été fait, l'interrogatoire du personnel aidera éventuellement à déterminer s'il s'agit de négligences.

Si les check listes souffrent parfois d'une image négative, associées à des dispositifs contraignants pour gens négligeants, elles demeurent est un excellent dispositif anti-oublis ainsi qu'un outil de base de la rigueur. Le transport aérien, s'il ne fallait citer que cet exemple, donne une bonne assurance sur la sécurité des passagers par les contrôles minutieux à l'aide de check listes.

La check liste n'est pas liée au seul domaine de la qualité ; une liste de course est une check liste, la liste des ingrédients d'une recette de cuisine...

La plupart des managers doublent leurs agendas de listes de tâches, généralement affectées d'ordre de priorité. Adeptes des check listes pour mon organisation personnelle, je peux témoigner des gains de "productivité" et d'efficacité qu'elles apportent !



---

## Méthode QQQQCP

### Un problème bien posé est un problème à moitié résolu

Combien de fois avez-vous trouvé la solution à un problème rien qu'en expliquant celui-ci à une autre personne ?

Combien de fois ai-je dû renvoyer un porteur d'informations, parce qu'il...n'en portait pas !

Certains problèmes ont des solutions évidentes, il n'est pas nécessaire d'étudier longuement pour trouver la solution. D'autres sont nettement plus ardues et pour ces problèmes complexes, il faut des données pour étudier les solutions. Mieux ces données seront présentées, plus la compréhension du problème sera aisée et l'étude des solutions sera facile.

La pertinence et la présentation de données est toujours un problème si l'on "n'impose" pas une certaine rigueur dans le recueil et le rapport. Rares en effet sont les personnes qui ont assez d'esprit de synthèse pour le faire naturellement.

Il est fréquent que les responsables, chefs de services soient interpellés par leurs subordonnés pour un problème, dont l'ampleur et la soudaineté se lisent dans l'état d'excitation des rapporteurs. Or, aux questions basiques du type : *depuis quand avez-vous ce problème ?*

*Combien de pièces cela représente-t-il ? Quel est le pourcentage de défauts ?* Les réponses sont souvent vagues et se limitent à des impressions ; *Ca fait longtemps que cela dure ! oui, il y en a beaucoup !! Pourcentage, je ne sais pas...*

Il ne reste plus qu'au responsable d'aller lui-même vérifier les faits sur le terrain et quantifier, ou renvoyer le messenger, plein de bonne volonté mais inefficace, chercher des informations utiles. Il va sans dire que si le problème est réel, pendant le temps passé à recueillir les données de base, rien n'avance...

C'est autant la panique, la volonté de bien faire, éventuellement la crainte de ne pas réagir assez vite qui pousse à ces comportements, ainsi que le manque de méthode. Les services d'urgence ou de secours doivent être familiers de ces phénomènes !

A la détection d'un problème (après avoir vérifié qu'il est réel !), il faut mettre en place les mesures d'urgence si elles sont nécessaires, puis il faut recueillir un **minimum** de données avant d'informer et décider. Les informations élémentaires étant déjà réunies, le compte rendu en sera plus clair et la réaction au problème plus efficace.

La méthode **QOQCP** est un aide mémoire pour cette préparation. Elle consiste à se poser les questions suivantes :

<b>Question</b>	<b>Exemple</b>
<b>Qui</b> est concerné ?	responsable, victime, acteur...
de <b>Quoi</b> s'agit-il ?	Objet, méthode, opération...
<b>Où</b> ?	lieu , service, atelier, process...
<b>Quand</b> ?	date, durée, fréquence, planning...
<b>Comment</b> ?	moyens, matériel, procédure, manière...
<b>Combien</b> ?	temps, argent, quantité, pourcentage...

A chaque question se demander **pourquoi** ?

**QOQCP**, vous l'aurez compris est le moyen mnémotechnique de se souvenir des 6 questions à (se) poser.



On peut utiliser un formulaire tout fait, dans le genre de celui-ci :

Formulaire **QOQCP**

**Problème :**  
**Informateur :**  
**Date :**

<b>Qui ?</b> est concerné?	Pourquoi ?
<b>Quoi ?</b> de quoi s'agit-il ?	Pourquoi ?
<b>Où ?</b> lieu, service...	Pourquoi ?
<b>Quand ?</b> fréquence, durée	Pourquoi ?
<b>Comment ?</b> manière, moyens	Pourquoi ?
<b>Combien ?</b> délai, Qté, %	Pourquoi ?

**Informé :**



---

Simple est efficace.

**Conseil :**

Vérifiez toujours par vous-même les informations que l'on vous fournit, car les souvenirs sont toujours vagues, les perceptions humaines subjectives.



---

URL : [http://www.multimania.com/honline/engineer\\_fr.htm](http://www.multimania.com/honline/engineer_fr.htm)

Offert par

© **Christian HOHMANN**



---

## **ANNEXE 3**

---

# La méthode SMED

## Changement rapide d'outils, de séries

158 112 128 142 150x600

Dernière mise à jour : 15 juillet 2000



English version



Pour un fabricant, la réduction des tailles de lots et le souci de répondre rapidement aux demandes du marché, rendent **indispensable** la maîtrise des changements rapides de séries.

## Sommaire

- Préambule
- Changement de série classique
- La méthode SMED
- Les 4 étapes d'une action SMED
- L'action SMED
- Conclusion
- Le piège du "tout SMED"
- Bibliographie

## Préambule

Note : Changement de série ou d'outil, la notion sera confondue.

### Les stocks coûtent chers.

Derrière cette apparente évidence, tant elle est répétée, se cache l'exigence croissante de la clientèle, la diversification et l'abondance des offres, l'innovation de plus en plus rapide et attendue par le marché. Un produit indisponible est généralement une vente perdue, qui profitera à un concurrent plus réactif. Les produits stockés sont guettés par l'obsolescence.

Voilà, en plus des frais inhérents au stockage lui-même, ce qui rend les stocks coûteux.

Pour acquérir un avantage concurrentiel, il faut savoir satisfaire la demande du client rapidement.

Les demandes clients s'orientent de plus en plus vers des produits personnalisés.

Pour un fabricant, la réduction des tailles de lots et le souci de répondre rapidement aux demandes du marché, rendent **indispensable** la maîtrise des changements rapides de séries.

Je recommande en complément de lecture mes pages ;

- o théorie des contraintes pour la maîtrise des flux et des stocks.
- o Gestion de stocks pour les aspects logistiques et comptables.



## Changement classique

Très souvent, les changements d'outils s'effectuent de cette manière à partir de la dernière pièce de la série achevée :

### Décomposition d'un arrêt pour changement

<b>Démontage</b>	<b>Montage</b>	<b>Réglages</b> (machine à l'arrêt)	<b>Essais</b>
------------------	----------------	-------------------------------------	---------------

La machine est arrêtée et les opérations s'enchaînent, la machine ne redémarre qu'après la fin des essais.

Notons aussi : l'absence fréquente de méthode standard, de mode opératoire, non utilisation des fiches de réglage (checklist) et l'absence de travail simultané (à plusieurs).

Dans de nombreuses entreprises, les temps de changement de série trop importants provoquent une perte de productivité. L'augmentation de la taille des lots est alors tentante pour effectuer ces changements le moins souvent possible et diluer cette perte (gain d'échelle).

Ce raisonnement a conduit en son temps à la notion de taille de lot économique.



## Le 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** = Echange d'outil en moins de 10 minutes.

**Single Minute** signifie que le temps en minutes nécessaire à l'échange doit se compter avec un seul chiffre.

### Quatre étapes pour arriver au SMED

Distinguer les opérations pouvant s'effectuer que machine à l'arrêt (MA), celles possibles machine en marche (MM) et les opérations inutiles.

1. Supprimer opérations inutiles, convertir des MA en MM
2. Simplifier bridages et fixations
3. travailler à plusieurs
4. éliminer les réglages et essais

### Réduction des tâches Machine Arrêtée.

○ **Préparations préalables :**

- outils, pièces
- instructions
- moyens de manutention
- pré-assemblages
- pré-réglages
- préchauffage
- unifier les conditionnements des composants

○ **Simplifier bridages et fixations :**

- suppression partielle ou totale
- minimiser les mouvements " tourner " : ils nécessitent de prendre et lâcher la pièce plusieurs fois !
- fixer d'un seul coup, d'un seul geste
- utiliser des butées, des gabarits
- standardiser l'outillage = unifier types de vis, taille des écrous...

○ **Réglages :**

- fixer des valeurs de consigne
- trouver des méthodes "sans" réglages par des moyens physiques (cales, butées fixes...)
- outillages spécifiques

○ **Travailler à plusieurs :**

- écurie formule 1

○ **Essais :**

- bon du premier coup



---

## Action SMED.

### Préliminaires

Pour entreprendre une action SMED, il faut avant toute chose impliquer **tous** les intervenants ! L'opérateur a une connaissance intime du process, de la machine et de son travail. Il devra se plier dans le futur à des règles nouvelles, qu'il appliquera d'autant plus volontiers qu'il aura participé à leur élaboration.

Il faut ensuite collectionner des données :

- La durée de changement initiale,
- Décrire la méthode utilisée, les équipements, les outils,
- Eventuellement filmer l'opération puis analyser les séquences vidéo,
- Chronométrer les différentes étapes, opérations,
- Compter les pas nécessaires...

La réticence d'un personnel non impliqué, soumis à telles investigations est évidente !

Il est probable que l'analyse révèle la nécessité d'une action **5S**, pour rendre les outils et équipements disponibles et facilement accessibles, ainsi qu'une éventuelle réimplantation des machines ou équipements pour éviter les déplacements inutiles et minimiser ceux qu'on ne peut éliminer.

Si le changement de série n'est pas formalisé et documenté, la création d'une procédure ou d'un mode opératoire permet de standardiser l'action et d'éliminer les oublis, la nécessité de certains contrôles ou réglages.

Cette première étape est généralement très peu coûteuse tout en améliorant sensiblement les résultats.

## La conversion des réglages

Dans cette étape, on s'attache à distinguer ce qui doit absolument être effectué machine arrêtée (réglage interne) de ce qui peut être fait machine en marche, c'est à dire **AVANT** le changement de série (réglage externe).

Il faut se poser la question si ce qui est fait machine arrêtée peut être fait machine en marche, donc convertir les réglages **internes** en réglages **externes**.

Des réglages externes faits à tort comme des réglages internes, par la force de l'habitude ou la méconnaissance de ce simple principe, se convertissent immédiatement.

### Des exemples de conversions :

- Moules préchauffés sur et par la machine sont désormais préchauffés à l'avance par un autre moyen.
- Les produits mélangés par la machine, ce qui nécessite des essais, sont mélangés et ajustés au préalable, la machine est approvisionnée du mélange de produits prêt à l'emploi.
- Le bridage d'une pièce sur le porte pièce n'est plus fait sur la machine, mais un porte pièce amovible est monté sur la machine avec la pièce déjà bridée.

### Simplification des bridages et fixations

Rappel fondamental : quelque soit la longueur de la vis et le nombre de filets, ce n'est toujours que le dernier tour de vis qui serre et le premier qui dessert !

Autrement dit, un serrage possible en un seul tour de vis est aussi efficace qu'un serrage à 10 tours, mais nettement plus rapide !

Ceci vaut pour les écrous.

Il existe ensuite toute une variété de solutions qui évitent le recours aux vis et écrous, car si même on n'en réduit le nombre de tours nécessaires, ils n'en gardent pas moins d'agaçantes dispositions à se perdre, à se ressembler mais d'être d'un diamètre différent, etc.

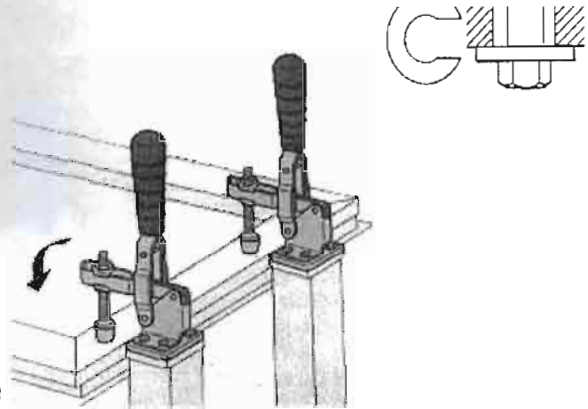
Ce genre de mésaventures est conté avec humour dans mes pages des lois de Murphy.

### Quelques exemples d'autres types de serrages et

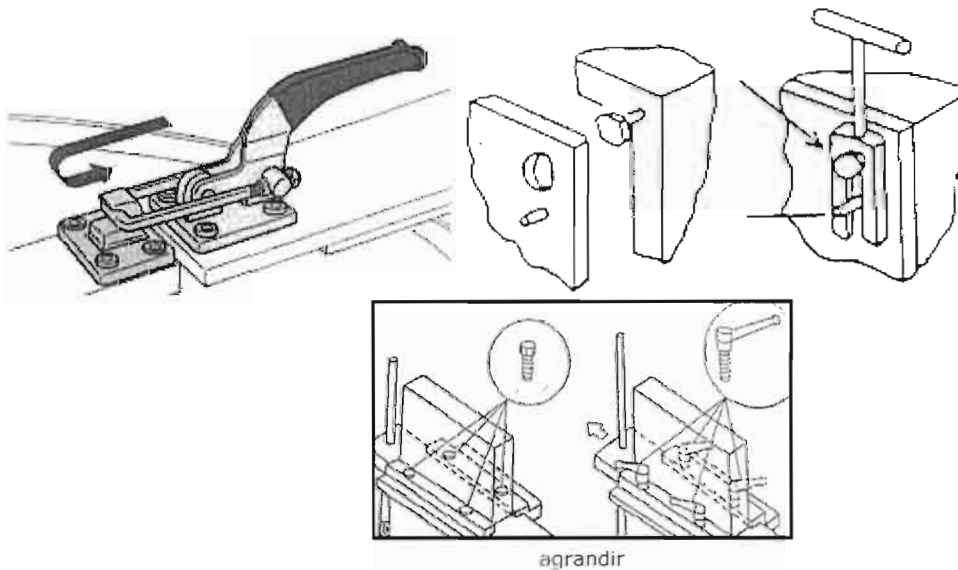


**bridages :**

- Rondelles en U
- Trous en Boutonnière
- Vis à filet entaillé (serrage quart de tour, tiers de tour)
- Rainures en U, fixation par queue d'aronde, avec des aimants, gorge à billes...
- Serrage par came
- Grenouillères

**Le recours aux outils peut être réduit ou même éliminé :**

- Ecrou papillon
- Clef en T sur la vis même

**Travailler à plusieurs**

La meilleure illustration du travail à plusieurs est le stand de formule 1.

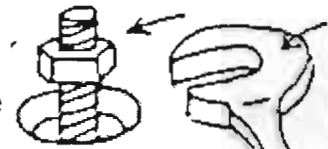
Dans une mise en oeuvre **SMED** pour machine d'insertion automatique de composants, une opératrice effectue tous les réglages situés sur l'avant de la machine, tandis qu'une autre charge les composants par l'arrière. Il n'y a aucune gêne et des sécurités empêchent un démarrage par l'une ou l'autre personne, tant que les capots de protection ne sont pas fermés.

Il n'est pas toujours nécessaire d'augmenter l'effectif de l'atelier en question, il suffit de trouver le complément d'aide, une personne qualifiée qui peut se rendre disponible au moment opportun.

**Minimisation ou élimination des essais et contrôles**

Plus on introduit de la rigueur et du formalisme, moins il y aura de dérives à contrôler.

Plus ceci sera fait en amont, moins cela pèsera sur la durée du changement à réduire.



du changement à réduire.

Le recours aux détrompeurs, les Poka-Yoké, à d'éventuels automatismes et surtout le respect des procédures et modes opératoires doit permettre de reproduire à chaque fois la situation "standard".

Faire bien du premier coup c'est alléger ou même supprimer la nécessité des essais et contrôles.

Utiliser des check-listes et faire valider (signer) aux opérateurs les étapes clefs, les responsabiliser, est un bon moyen pour garantir le respect des procédures.



---

## Conclusion

Les gains par le **SMED** sont souvent spectaculaires. Dégager du temps utile pour une machine ou un process améliore son rendement, mais peut dans bien des cas retarder ou même rendre inutile des investissements capacitaires.

Etre plus flexible est de plus en plus nécessaire, la nouvelle *donne économique* nous impose **sa** loi.

Il vaut mieux procéder graduellement, se fixer des objectifs réalistes, même modestes pour le début.

Suivre les quatre étapes et enregistrer les progrès à chacune d'elle, puis reprendre la même démarche avec un objectif plus ambitieux et réitérer jusqu'à ce que les efforts à fournir deviennent prohibitifs par rapport aux gains escomptés.

L'esprit Kaizen imprègne le **SMED**, tout comme les 5S sont des prérequis indispensables.

Il ne faut pas penser que le principe du **SMED** n'est applicable qu'à l'industrie, aux machines et ateliers automatisés.

Les notions de changement rapide d'outil, de série ou de lot sont confondues. Les changements de fabrication sur une ligne d'assemblage manuel, où il faut réagencer les postes, remplacer les outillages et gabarits spécifiques obéissent aux mêmes impératifs et la méthode est parfaitement applicable.

On peut appliquer le **SMED** dans une boulangerie, au moulage plastique et pourquoi pas dans un bureau ?



---

## Le piège du "tout SMED"

Après une conclusion aussi enthousiaste, il peut paraître étonnant de se voir servir un paragraphe modérateur, mais il me semble néanmoins important, avant de s'engager la démarche **SMED** et afin d'en assurer le succès, de prévenir du "*piège*".

Dans un environnement industriel, les points d'amélioration potentiels sont nombreux. On pourrait même améliorer indéfiniment. Or le temps, les moyens



techniques, financiers et humains sont toujours limités.

Se jeter sur le **SMED** et vouloir l'appliquer partout, sans réflexion préalable est "*dangereux*".

Il convient en effet de distinguer dans le process les postes ou machines qui méritent le **SMED**.

La théorie des contraintes (**TOC**) distingue deux types de ressources : les **goulots** et les **non-goulots**.

Expliquons brièvement que les **goulots** sont des ressources dont la capacité est limitée et qui limitent la capacité globale du process, alors que les **non-goulots** sont des ressources avec des capacités en excès. Alors que les goulots sont toujours saturés, les non-goulots sont souvent en attente.

Le **SMED** appliqué aux non-goulots est une double absurdité dans la mesure où ces ressources, ayant des capacités excédentaires, ont déjà la possibilité de changer d'outils ou de séries sans que cela affecte le flux de production.

Mais aussi et surtout parce que l'on affecterait des moyens techniques et financiers limités à augmenter la capacité de ressources qui n'en ont nul besoin, au détriment éventuel des goulots qu'il est urgent, sinon vital, de dégouloter !

Je conseille vivement au lecteur de se reporter aux pages **TOC** pour les détails.

Avant d'engager une démarche **SMED**, il faut analyser le process avec une vision **TOC**, redéfinir au besoin la planification et la gestion des ressources selon les règles de la théorie des contraintes, puis en dernier lieu définir les ressources-cibles pour l'application du **SMED**.

Tout comme pour le **Kaizen**, vouloir en faire trop est un piège. Une démarche **SMED** ne doit pas avoir pour but d'établir une performance pour la performance, mais doit contribuer à générer **plus de profits pour l'entreprise**.



## Bibliographie

- "Le système SMED", Shigeo Shingo, Editions d'organisation, Paris, 1987, 348p, ISBN 2-7081-00776-3

**Faites-moi part de vos réactions et  
Partagez vos expériences, postez vos questions,  
entrez dans la discussion  
Forum Ingénierie et Management HC online**



URL : [http://www.multimania.com/hconline/engineer\\_fr.htm](http://www.multimania.com/hconline/engineer_fr.htm)

---

## **ANNEXE 4**

---

# Le principe des 5 S

Optimisé pour affichage 800x600



Dernière mise à jour : 14 juillet 2000



English version

Un travail efficace et de qualité nécessite un environnement propre, de la sécurité, et de la rigueur.  
Les **5S** permettent de construire un environnement de travail fonctionnel, régi par des règles simples, précises et efficaces.

## Sommaire

- Principe des **5S**
  - **Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke**
  - Initiation à la qualité
  - Conseils
- La mise en place, ma propre expérience
  - Première étape : la formation de l'encadrement
  - Deuxième étape : la mise en route effective des 5S
  - Patrouille **5S**
  - Troisième étape : la pérennisation.
- Quelques Ecueils !

## Le principe des 5S

Les **5S**, règles de base de l'ordre et de la discipline, sont les préliminaires incontournables pour tout projet d'amélioration. Partant du principe que **Les pertes sont des bénéfices potentiels**, éliminer les pertes constitue un gain. Il n'a pas d'amélioration réelle de productivité ou de qualité si par ailleurs subsistent des gaspillages.

Les cinq **S** représentent les cinq premières lettres des mots japonais :

	Traduction littérale	Traduction "utile"	Traduction US
<b>Seiri</b>	Ranger	S'organiser	Sorting Out
<b>Seiton</b>	Ordre, arrangement	Situer (les choses)	Systematic Arrangement
<b>Seiso</b>	Nettoyage	Scintiller	Spic and Span
<b>Seiketsu</b>	Propre, net	Standardiser	Standardizing
<b>Shitsuke</b>	Education	Suivi	Self-discipline

Les **5S** étant un terme générique, un moyen mnémotechnique de garder ce(s) principe(s) à l'esprit.

## En quoi consistent les 5S ?

## Seiri

**Trier**, garder le strict nécessaire sur le poste et se débarrasser du reste. La manie d'accumuler et de garder "parce que cela peut servir" ne favorise pas la propreté et l'efficacité d'une recherche. Le Seiri c'est trier, séparer l'utile de l'inutile, éliminer tout ce qui est inutile sur le poste de travail et dans son environnement.

Un système de classification du type **ABC** (voir Pareto)

- o **A** = usage quotidien,
- o **B** = usage hebdomadaire ou mensuel,
- o **C** = usage rarissime,

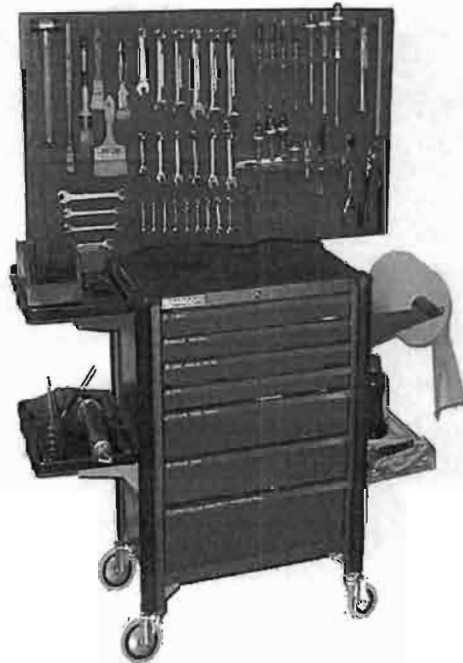
permet de déterminer ce qui mérite effectivement d'être au poste de travail, ce que l'on peut en éloigner et ce dont il **faut** se débarrasser.

## Seiton

**Arranger**, réduire les recherches inutiles.

L'exemple typique du Seiton est le panneau d'outils. Disposer les objets utiles de manière fonctionnelle, s'astreindre à remettre en place les objets, donner un nom et une place bien définie aux outils, réaliser des accessoires et supports permettant de trouver les outils rapidement et plus largement, définir les règles de rangement.

Le Seiton peut consister à peindre les sols afin de visualiser les saletés, délimiter visuellement les aires de travail, ombrer les emplacements d'outils sur les tableaux. Afin de réduire les temps de changements d'outils, de séries avec le **SMED** ou réduire les temps d'indisponibilité machine avec la Maintenance Productive Totale (**TPM**) il est indispensable de disposer de l'outillage nécessaire à portée de main. Une servante spécifique a été développée à cet effet.



Autre exemple de Seiton : le chariot à balais. Le nettoyage étant à la base des **5S** nous avons créé des chariots portant balais, balayettes, pelles, rouleaux de papier et produits de nettoyage. Ces chariots répartis dans les ateliers à des emplacements spécifiques, permettent à tous les employés de trouver le nécessaire de nettoyage.

Le Seiton s'illustre par cette célèbre maxime :  
*"Une place pour chaque chose et chaque chose à sa place".*

## Seiso

Le **nettoyage régulier**.

Dans un environnement propre, une fuite ou toute autre anomalie se détecte plus facilement et plus rapidement.

Après le premier grand nettoyage, étape obligée de l'introduction des **5S**, il faut en assurer la continuité.

Le nettoyage régulier est une forme d'inspection. Pour cela, on peut diviser l'atelier en zones avec un responsable pour chacune d'elles, nettoyer le poste de travail et son environnement (machines, sols, allées, outils...), identifier et si possible éliminer les causes de salissures, définir ce qui doit être nettoyé, les moyens pour y parvenir et la fréquence de nettoyage.

Il est recommandé de définir des objectifs et un système d'évaluation. Formaliser le nettoyage est une étape dans la mise en place de la maintenance préventive, la TPM) et l'aspect sécurité est sous-jacent.

## Seiketsu

**Standardiser**, respecter les **3S** précédents. Les 3 premiers **S** sont souvent exécutés sous la contrainte (hiérarchique). Afin que le maintien de la propreté et l'élimination des causes de désordre deviennent normal, naturel, il est indispensable de les inscrire comme des règles ordinaires, des standards. Le Seiketsu aide à combattre la tendance naturelle au laisser-aller et le retour aux vieilles habitudes.

Il vaut mieux formaliser les règles et définir standards avec la participation du personnel (appropriation du projet), puis faire appliquer et respecter les règles établies aux 3 étapes précédentes. Le Seiketsu permet de simplifier la compréhension du poste et de son environnement en privilégiant les aides visuelles.

## Shitsuke

Finalement, pour faire vivre les 4 premiers **S**, il faut surveiller régulièrement l'application des règles, les remettre en mémoire, en corriger les dérives. En instituant un système de suivi avec affichage d'indicateurs, les désormais **5S** sont assurés de continuer à vivre, mais aussi de graduellement repousser leurs limites initiales, dans une démarche d'amélioration continue, le Kaizen.

Shitsuke, le suivi, c'est aussi l'implication. Réaliser des autoévaluations, promouvoir l'esprit d'équipe, instituer des règles de comportement, mettre en place une bonne communication et valoriser les résultats obtenus car chaque étape est une petite victoire.



## Initiation à la qualité

Les **5S** sont les préliminaires incontournables pour tout projet d'amélioration et par extension une bonne initiation à la qualité.

Il est pertinent de former et sensibiliser les personnes à l'importance de la qualité tout en engageant un chantier **5S**.

Le cycle des **5S** est évolutif, il suit le principe **PDCA** (Plan-Do-Check-Action), cher aux processus d'améliorations.

Le premier (grand) nettoyage sert à établir l'état des lieux. Cette phase concrète peut être exploitée pour planifier les actions, fixer les objectifs (Plan), avec les acteurs. Les actions



sont menées (Do) et le résultat vérifié (Check). On évalue alors l'écart entre ce que l'on constate et les objectifs (Action). On redéfinit (Plan) de nouvelles actions...et c'est reparti !

Plus qu'un simple processus cyclique, l'utilisation du PDCA produit une spirale d'amélioration, l'évolution ne permettant pas de se retrouver au même point. (ou alors reprenez la lecture de cette page au début !)



**Partagez vos expériences, postez vos questions, entrez dans la discussion**



**Forum Ingénierie et Management HC online**

## Conseils

- La mise en place des **5S** est **graduelle** et nécessairement dans l'ordre : **Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke**.
- Préférer les actions rapides à la formulation d'idées générales.
- Les **5S** s'adressent à **tout** le monde ; inutile de préciser que si la hiérarchie ne s'astreint pas aux mêmes règles, il est illusoire de les voir suivies par les subordonnés.
- Les **5S** se révèlent à l'usage remarquablement efficaces, parce qu'elles transforment physiquement l'environnement du poste de travail et parce qu'elles agissent profondément sur l'état d'esprit du personnel, **tous** niveaux hiérarchiques confondus.

Tout cela tombe sous le sens ? C'est évident ?

Non, il n'y a là rien de révolutionnaire, mais avant de conclure trop rapidement à la simplicité, voire douter de l'utilité de cette formalisation, essayez de mettre les 5S en place, pour vous-même, puis dans votre unité. Vous constaterez les résistances, les difficultés.

Quand après bien des efforts vous avez réussi à implanter les **5S**, n'oubliez pas de les faire vivre !



**Un commentaire ? Le livre d'or :**



Témoignages, questions et réactions bienvenus. hohmann@sdv.fr

---

## Mise en place des 5S, ma propre expérience

Les **5S** étant un outil fondamental parmi les méthodes industrielles japonaises, la mise en place du principe et de son cadre formel fut un des grands projets, dès le démarrage de l'unité.

### Première étape : la formation de l'encadrement

Cette formation concernait dans un premier temps les managers, agents de maîtrise et chefs d'équipes. Outre l'explication théorique, de fréquentes visites sur le terrain ont permis de visualiser des exemples négatifs comme le manque de rangements, la poussière, des pièces obsolètes ou documents périmés non retirés...

Ce fut l'occasion de dresser un état des lieux et de faire germer des idées d'amélioration.

(Parallèlement aux 5S fut introduit le KAIZEN)

Faire des photos pour fixer l'état initial est recommandé, en complétant avec les photos ultérieures, on obtiendra un album des états avant/après.

Les visites sur le terrain furent assez *invasives*, car les armoires ou tiroirs de bureaux furent ouverts, mettant à jour le manque de **5S individuels**.

### Deuxième étape : la mise en route effective des 5S

Les managers, agents de maîtrise et chefs d'équipes relayèrent l'esprit et les techniques **5S** vers les niveaux inférieurs, formèrent leur personnel.

Une fois les explications fournies, les idées d'amélioration initiales, enrichies de celles des nouveaux initiés, opératrices, techniciens et employés, furent planifiées. L'entreprise fut découpée en secteurs et la responsabilité **5S** de ces secteurs attribués aux différentes sections.

La direction émit les règles **5S**, sorte de table des lois, précisant les hauteurs d'empilement limite, la définition des zones de stockage et diverses consignes.

Sur cinq mois, à raison d'un **S** par mois, les différentes sections devaient mettre en oeuvre les idées retenues.

Les premières actions consistèrent à nettoyer, trier et à matérialiser les zones de stockage, couloirs de circulations etc...

Les progrès et la conformité de l'action furent validés par une **patrouille 5S** mensuelle.

### La patrouille 5S

Sous l'égide du responsable qualité, certains managers, agents de maîtrise ou chefs d'équipes furent désignés à la fois comme responsables des **5S** dans leur secteur, mais aussi auditeurs lors des patrouilles. Pour intégrer l'ensemble du personnel à la démarche, un roulement de deux opératrices joignait la patrouille chaque mois.

La patrouille disposait de fiches d'évaluation, qui étaient en même temps le

référentiel, issu des **règles 5S** générales et de celles décidées par l'entreprise.

A une paire de patrouilleurs était désignés plusieurs secteurs à auditer. Deux patrouilles pouvaient auditer un même secteur. Le planning des patrouilles veillait à ce que les auditeurs évaluent tous les secteurs au fil des mois.

A la fin de l'audit, les fiches d'évaluation portant les notes face à chaque critère et les remarques éventuelles étaient mises en commun et discutées.

Le responsable qualité recueillait l'ensemble des fiches et calculait pour chaque secteur, la note globale obtenue. Le tableau récapitulatif des résultats était affiché.

Des demandes d'amélioration **5S** pouvaient être émises au besoin, enjoignant des responsables à se pencher sur un point précis, à répondre de manière concrète et avec un délai.

### Troisième étape : la pérennisation.

Lorsque les **5S** ont été mis en oeuvre et que le système était compris et appliqué, un **objectif 5S annuel** fut assigné aux différents services, inclus dans l'ensemble des objectifs qualité.

La moyenne des résultats des **audits 5S** mensuels devait au moins atteindre cet objectif.

Le principe des patrouilles fut conservé.

## Quelques écueils

Une condition essentielle au succès à long terme des **5S** est l'implication de la hiérarchie.

Elle doit y attacher de l'importance, être exigeante et appliquer une pression suffisante afin que les penchants naturels de chacun ne ruinent pas les efforts initiaux.

Il va de soi que la hiérarchie doit se montrer exemplaire.

Les entorses tolérées aux **règles 5S** sont un poison. Car à terme elles tendent à décrédibiliser la volonté de les maintenir.

Les référentiels définis pour l'évaluation des efforts doivent tenir compte des spécificités des services; les gens de la production poussés par leurs contraintes se sentaient désavantagés par rapport aux gens des bureaux, pour qui maintenir ordre et propreté était plus facile...



URL : [http://www.multimania.com/hconline/engineer\\_fr.htm](http://www.multimania.com/hconline/engineer_fr.htm)

© **Christian HOHMANN**





---

## **ANNEXE 5**

---

## LES 5M

La maîtrise de la qualité suppose aussi la maîtrise des **5M**, à savoir :

- **M**ain d'œuvre : formation et qualification adéquate des intervenants
- **M**achines ou Moyens : qualité des équipements de production et de contrôle
- **M**éthodes ou Modes Opératoires : standardisation et répétabilité, respect des spécifications
- **M**ilieu : environnement de travail adapté, propre, ordonné (5S)...
- **M**atériaux : s'assurer de la qualité des approvisionnements et de la sous-traitance

Un système de surveillance s'assure de la pérennité de cette maîtrise, au sein d'une organisation cohérente.