



**HAL**  
open science

# Les différentes méthodes d'amélioration de la productivité et application de la démarche TPM sur site industriel

Arnaud Heinrich

## ► To cite this version:

Arnaud Heinrich. Les différentes méthodes d'amélioration de la productivité et application de la démarche TPM sur site industriel. Sciences pharmaceutiques. 2006. dumas-01154185

**HAL Id: dumas-01154185**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01154185>**

Submitted on 21 May 2015

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il n'a pas été réévalué depuis la date de soutenance.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact au SICD1 de Grenoble : **thesebum@ujf-grenoble.fr**

## LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

<http://www.cfcopies.com/juridique/droit-auteur>

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>



1<sup>er</sup> exemplaire.

**UNIVERSITE JOSEPH FOURIER  
FACULTE DE PHARMACIE DE GRENOBLE**

Année : 2006

N° 7057

**LES DIFFERENTES METHODES D'AMELIORATION DE LA  
PRODUCTIVITE ET APPLICATION DE LA DEMARCHE TPM SUR  
SITE INDUSTRIEL**

**THESE  
PRESENTEE POUR L'OBTENTION DU TITRE DE DOCTEUR EN PHARMACIE  
DIPLOME D'ETAT**

**ARNAUD HEINRICH**

**Né le 02 août 1980 à Chambéry**

**THESE SOUTENUE PUBLIQUEMENT A LA FACULTE DE PHARMACIE DE GRENOBLE**

**Le 6 décembre 2006**

**DEVANT LE JURY COMPOSE DE :**

**Président du jury : Professeur Abdelaziz BAKRI**

**Directeur de thèse : Docteur Jérôme REPITON**

**Membres :**

**Docteur Joëlle BARDON  
Docteur Laure MORELLO**



**UNIVERSITE JOSEPH FOURIER  
FACULTE DE PHARMACIE DE GRENOBLE**

**Année : 2006**

**N°**

**LES DIFFERENTES METHODES D'AMELIORATION DE LA  
PRODUCTIVITE ET APPLICATION DE LA DEMARCHE TPM  
SUR SITE INDUSTRIEL**

**THESE  
PRESENTEE POUR L'OBTENTION DU TITRE DE DOCTEUR EN  
PHARMACIE**

**DIPLÔME D'ETAT**

**ARNAUD HEINRICH**

**Né le 02 août 1980 à Chambéry**

**THESE SOUTENUE PUBLIQUEMENT A LA FACULTE DE PHARMACIE DE GRENOBLE**

**Le 6 décembre 2006**

**DEVANT LE JURY COMPOSE DE :**

**Président du jury : Professeur Aziz BAKRI**

**Directeur de thèse : Docteur Jérôme REPITON**

**Membres :**

**Docteur Joëlle BARDON  
Docteur Laure MORELLO**





UNIVERSITE JOSEPH FOURIER  
**FACULTE DE PHARMACIE DE GRENOBLE**  
Domaine de la Merci 38 700 LA TRONCHE

Doyen de la faculté : M le professeur **P. DEMENGE**  
Vice-doyenne : Mme **A. VILLET**

**PROFESSEURS A L'UFR DE PHARMACIE**

<b>BAKRI</b>	Aziz	Pharmacie Galénique
<b>BURMEISTER</b>	Wilhelm	Physique
<b>CALOP</b>	Jean	Pharmacie Clinique
<b>DANEL</b>	Vincent	Toxicologie
<b>DECOUT</b>	Jean-Luc	Chimie Bio-Inorganique
<b>DEMENGE</b>	Pierre	Physiologie / Pharmacologie
<b>DROUET</b>	Emmanuel	Immunologie / Microbiologie / Biotechnologie
<b>FAVIER</b>	Alain	Biochimie
<b>GODIN-RIBUOT</b>	Diane	Physiologie
<b>GOULON</b>	Chantal	Physique
<b>GRILLOT</b>	Renée	Parasitologie
<b>MARIOTTE</b>	Anne-Marie	Pharmacognosie
<b>PEYRIN</b>	Eric	Chimie Analytique
<b>RIBUOT</b>	Christophe	Physiologie / Pharmacologie
<b>ROUSSEL</b>	Anne-Marie	Biochimie
<b>STEIMAN</b>	Régine	Biologie Cellulaire
<b>WOUESSIDJEW</b>	Denis	Pharmacie Galénique

**PROFESSEUR ASSOCIE (PAST)**

<b>CHAMPON</b>	Bernard	Pharmacie Clinique
----------------	---------	--------------------

## ENSEIGNANTS ANGLAIS

**FITE**  
**GOUBIER**

Andrée  
Laurence

## POSTE D'ATER

½ ATER  
½ ATER  
½ ATER  
1 ATER

**TRAVIER** Laetitia  
**SACCONI** Patrick  
**MICHALET** Serge  
**KHALEF** Nawel

Immunologie  
Mycologie  
Pharmacologie  
Galénique

UNIVERSITE JOSEPH FOURIER  
**FACULTE DE PHARMACIE DE GRENOBLE**  
 Domaine de la Merci 38 700 LA TRONCHE

Doyen de la faculté : M le professeur **P. DEMENGE**  
 Vice-doyenne : Mme **A. VILLET**

**MAITRES DE CONFERENCES DE PHARMACIE**

<b>ALDEBERT</b>	Delphine	Parasitologie
<b>ALLENET</b>	Benoît	Pharmacie Clinique
<b>BARTOLI</b>	Marie-Hélène	Pharmacie Clinique
<b>BATANDIER</b>	Cécile	Nutrition et Physiologie
<b>BOUMENDJEL</b>	Ahcène	Pharmacognosie
<b>BRETON</b>	Jean	Parasitologie
<b>BUDAYOVA SPANO</b>	Monika	Biophysique Structurale
<b>CHOISNARD</b>	Luc	Pharmacotechnie
<b>COLLE</b>	Pierre Emmanuel	Anglais
<b>DELETRAZ</b>	Martine	Droit Pharmaceutique Economie Santé
<b>DEMEILLIERS</b>	Christine	Biochimie
<b>DESIRE</b>	Jérôme	Chimie Bio-organique
<b>DURMORT-MEUNIER</b>	Claire	Virologie
<b>ESNAULT</b>	Danielle	Chimie Analytique
<b>FAURE</b>	Patrice	Biochimie
<b>FAURE-JOYEUX</b>	Marie	Physiologie – Pharmacologie
<b>GEZE</b>	Annabelle	Pharmacotechnie
<b>GERMI</b>	Raphaëlle	Microbiologie
<b>GILLY</b>	Catherine	Chimie Thérapeutique
<b>GROSSET</b>	Catherine	Chimie Analytique
<b>GUIRAUD</b>	Pascale	Biologie Cellulaire et Génétique
<b>HININGER-FAVIER</b>	Isabelle	Biochimie
<b>KRIVOBOK</b>	Serge	Botanique – Cryptogamie
<b>MORAND</b>	Jean-Marc	Chimie Thérapeutique
<b>NICOLLE</b>	Edwige	Chimie Organique
<b>PINEL</b>	Claudine	Parasitologie
<b>RACHIDI</b>	Walid	Biochimie
<b>RAVEL</b>	Anne	Chimie Analytique
<b>RAVELET</b>	Corinne	Chimie Analytique
<b>RIEU</b>	<i>PAST</i> Isabelle	Qualitologie
<b>SEVE</b>	Michel	Physique
<b>TARBOURIECH</b>	Nicolas	Biophysique
<b>VILLEMMAIN</b>	Danielle	Mathématiques
<b>VILLET</b>	Annick	Chimie Analytique

## **Dédicaces**

**A mon grand père...**

## Remerciements

Avant d'inviter le lecteur à se plonger dans cette thèse, je souhaiterais rappeler que ce mémoire a d'abord été une formidable histoire humaine.

Une histoire humaine qui dure depuis 26 ans avec ceux qui m'ont toujours guidé et encouragé et qui ont fait que j'en suis arrivé là aujourd'hui : mes parents. Merci à vous deux du fond du cœur.

Une histoire humaine au sein du groupe Solvay, liée à la confiance que l'on m'a témoignée dans la conduite de ce projet ainsi qu'à la qualité des conseils reçus pour sa réalisation. Je pense naturellement à Jérôme REPITON. Je pense également à ceux qui m'ont accompagné dans cette aventure au quotidien. La liste est trop longue pour pouvoir les citer tous. Je tiens à remercier tous ceux que j'ai pu côtoyer durant cette année avec une dédicace spéciale au groupe de stagiaires résidant au 110, rue clos Bizet 01 400 à Châtillon sur Chalaronne. Merci à vous pour les soirées passées ensemble.

Une histoire humaine toujours, car elle s'est déroulée dans le cadre qui m'accueille depuis sept ans, l'université Joseph Fourier où j'ai franchi plusieurs étapes de ma construction personnelle grâce à un environnement de grande valeur et qualité. Je pense notamment à Aziz BAKRI qui a été pour moi ce que le tuteur est à l'arbre, une aide pour grandir et se construire. Merci Monsieur BAKRI de me faire l'honneur d'être mon président de jury. Merci à l'ensemble des professeurs, passés et présents de cette Université.

Une histoire humaine sûrement avec tous mes camarades de promotion de l'université Joseph Fourier et du master d'ingénierie pour la santé et le médicament.

Une histoire humaine évidemment en relation avec tous ceux qui ne comprennent rien (enfin pas grand chose) à ce qui est écrit dans les pages suivantes, mais qui me soutiennent et qui m'aiment simplement parce qu'ils sont mes ami(e)s.

Une histoire humaine sans doute grâce à la présence d'une personne extraordinaire qui sait être là quand tout va bien autant que quand rien ne va plus. Merci mon ange du fond du cœur.

Ainsi s'achève cette histoire humaine qui restera en moi pour longtemps

## Table des matières

Dédicaces.....	5
Remerciements .....	6
Liste des figures.....	9
Liste des tableaux.....	9
Liste des abréviations, acronymes et symboles .....	10
<b>1. Introduction.....</b>	<b>12</b>
<b>1.1. Le secteur pharmaceutique, un marché pas comme les autres .....</b>	<b>12</b>
<b>1.2. Le poids des taxes spécifiques .....</b>	<b>13</b>
<b>1.3. Les mutations du secteur pharmaceutique.....</b>	<b>14</b>
<b>2. Les différentes méthodes d'amélioration de la productivité.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1. La démarche KAIZEN .....</b>	<b>17</b>
<b>2.1.1. Comparatif Kaizen – Réformes .....</b>	<b>21</b>
<b>2.2. Le principe des 5S .....</b>	<b>22</b>
<b>2.2.1. En quoi consistent les 5S ?.....</b>	<b>23</b>
Seiri – Supprimer l'inutile .....	23
Seiton – Situer.....	24
Seiso – Scintiller .....	24
Seiketsu – Standardiser .....	24
Shitsuke – Suivre .....	25
<b>2.3. La démarche TPM .....</b>	<b>26</b>
<b>2.3.1. Le TRS ou Taux de Rendement Synthétique .....</b>	<b>29</b>
<b>2.3.1.1. Définition et calcul du TRS .....</b>	<b>29</b>
<b>2.3.1.2. L'apport normatif.....</b>	<b>30</b>
<b>2.3.2. Les objectifs de la démarche .....</b>	<b>33</b>
<b>2.3.3. Les huit piliers de la TPM selon le JIPM.....</b>	<b>33</b>
<b>2.3.4. Les buts de la TPM .....</b>	<b>35</b>
<b>2.4. La méthode Six Sigma : <math>6\sigma</math>.....</b>	<b>36</b>
<b>2.4.1. Qu'est ce que le six sigma ? .....</b>	<b>36</b>
<b>2.4.2. Qu'est ce que la notion de Sigma ?.....</b>	<b>37</b>
<b>2.4.3. Pourquoi viser le <math>6\sigma</math> ? .....</b>	<b>40</b>
<b>2.4.4. Le DMAIC .....</b>	<b>42</b>
<b>2.5. La méthode SMED ou changement de format en moins de dix minutes...44</b>	<b>44</b>
<b>2.5.1. Mise en œuvre de la méthode.....</b>	<b>46</b>
<b>2.6. Le Lean Manufacturing .....</b>	<b>48</b>
<b>2.6.1. La démarche Lean en cinq étapes .....</b>	<b>49</b>
1. Définir la valeur .....	49
2. Identifier le flux de valeur.....	50
3. Favoriser l'écoulement du flux.....	50
4. Tirer les flux.....	51
5. Viser la perfection.....	51
<b>3. Exemple de la TPM au sein de SOLVAY PHARMACEUTICALS.....</b>	<b>53</b>
<b>3.1. Contexte industriel de l'usine de Châtillon .....</b>	<b>53</b>
<b>3.2. Déploiement de la démarche TPM .....</b>	<b>55</b>
<b>3.3. Description d'un poste pilote, la ligne de conditionnement .....</b>	<b>56</b>
<b>3.3.1. La thermoformeuse.....</b>	<b>57</b>
<b>3.3.1.1. La zone de Formage.....</b>	<b>58</b>
<b>3.3.1.3. La zone de scellage .....</b>	<b>59</b>
<b>3.3.1.4. La zone de découpe .....</b>	<b>60</b>

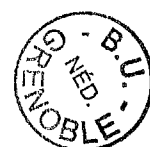
3.3.2. L'étuyeuse.....	61
3.4. La mise en place d'indicateurs.....	62
3.6. Diagnostic des dysfonctionnements du système industriel.....	64
3.7. Traitement des dysfonctionnements par la mise en place d'actions correctives priorisées et hiérarchisées.....	67
3.7.1. Trois exemples d'actions .....	67
3.7.1.1. Exemple organisationnel .....	67
3.7.1.2. Exemple technique.....	68
3.7.1.3. Exemple humain.....	70
3.8. Nouvelle analyse du système et principe d'amélioration continue.....	71
3.9. Le lien étroit entre les Bonnes Pratiques de Fabrication et les 5S.....	73
CONCLUSION .....	74
Synthèse sur les démarches d'amélioration de la productivité.....	74
L'implication de la direction : première condition nécessaire de succès.....	74
Adhésion et participation active de l'ensemble du personnel : seconde condition nécessaire de succès.....	75
BIBLIOGRAPHIE.....	76
Serment des apothicaires.....	78

## Liste des figures

Figure 1 : La roue de Deming .....	26
Figure 2 : Les différents temps d'état d'un moyen de production .....	28
Figure 3 : Les différents temps d'état d'un moyen de production et calcul du TRS.....	30
Figure 4 : Les huit piliers de la TPM selon le JIPM .....	35
Figure 5 : Répartition des masses de la formule A.....	37
Figure 6 : Répartition des masses de la formule B.....	37
Figure 7 : Courbes de Gauss des répartitions massiques des deux formules .....	39
Figure 8 : La réduction de l'écart type .....	40
Figure 9 : Les étapes de la méthode SMED (18).....	46
Figure 10 : Schématisation de la thermoformeuse CAM MK33.....	57
Figure 11 : Exemples de boîtes de distribution. ....	59
Figure 12 : Schématisation de l'etuyeuse circulaire CAM KO.....	62
Figure 13 : copie d'écran du logiciel de saisi des temps .....	63
Figure 14 : répartition des causes d'arrêts sur le mois d'août 2005 .....	65
Figure 15 : suivi du TRS sur le mois d'août 2005.....	66
Figure 16 : Schéma en coupe et de dessus de la plaque PHA et du blister .....	68
Figure 17 : photo de l'ancienne plaque PHA .....	69
Figure 18 : Schéma du blocage de la bande PVC par une mauvais placement du comprimé.....	69
Figure 19 : schéma de la nouvelle plaque PHA .....	70
Figure 20 : Suivi du TRS sur le mois de Décembre 2005 .....	71

## Liste des tableaux

Tableau 1 : la signification des 5S (5) .....	23
Tableau 2 : Les deux familles de piliers de la démarche TPM (14) .....	34
Tableau 3 : Qualité de processus placés à $4\sigma$ et à $6\sigma$ (16).....	41
Tableau 4 : description des différents niveaux de l'usine .....	54





## Liste des abréviations, acronymes et symboles

**5S** : Outil d'amélioration basé sur l'organisation du poste de travail

**6 $\sigma$**  : Méthode d'amélioration de la productivité et de la qualité basée sur la réduction de la variabilité d'un processus.

**DMAIC** : (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). Stratégie de déroulement de la méthode 6 $\sigma$ .

**DO** : (Disponibilité Opérationnelle). La disponibilité opérationnelle est un indicateur de fonctionnement de la machine par rapport au temps requis.

**Gemba** : Là où la valeur ajoutée est créée.

**Kaisen** : Méthode graduelle et douce d'amélioration continue.

**Muda** : Gaspillage en Japonais.

**Poka-Yoké** : détrompeur (type gabarit) permettant la bonne utilisation d'un outils et dans le bon sens.

**SMED** : (Single Minute Exchange of Die : changement de format en moins de dix minutes). Méthode d'amélioration basée sur la réduction des temps de changement de format.

**TF** : (Temps de Fonctionnement). Temps durant lequel la machine fonctionne réellement.

**TN** : (Temps Net). Temps pendant lequel la machine tourne soustrait du temps correspondant aux arrêts non planifiés (pannes, écarts de cadence...)

**TO** : (Temps d'Ouverture). Temps durant lequel la machine est ouverte pour produire.

**TP** : (Taux de Performance). Le taux de performance montre la fiabilité de la machine et sa capacité à ne pas tomber en panne.

**TPM** : (Total Productivity Management). Méthode d'amélioration basée sur l'optimisation des moyens de production sans investissements machine supplémentaires.

**TQ** : (Taux de Qualité). Le taux de qualité reflète la capacité de la machine à produire des pièces bonnes et conformes.

**TR** : (Temps Requis). Temps durant lequel la machine est sensée fonctionner.

**TRE** : (Taux de Rendement Economique) indicateur stratégique d'engagement et de moyens reflétant notamment l'intensité d'utilisation des investissements. Il est défini comme le rapport du Temps Utile sur le Temps Total.

**TRG** : indicateur de productivité de l'organisation industrielle. Il est défini comme étant le rapport du temps Utile sur le Temps d'Ouverture.

**TRS** : (Taux de Rendement Synthétique). Indicateur de performance de la démarche TPM. C'est le rapport du Temps Utile sur le Temps Requis.

**TT** : (Temps Total). Nombre d'heures dans une journée soit 24heures.

**TU** : (Temps Utile). Temps pendant lequel la machine produit des pièces conformes et de qualité.

**VSM** : (Value Stream Mapping : cartographie des flux de valeur). Outil d'amélioration associé au Lean Manufacturing (production maigre : au plus juste, sans stock) basé sur la cartographie des flux de valeur et à leur linéarisation et uniformisation.

## **1. Introduction**

L'économie actuelle doit faire face à de nombreux enjeux. Les marchés se mondialisent, la concurrence s'accroît et les exigences clients en matière de qualité et de prix se renforcent. Dans un environnement concurrentiel, 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 améliorer leur rentabilité en ne compromettant pas la qualité de leur produit.

### **1.1. Le secteur pharmaceutique, un marché pas comme les autres**

Dans les marchés traditionnels, le produit de bien ou de service proposé est directement vendu au client. Le prix de vente de tels biens de consommation est fixé par le prix du marché. En ce qui concerne le marché pharmaceutique, la particularité est d'une part que le consommateur (le patient) et le payeur (Sécurité Sociale et complémentaires de santé) sont deux entités bien distinctes et d'autre part que le prix de vente de la plupart des produits est fixé par un organisme d'Etat. Cet organisme tend à diminuer au maximum ce prix de vente afin

de garantir la longévité du système de santé. L'accroissement des taxes spécifiques à l'Industrie Pharmaceutique, la concurrence de plus en plus rude et l'arrivée des génériques poussent les laboratoires à réduire leurs coûts de production afin de garantir leur compétitivité sur le marché du médicament. De plus la pérennité de l'entreprise pharmaceutique ne peut se poursuivre qu'en réinvestissant une part importante et de plus en plus croissante du chiffre d'affaires (en moyenne 12%) dans la recherche et le développement de nouveaux médicaments. Enfin, acteur de santé publique, l'Industrie Pharmaceutique est un partenaire des Pouvoirs Publics dans la maîtrise des dépenses de santé. C'est pourquoi elle se doit de fournir le marché en produits de qualité.

## **1.2. Le poids des taxes spécifiques**

L'Industrie du Médicament est le seul secteur industriel qui fasse l'objet de prélèvements spécifiques en plus des autres taxes communes à tous les autres secteurs. Le niveau croissant de ces taxes affecte de manière grave la santé économique des Entreprises du Médicament en France. Outre la taxe sur la publicité, celle sur les ventes directes et les redevances sur les spécialités payées à l'AFSSAPS, les Entreprises du Médicament sont soumises à une régulation conventionnelle du marché du médicament remboursable se traduisant par des « remises » (taxes) à

payer en application des conventions, si les volumes vendus dépassent les objectifs fixés par le CEPS (Commission d'Evaluation des Produits de Santé). Cela peut impliquer aussi des baisses de prix et des déremboursements. Une nouvelle taxe sur le chiffre d'affaires pris en charge (remboursable en ville et à l'hôpital) a été instaurée par la Loi de financement de la Sécurité Sociale pour 2004, majorée et pérennisée par la loi de réforme de l'Assurance Maladie du 13 août 2004. Entre 1997 et 2001, le montant de ces prélèvements spécifiques a plus que triplé. En 2004, les Entreprises du Médicament ont reversé à l'Etat 811 millions d'euros de prélèvements spécifiques, et ce, en supplément des impôts et taxes de droit commun que versent toutes les sociétés (11).

### **1.3. Les mutations du secteur pharmaceutique**

Ces mutations ont pour origine deux causes principales : La mondialisation du marché pharmaceutique et la baisse de rentabilité du secteur. Face à la concurrence les Entreprises Pharmaceutiques se sont concentrées. En France, le nombre de laboratoires est passé d'un millier dans les années 70 à 300 aujourd'hui. Nous constatons également un important mouvement de réduction de la diversité du marché. On comptait 25 000 présentations (formes galéniques et dosages différents d'un médicament) dans les années 30 contre 8 500 aujourd'hui. L'une des

autres spécificités de ce secteur est que 20% du marché est représenté par des petites séries de production. Afin de produire ces entités, les Entreprises ont fait l'objet de modernisations grâce à l'utilisation de logiciels de gestion de production ce qui leur ont permis de réduire leur coût de revient, leurs stocks et d'améliorer leur productivité.

Pour faire face à tous ces enjeux, les Entreprises Pharmaceutiques disposent de nombreuses méthodes d'amélioration de la productivité. Nous verrons dans un premier temps les différentes méthodes qui s'offrent au secteur pour augmenter le potentiel de production tout en diminuant les coûts. Puis dans un second temps, nous exposerons un cas d'application de management total de la productivité (TPM) au sein de Solvay Pharmaceuticals.

## **2. Les différentes méthodes d'amélioration de la productivité**

A l'aube de la seconde guerre mondiale, le Japon doit faire face à une pénurie des ressources et à une demande forte et diversifiée. Dans ce contexte de pénurie, la priorité des entreprises nippones est alors de maximiser les ventes et donc de produire suffisamment. Tout ce qui peut être produit doit être vendu et tout ce qui est produit doit être de bonne qualité et conforme. L'entreprise est fortement gagnante si elle peut produire d'avantage sans investir dans des moyens supplémentaires. On cherche alors à tirer de la valeur ajoutée de la moindre minute disponible. Le souci de réduction des stocks et de production en petits lots pour satisfaire les demandes diverses et variées impliquent que les machines ne tournent plus forcément à plein régime mais fonctionnent de manière efficace durant le temps nécessaire à la production ce qui nécessite des changements fréquents de formats. C'est la raison pour laquelle ces méthodes sont qualifiées de « Japonaises ».

## 2.1. La démarche KAIZEN

En Japonais le mot « **KAIZEN** » signifie amélioration, améliorations sans gros moyen en impliquant tous les acteurs, des directeurs aux ouvriers et en utilisant surtout le bon sens. La démarche Japonaise repose sur des petites améliorations faites jours après jours, mais constamment, c'est une démarche graduelle et douce qui s'oppose au concept plus occidental de réforme brutale du type « on jette tout et on refait à neuf ». Le **Kaizen** peut être initié de différentes manières. La plus commune est de changer les opérations des exécutants pour rendre leur travail plus productif, moins fatigant, plus efficace et sûr. Pour assurer la collaboration des exécutants, ces derniers sont invités à coopérer activement, à repenser leur travail avec l'aide de collègues ou le support d'un groupe de travail **Kaizen**. Une autre démarche consiste en l'amélioration des équipements, notamment en installant des systèmes **Poka-Yoké** appelés aussi système anti-erreurs ou encore à changer la disposition des machines. La troisième voie est la révision des procédures. (Mode opératoire détaillé des étapes de production).

Toutes ces alternatives peuvent se combiner en un plan plus ambitieux.

La première étape conseillée est de revoir les processus appliqués au regard de l'état de l'art (ce qui se fait de mieux actuellement) et de



vérifier les performances actuelles en estimant combien et comment les performances peuvent être améliorées. Quand cette étape est franchie et les nouvelles performances stabilisées, on peut réviser les processus.

La démarche **Kaizen** doit être contrôlée. Dans un contexte industriel, il est inconcevable que n'importe qui puisse « bricoler » dans son coin les produits ou process sous prétexte d'amélioration. Le plus souvent, le **Kaizen** est piloté par des groupes d'améliorations et s'accompagne d'un système de recueil de suggestions (**TEIAN** en Japonais) sous forme de « boîte à idées », qui permet à tous, quel que soit leur rang, de faire connaître leurs observations et bonnes idées. Celles-ci sont évaluées par un comité compétent. Les suggestions retenues et mises en application se voient généralement gratifiées d'un pourcentage sur les gains réalisés.

Une idée d'amélioration peut émerger « spontanément » ou être la réponse à un problème formulé, et auquel on cherche une solution.

La propreté et la discipline font partie du **Kaizen**. Ces éléments sont aussi des préliminaires aux améliorations futures. Les **5S** (cf. 2.2.) ne sont pas de simples règles d'hygiène, mais également un moyen de maintenance élémentaire ainsi que des ferments d'améliorations futures.

Eliminer les **Muda** : Un autre mot Japonais, « **Muda** » a fait son chemin jusqu'aux langues des industries occidentales. **Muda** signifie gaspillage, mais ce mot englobe de plus vastes connotations. Toute opération ne générant pas de valeur ajoutée est **Muda**.

**Muda** se présente sous différents aspects qui doivent être éliminés :

- Surproduction et stocks, accumulations de choses non nécessaires immédiatement,
- Produits défectueux nécessitant réparation ou destruction,
- Mouvements inutiles,
- Procédures imposant des tâches inefficaces ou inutiles, non synchronisation des systèmes,
- Inoccupation lors de changements de séries, d'outils ou pannes d'équipements,
- Logistique : timing inadéquat, déplacements excessifs ou mauvaises livraisons.

Toutes ces catégories de **Muda** causent directement des pertes d'argent ou au moins la perte d'opportunité d'améliorer efficacité et satisfaction client. Changer les pertes en profit en éliminant les **Muda** est un des moyens les plus simples pour améliorer les opérations. L'élimination des gaspillages, l'un des nombreux aspects du **Kaizen**, ne requiert que peu d'effort. Observez, trouvez le(s) **Muda** et prenez des mesures pour les éliminer. Allez au **Gemba**. Le **Gemba** signifie « place réelle », c'est-à-

dire l'endroit où l'action a lieu, où la valeur ajoutée se crée, là où le client obtient satisfaction.

Le **Kaizen** n'est pas une méthode révolutionnaire, mais beaucoup plus un état d'esprit que l'on met en place et que l'on fait vivre, par l'implication de l'ensemble du personnel. Le **Kaizen** s'explique en général au travers d'exemples de réalisations :

- La réimplantation en **U** des machines d'un atelier permet de réduire les effectifs tout en maintenant le contrôle des opérations.
- L'utilisation de la gravité (énergie gratuite) pour évacuer des pièces ou des déchets économise des gestes.

Le **Kaizen** n'est pas une méthode en soi, car il utilise tous les outils de créativité et de résolution de problèmes classiques. C'est beaucoup plus un environnement incitatif et formalisé. Le concept **KAIZEN** est générique pour tout un ensemble d'activités qui peuvent être désignées sous « **Kaizen** », donc amélioration ; le **SMED**, **TPM**, le **zéro défaut**, les **Poka-Yoké**, le juste à temps (**JAT**), tout cela signifie améliorations et donc en un sens constitue du **Kaizen (12)**.

### 2.1.1. Comparatif Kaizen – Réformes

**KAIZEN** fait référence à une démarche d'amélioration et s'inscrit dans un processus continu. La routine du travail ordinaire contient bien l'élément continuité mais n'inclut pas l'idée d'amélioration.

L'innovation fait référence au changement mais n'inclut pas l'idée de continuité. De part sa force symbolique, de dynamisme, l'innovation est souvent préférée au **Kaizen**. **Kaizen** et innovation sont deux démarches très différentes, l'approche **Kaizen** est de faire meilleur usage des ressources existantes.

Alors que le **Kaizen** avance à petit pas, utilise le savoir faire et beaucoup de bon sens, l'innovation avance à grands pas à la recherche des sauts technologiques. **Kaizen** se fonde sur l'effort, l'innovation sur l'investissement. **Kaizen** reconsidère constamment le process pour en vérifier les résultats face aux objectifs, tandis que l'innovation recherche les résultats.

Les bénéfices des principes du **Kaizen** sont multiples. Les solutions privilégient le bon sens, des approches à faibles coûts, le réajustement permanent. Les améliorations deviennent possibles et la dynamique est impulsée. Il n'est pas toujours nécessaire d'obtenir l'approbation de la direction pour opérer les changements. La démarche d'amélioration doit être formalisée, pour éviter que dans leur

enthousiasme créatif, les acteurs ne prennent des initiatives dont ils ne peuvent mesurer toutes les conséquences, à l'insu des spécialistes et responsables. Si le système prévoit une forme de récompense, il faut être très clair sur les motifs d'un rejet d'idée, qui paraîtra toujours injuste à son auteur.

## 2.2. Le principe des 5S

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. Les **5S** sont la fondation sur laquelle bâtir une démarche de progrès, déployer les outils et méthodes de **Lean Manufacturing** (production maigre : au plus juste, sans stock) et sont un levier du management du changement.

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

Les 5S représentent la première lettre des 5 mots Japonais :

	<b>Traduction littérale</b>	<b>Traduction « utile »</b>	<b>Traduction US</b>
<b>SEIRI</b>	Ranger	Supprimer l'inutile	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

*Tableau 1 : la signification des 5S (5)*

Les 5S étant un terme générique, un moyen mnémotechnique de garder ces principes à l'esprit.

### **2.2.1. En quoi consistent les 5S ?**

#### **Seiri – Supprimer l'inutile**

**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.

## **Seiton – Situer**

Arranger pour situer, c'est un moyen pour 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. L'accessibilité des outils les plus utilisés doit être privilégiée.

Le **Seiton** s'illustre par la célèbre maxime : « une place pour chaque chose et chaque chose à sa place »

## **Seiso – Scintiller**

Le nettoyage régulier. Dans un environnement propre, une fuite ou toute autre anomalie se détecte 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 doit être une forme d'inspection. Il est recommandé de définir des objectifs et des systèmes d'évaluation. Formaliser le nettoyage est une étape dans la mise en place de la maintenance préventive, et l'aspect sécurité est sous-jacent.

## **Seiketsu – Standardiser**

**Standardiser**, respecter les 3S précédents. Les 3 premiers S sont des actions à mener. Elles sont le plus souvent exécutées sous la contrainte hiérarchique. Afin que le maintien de la propreté et

l'élimination des causes de désordre deviennent normaux, naturels, 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 les standards avec la participation du personnel, ceci afin de vaincre la résistance au changement, garantir l'appropriation du projet, faciliter l'adhésion au projet et faire appliquer et respecter les règles établies par le personnel lui-même, lors des trois étapes précédentes. Le **Seiketsu** permet de simplifier la compréhension du poste et de son environnement si l'on privilégie les aides visuelles.

### **Shitsuke – Suivre**

**Suivre et faire évoluer.** 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 assurées 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.



Après un premier déploiement réussi, il est possible de trier plus avant, améliorer le rangement, nettoyer encore d'avantage, des endroits non pris en compte jusque là. Ces améliorations doivent conduire à la mise à jour du standard et des référentiels de suivi.

Le cycle des **5S** est évolutif, il suit le principe **PDCA (1)** (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 des actions, fixer les objectifs (**P**lan), avec les acteurs. Les actions sont menées (**D**o) et le résultat vérifié (**C**heck). On évalue alors l'écart entre ce que l'on constate et les objectifs (ré-**A**ction). On redéfinit (**P**lan) de nouvelles actions... et c'est reparti !



*Figure 1 : La roue de Deming*

### 2.3. La démarche TPM

Au delà de l'organisation de l'atelier de production par les **5S**, il existe une autre méthode plus complète qui inclut l'organisation de tout

un procédé de production. Cette méthode est la démarche **TPM** où **Total Productivity Management**.

Cette démarche se concentre sur l'optimisation des moyens de production. Elle vise à augmenter la productivité sans faire d'investissements machines supplémentaires. Cet objectif est possible si l'on s'attaque là encore aux gaspillages.

Les **5S** sont un pré requis à la démarche **TPM**. Cette dernière vise à mesurer la performance d'une machine en se basant sur les temps de production. Dans cette démarche, on distingue différents temps d'état d'un moyen de production.

Le premier temps est le Temps Total. Il est défini comme le nombre d'heures dans une journée soit 24 h.

De ce temps, il faut isoler le temps pendant lequel la machine est « ouverte pour produire ». Ce temps correspond souvent aux horaires d'ouverture de l'usine et à la disponibilité du personnel.

L'analyse exhaustive des temps révèle ainsi que par rapport au Temps d'Ouverture de l'atelier (temps durant lequel il y a une capacité théorique de travail), la machine ne travaille que durant une fraction de ce

temps. Il faut en effet déduire tous les temps accumulés durant lesquels la machine ne peut travailler pour des causes d'arrêts planifiés.

Les pertes de temps ne sont malheureusement pas toutes planifiées car durant le temps de production possible, des perturbations interviennent, mettant la machine à l'arrêt ou la ralentissant.

Enfin, lorsque cette proportion de perturbation est connue, on se rend compte que la production génère à la fois des produits conformes et des produits défectueux. Or seul les produits conformes sont utiles c'est-à-dire vendables, générateurs de profits et de valeur.

La représentation des différents temps d'état d'un moyen de production sous forme de diagramme donne la représentation suivante :

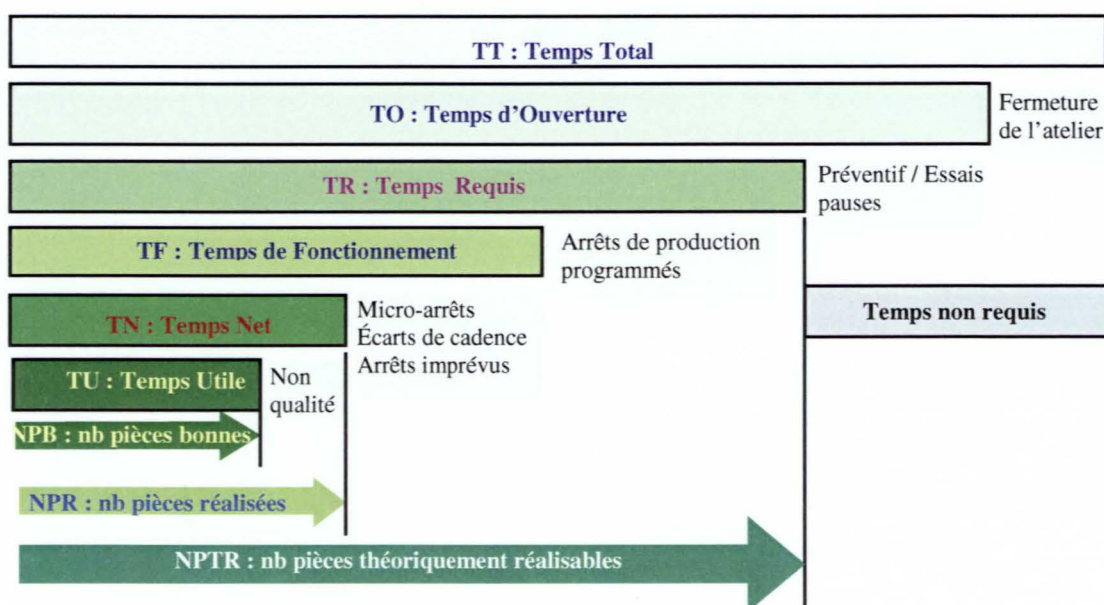


Figure 2 : Les différents temps d'état d'un moyen de production

Ce schéma illustre bien les différents types de pertes qui érodent la productivité d'une machine (7).

Si l'on en reste à un niveau de précision insuffisant, comme le suivi du taux de marche calendaire, cet indicateur ne sera pas un reflet fidèle de la situation.

Pour connaître parfaitement la situation et établir des plans d'actions correctives, un niveau de détail plus important est requis. La TPM propose un indicateur qui intègre toutes les composantes du rendement machine :

### **2.3.1. Le TRS ou Taux de Rendement Synthétique**

#### **2.3.1.1. Définition et calcul du TRS**

En considérant la représentation graphique des différents temps d'état d'un moyen de production, on conçoit bien que la mesure de productivité consiste à comparer le Temps Utile à une référence. Le principal débat portant sur le calcul de cet indicateur réside dans le choix de cette référence.

### 2.3.1.2. L'apport normatif

La norme **NF E 60-182** de mai 2002 définit les termes et modes de calcul de trois ratios. Ainsi les entreprises s'y référant pourront comparer leurs résultats et discuter de leurs performances sur des bases cohérentes et communes.

Le Taux de Rendement Economique (TRE) est défini comme le rapport du Temps Utile sur le Temps Total. Le TRE est un indicateur stratégique d'engagement et de moyens reflétant notamment l'intensité d'utilisation des investissements.

Le Taux de Rendement Global (TRG) compare le Temps Utile au Temps d'Ouverture. C'est un indicateur de productivité de l'organisation industrielle.

Le Taux de Rendement Synthétique (TRS) compare le Temps Utile au Temps Requis pour la fabrication.

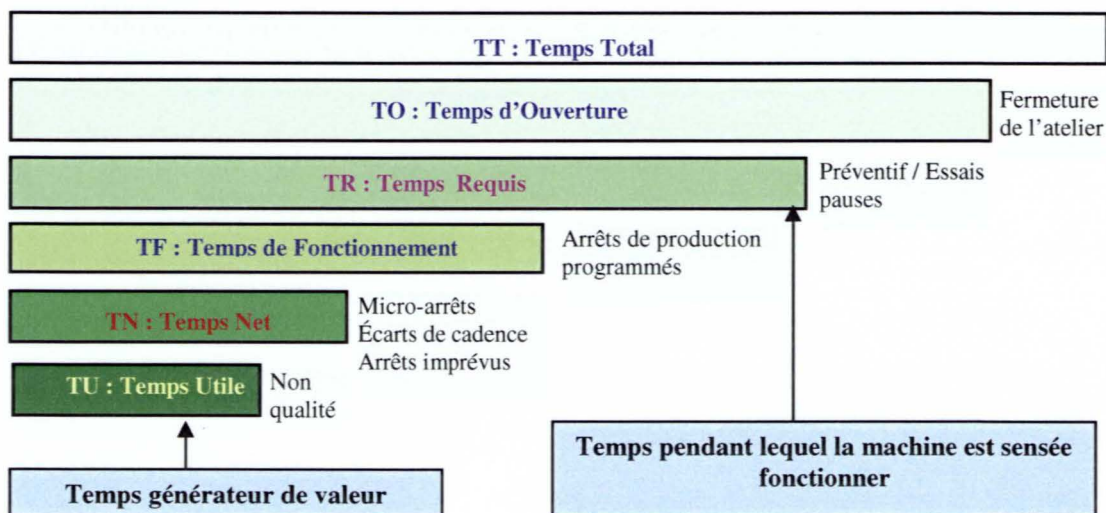


Figure 3 : Les différents temps d'état d'un moyen de production et calcul du TRS

$$\text{TRS} = \frac{\text{TU}}{\text{TR}}$$

En plus du TRE, TRG et TRS, la norme NF E 60-182 définit un certain nombre d'autres ratios tel que le Taux de Qualité, le Taux de Performance et la Disponibilité Opérationnelle.

TQ (Taux de Qualité) = Temps Utile (TU) / Temps Net (TN)

TP (Taux de Performance) = Temps Net (TN) / Temps de Fonctionnement (TF)

DO (Disponibilité Opérationnelle) = Temps de Fonctionnement (TF) / Temps Requis (TR)

En regardant de plus près nous nous apercevons que le TRS est le produit de ces trois ratios.

$$\text{TRS} = \frac{\text{TU}}{\text{TR}} = \frac{\text{TU}}{\text{TN}} \times \frac{\text{TN}}{\text{TF}} \times \frac{\text{TF}}{\text{TR}}$$

Le TRS est donc décomposé en trois taux.

Le Taux de Qualité reflète la capacité de la machine à produire des pièces bonnes et conformes.

Le Taux de Performance montre la fiabilité de la machine et sa capacité à ne pas tomber en panne.

Enfin la Disponibilité Opérationnelle est un indicateur de fonctionnement de la machine par rapport au temps requis.

Le TRS étant le triptyque de ces trois ratios, lorsque l'un des trois chute, alors Le TRS chute également. Ainsi en calculant ces trois rapports, on peut en déduire les actions correctives à mener pour améliorer tel ou tel facteur de performance.

Une fois la mesure de cet indicateur effectuée, il faut établir un plan d'actions correctives hiérarchisées et priorisées. Chaque action pouvant être classée dans les catégories suivantes en fonction de leur nature :

- Les actions fonctionnelles
- Les actions organisationnelles
- Les actions relatives aux ressources
- Les actions informationnelles

La mise en œuvre de ces actions suit la voie classique du PDCA de la roue de Deming. A l'évidence, il importe de savoir où l'on veut aller. C'est pourquoi il est nécessaire de fixer le niveau de performance que l'on veut atteindre avant de lancer toute action corrective. Il ne faut pas se fixer des objectifs irréalisables mais simplement s'efforcer de tirer la meilleur valeur du rapport résultats / investissements.

### **2.3.2. Les objectifs de la démarche**

La démarche TPM a principalement deux objectifs :

- Le premier est la mesure ponctuelle de la productivité. Elle a pour but de mettre en évidence la présence de postes goulets limitant la production, de mesurer les actions de progrès ou encore d'établir un poste pilote sur un procédé donné avant la généralisation à tout le système de production.
- Le second est la mise en place d'un indicateur de terrain en routine. Il vise à mettre en place une démarche d'amélioration et de progrès, la modification des ateliers de production ou encore la mise en œuvre d'un outil de pilotage de la production (13).

### **2.3.3. Les huit piliers de la TPM selon le JIPM**

Le JIPM (Japan Institute of Plant Management) a défini huit piliers sur lesquels une démarche TPM durable s'appuie. Ils sont répartis en deux familles de quatre :

- la première famille visant l'amélioration de l'efficacité du système de production.
- La seconde débordant le cadre strict de la production vers les services et les fonctions connexes.



Les huit piliers visant à la mise en place durable de conditions idéales pour atteindre un niveau élevé de performances industrielles.

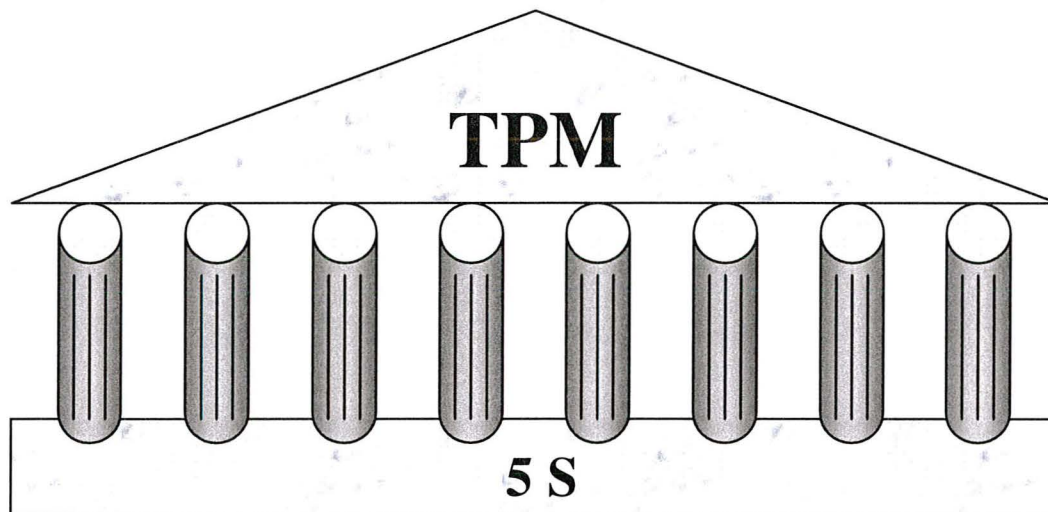
L'amélioration de l'efficacité du système de production	La mise en place de conditions idéales au service de la performance industrielle
<p>1 Gestion et maintenance autonome des équipements.</p> <p>2 Elimination des gaspillages/ améliorations au cas par cas.</p> <p>3 Maintenance planifiée.</p> <p>4 Amélioration des connaissances et des savoir-faire.</p>	<p>5 Sécurité, conditions de travail et environnement.</p> <p>6 Maîtrise de la qualité.</p> <p>7 Maîtrise de la conception des produits et des équipements associés.</p> <p>8 Efficacité des services connexes ou « TPM dans les bureaux ».</p>

*Tableau 2 : Les deux familles de piliers de la démarche TPM (14)*

Traditionnellement, La TPM est représentée par un édifice reposant sur les 8 piliers et ayant les 5S comme fondation.

Cette symbolique appelle plusieurs commentaires :

- La solidité de l'ensemble est liée à la qualité des fondations (5S).
- Si un nombre minimum de piliers est installé, l'édifice tient.
- A contrario, si quelques piliers sont défaillants, l'édifice ne peut subsister. L'importance des différents piliers dépend des objectifs de la démarche mise en œuvre. Par exemple dans le cas d'une mise en place d'un poste pilote, le pilier 8 (TPM dans les bureaux) n'est pas essentiel.



*Figure 4 : Les huit piliers de la TPM selon le JIPM*

#### 2.3.4. Les buts de la TPM

Les objectifs de la TPM sont au nombre de cinq :

- construire une culture d'entreprise qui améliore l'efficience du système de production,
- construire un système supprimant toute perte et gaspillage : « zéro accident, zéro panne, zéro défaut »,
- couvrir tous les départements incluant production, développement, marketing et administration,
- Fédérer l'ensemble de l'entreprise ; du top management aux employés,
- Atteindre zéro perte en engageant des activités d'amélioration en petits groupes

Le but de l'application de cette démarche est bien sûr concurrentiel. L'Entreprise se doit de transformer ses pertes en gains. C'est en utilisant mieux ses outils, ses équipements et ses ressources matérielles et humaines que l'Entreprise peut se démarquer de ses concurrents.

## **2.4. La méthode Six Sigma : 6 $\sigma$**

### **2.4.1. Qu'est ce que le six sigma ?**

C'est une méthode d'amélioration de la qualité et de la rentabilité basée sur la maîtrise statistique des procédés. C'est aussi un mode de management qui repose sur une organisation très encadrée dédiée à la conduite de projet. Cette méthode est aussi utilisée pour concilier plusieurs objectifs :

- Doter l'organisation d'actions mesurables et efficaces,
- Réduire les pertes et coûts de la qualité.

Ce qui conduit souvent à améliorer l'image de marque du groupe (3).

## 2.4.2. Qu'est ce que la notion de Sigma ?

Imaginons deux formules galéniques de mélanges différents destinées à fabriquer des comprimés. Ces deux formules sont mises en œuvre au sein de la même presse à comprimés dans les mêmes conditions. 10 comprimés issus respectivement des 2 formules donnent la répartition de masse suivante :

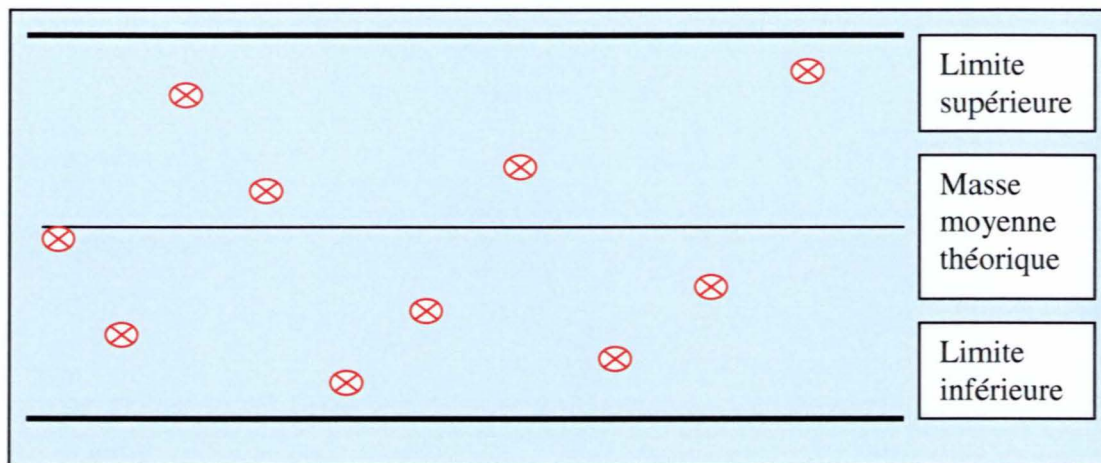


Figure 5 : Répartition des masses de la formule A

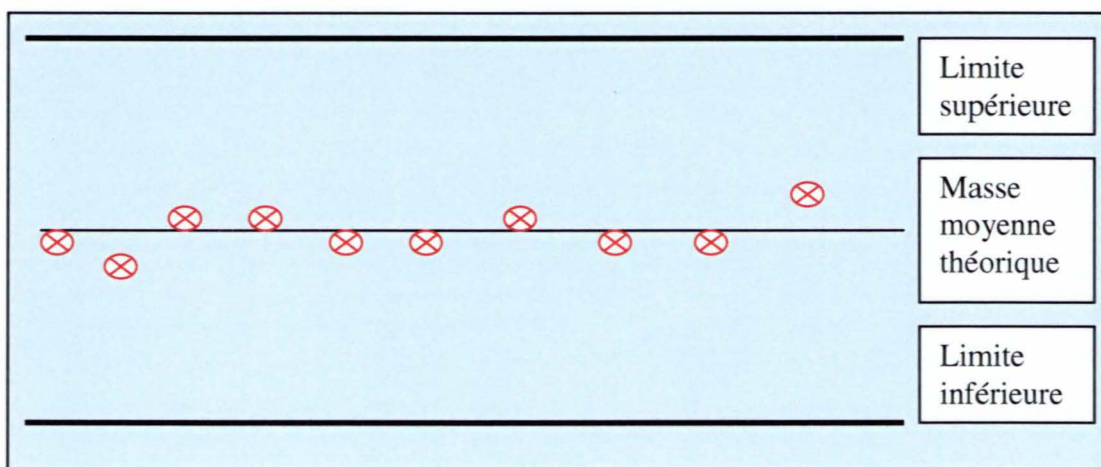


Figure 6 : Répartition des masses de la formule B

Tout processus manufacturier et administratif est incapable de fournir le même résultat sur la durée. Cette variabilité est incontournable et il faut être capable de « vivre avec ».

Il est évident pour un industriel que le choix pour la formule B est légitime pour la simple et bonne raison que cette formule est plus robuste. Dans des conditions particulières (humidité relative plus élevée, température du local plus faible, etc.), les masses individuelles peuvent s'éloigner de la masse moyenne théorique et franchir les limites inférieures ou supérieures d'acceptabilité. Ainsi le risque d'obtenir des produits non conformes est plus important lorsque le procédé fournit des résultats à fortes variations.

C'est cette variation qui est représentée par la lettre sigma ( $\sigma$ ).

$\sigma$  est une valeur intrinsèque aux résultats que l'on mesure. Cette variation appelée écart type, mesure la dispersion des valeurs autour de la moyenne. Lorsque l'on représente la répartition des masses de tout le lot, on obtient les courbes de Gauss suivantes :

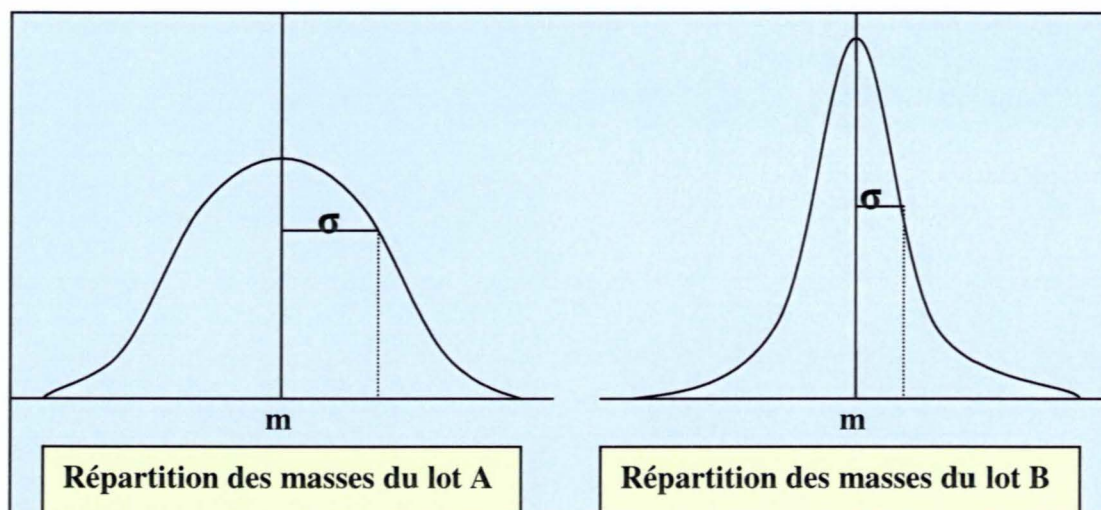


Figure 7 : Courbes de Gauss des répartition massiques des deux formules

Ainsi pour un processus on définit tout d'abord la valeur moyenne (**m**) que l'on veut atteindre ainsi que les limites supérieures et inférieures d'acceptabilité. Puis dans un second temps on vise à obtenir le plus possible de valeurs égales ou le plus proche possible de cette valeur nominale qui est la moyenne (**m**).

En conclusion, plus  $\sigma$  est faible, plus la production est homogène avec des valeurs proches de la moyenne (**m**).

Ces notions ne sont pas nouvelles. Il s'agit des bases de la maîtrise statistique des procédés fréquemment utilisés en entreprise. L'apport du  $6\sigma$  est d'étendre la démarche à tous les processus de l'entreprise et pas seulement à la production (**15**).



### 2.4.3. Pourquoi viser le 6 $\sigma$ ?

Avoir des limites de tolérances à 6 sigma de la moyenne assure un résultat proche du zéro défaut. (99,9997% de produits conformes)

Une amélioration de 1 sigma permet de faire un grand pas en avant dans la qualité. Le passage de 3 à 6 sigma permet d'obtenir un niveau de qualité 20 000 fois supérieur.

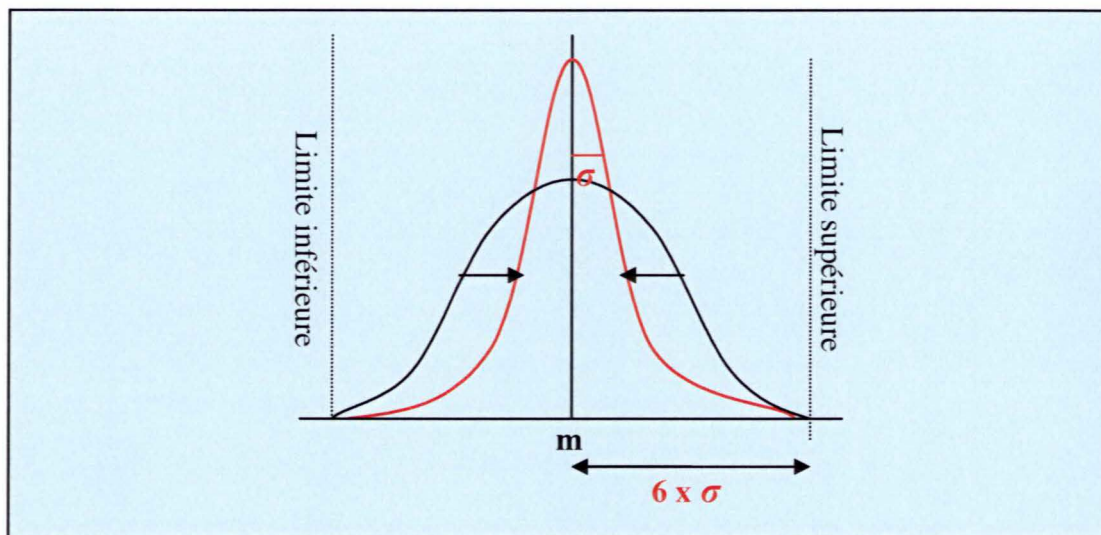


Figure 8 : La réduction de l'écart type

A partir de 3 sigma on englobe 99,7 % des produits. Cette valeur peut paraître acceptable mais elle est à relativiser au regard de la nature du process et de ce qu'il fournit.

Voici un exemple de ce que cela donne au quotidien.

<b>4 SIGMA</b>	<b>6 SIGMA</b>
20 000 lettres perdues par heure par les services postaux	7 lettres perdues par heure
2 atterrissages ratés par jour dans les principaux aéroports	1 atterrissage raté tous les 5 ans
200 000 prescriptions erronées de médicaments par an	68 prescriptions erronées de médicaments par an
54 heures d'indisponibilité du système informatique par an	2 min d'indisponibilité par an

*Tableau 3 : Qualité de processus placés à  $4\sigma$  et à  $6\sigma$  (16).*

Pour que les tolérances soient placées à  $6\sigma$ , il ne s'agit pas d'élargir les limites mais de réduire la dispersion et la variabilité. Il faut donc travailler sur le sigma et tenter de le réduire.

Outre le fait que le niveau de qualité est meilleur, la nouveauté est d'appliquer la méthode à tous les secteurs et processus de l'entreprise, qu'il s'agisse de produits ou de service. La réduction de la variabilité doit permettre de faciliter la prise de commande du client, de diminuer les temps de livraison, de favoriser l'action des services supports, etc.

En partant du principe que « l'on ne peut améliorer que ce qui est mesurable » (William Deming), l'important est de disposer d'indicateurs là où on veut apporter l'amélioration.



## **Le six sigma ou l'analyse statistique des procédés étape par étape**

La mise en œuvre de la démarche s'effectue dans un contexte de gestion de projets très encadré. Tous ces projets s'articulent autour d'une même stratégie qui n'est pas sans rappeler la roue de Deming ou PDCA (Plan, Do, Check, Action). Ici on parle de DMAIC pour : Define, Measure, Analyse, Improve, Control (Définir, Mesurer, Analyser, Réaliser, Contrôler).

### **2.4.4. Le DMAIC**

- 1) Définir le projet : toutes les énergies se focalisent sur un problème clairement identifié par rapport au client. L'objectif est de définir l'objet de l'étude, son périmètre ou étendue, rechercher les données de références et les valoriser. Traduire l'impact sur les clients. (Ce que l'on a à gagner en engageant la démarche ou à perdre en ne la réalisant pas). Cette étape doit permettre d'établir une cartographie des processus retenus, des acteurs impliqués dans le processus ainsi qu'un calendrier de déroulement de projet. Cette étape doit se résumer dans l'établissement d'une charte projet d'une à deux pages maximum.

- 2) Décrire la situation actuelle par la Mesure : le recueil des informations se focalise sur les données les plus pertinentes. L'objectif est de faire une recherche des données mesurables et reflétant au mieux le processus concerné ainsi que de faire un état des lieux. Le but de cette étape étant d'identifier les variables associées au processus, de comprendre le fonctionnement du processus, d'identifier les écarts et de décrire le ou les problèmes rencontrés.
- 3) Analyser les causes : les informations sont mises en évidence par l'analyse statistique des données. L'objectif de cette étape est de déterminer les causes premières et de les formaliser par des données mesurables ainsi que de développer des théories sur les causes fondamentales. Le but étant de confirmer les dysfonctionnements par des tests.
- 4) Mettre en place les solutions ou améliorations : Les actions les plus efficaces sont recherchées et validées pour permettre une amélioration rapide. Le but de cette étape est de vérifier que les actions correctives ont bien un impact sur l'amélioration.
- 5) Contrôler : évaluation des résultats obtenus. Dans cette dernière étape, on mesure le nouvel écart type afin de le comparer à la mesure initiale.

Le plus marquant dans cette méthode, c'est qu'il n'y a rien de nouveau dans les outils utilisés. Il s'agit d'une mise en œuvre de projet dont les outils sont connus depuis longtemps. Les spécialistes de la qualité en ont recensés plus de 400, pourquoi en inventer d'autres ?

Le plus de cette méthode est de mettre en œuvre un mode d'emploi de tous ces outils en redéfinissant la façon de les utiliser.

Aujourd'hui, la méthode va plus loin encore. Après l'approche préventive du Six Sigma, on voit désormais apparaître une démarche proactive appelée « design for six sigma » (17). Cette approche est identique à la précédente mais elle s'applique dès le développement du processus. Cette méthode permet de palier directement aux causes de variations dues à l'inadéquation des tolérances par rapport à la capacité exigée (capacité : aptitude d'un procédé de production ou d'un moyen à respecter des spécifications). (2 ; 8 ; 17 ; 10).

## **2.5. La méthode SMED ou changement de format en moins de dix minutes**

Si l'on vous dit de changer les pneus de votre voiture et de faire le plein en 10 secondes, vous répondez que c'est impossible ? Pourtant c'est

bien ce que l'on fait dans les grands prix de formule 1. Cet exemple illustre bien la philosophie de la méthode SMED (Single Minute Exchange of Die : changement de format en moins de dix minutes). On retrouve dans cette image l'organisation, l'anticipation, l'esprit d'équipe, la motivation, l'adaptation du matériel, la formation du personnel...

La méthode SMED s'appuie avant tout sur un raisonnement positif et son succès relève d'un état d'esprit : « il faut croire que l'impossible est possible ». Les actions doivent être envisagées comme des défis positifs.

Cette méthode vise à réduire au maximum les temps morts lors des changements de format. La méthode a pour but de formaliser toutes les opérations nécessaires et de répartir les tâches entre tous les intervenants. Cette méthode a d'abord été utilisée dans les ateliers de tôlerie de Toyota. Tous les constructeurs du monde ont adopté cette méthode qui s'est largement diffusée en dehors du secteur automobile.

Les résultats attendus de la méthode SMED sont :

- une augmentation du temps d'utilisation des équipements,
- une augmentation de la productivité,
- une diminution de la taille des lots,
- une diminution des stocks,
- une augmentation de la flexibilité et de la réactivité de l'entreprise.

### 2.5.1. Mise en œuvre de la méthode

Cette méthode se déroule en quatre étapes, plus une opération préalable faisant référence aux 5S. Cette mise en œuvre peut être illustrée de la façon suivante.

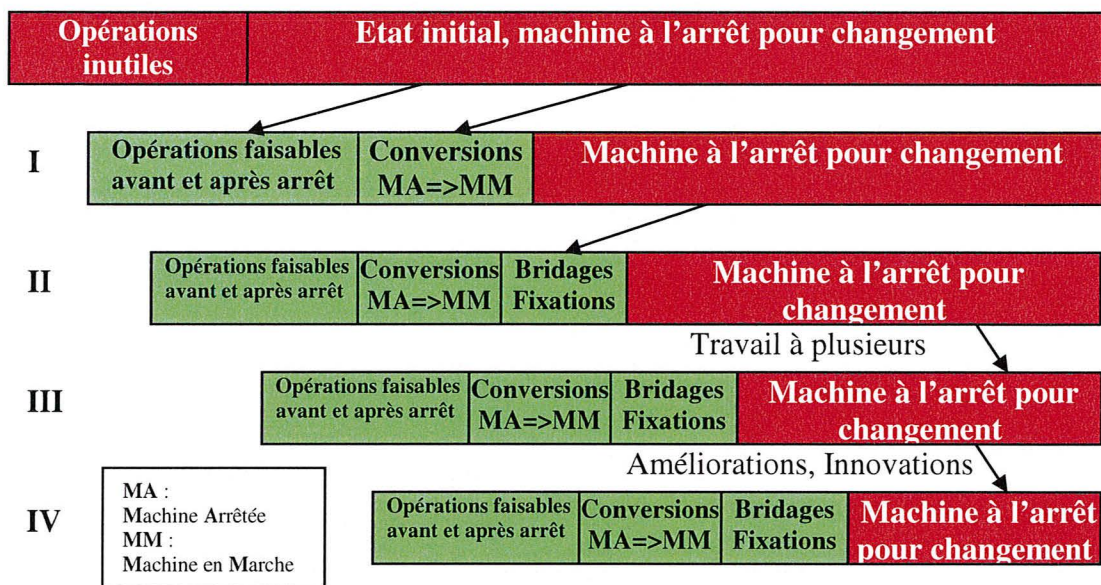


Figure 9 : Les étapes de la méthode SMED (18)

L'étape préliminaire à la mise en œuvre d'une telle méthode est la phase d'observation. De nombreux changements d'outils sont réalisés sans procédures. En observant la situation au temps T0 on met en évidence les dispersions des durées et le manque d'efficacité des opérations suivant les individus. Si tel est le cas, il est essentiel de fixer une méthode et de suivre ce standard. Une fois cette opération réalisée, il devient aisé de distinguer les opérations utiles et celles qui ne sont pas indispensables au changement de format. Avant de chercher à optimiser ou

à réduire les durées d'opérations, il faut éliminer les opérations inutiles. Enfin, avant de lancer la méthode SMED, il faut s'assurer de l'ordre, de la propreté et du rangement dans la zone concernée afin de s'assurer de trouver tous les outils nécessaires aux opérations. Il s'agit là des **5S**.

La première étape de la méthode SMED (I) vise à isoler les opérations réalisables avant et après le changement de format ainsi qu'à convertir certaines opérations en opérations réalisables machine en marche. Il est évident que le remplissage de documents et formulaires concernant la série achevée peut très bien se faire pendant le fonctionnement de la série suivante en temps masqué. Il en est de même pour le rangement des outils et des éléments relatifs à la série achevée.

La seconde étape (II) consiste à simplifier les bridages et les fixations pour gagner du temps. Il s'agit de supprimer autant que possible les vis par des systèmes de fermeture ou de serrages rapides ne nécessitant pas d'outillage (Sauterelles, Clamps, brides, vis quart de tour...) Enfin les vis restantes seront uniformisées afin de limiter l'outillage utilisé pour leur serrage.

Dans la troisième étape (III), on optimise l'emploi des individus en favorisant le travail d'équipe pour réduire le temps d'arrêt. Ainsi on veillera au remplacement des absents et au décalage des pauses pour assurer les opérations de changement. Le travail à plusieurs suppose de synchroniser les intervenants afin que tout soit prêt avant le changement.

Dans la dernière étape (IV), on élimine les besoins de réglages et d'essais par tâtonnement par l'utilisation de cales, de butées, de **poka-yoké** ou encore de positionnements automatisés. Le but étant de reproduire les réglages d'un montage à l'autre. La réduction, ou mieux la suppression des essais et des contrôles suppose de faire « bien du premier coup » et donc de maîtriser le processus. Il faut par conséquent connaître et maîtriser les paramètres influents, capitaliser et diffuser les savoir-faire.

Malgré tous les efforts mis en œuvre certaines opérations ne pouvant être réduites peuvent subsister... Il faudra les réexaminer périodiquement car d'autres idées peuvent apparaître et d'autres innovations techniques peuvent voir le jour.

Les maître mots de cette méthode sont : formalisation, anticipation, organisation, travail d'équipe, simplification et standardisation.

## **2.6. Le Lean Manufacturing**

Le Lean Manufacturing est une approche, un mode de pensée, issu des expériences de Toyota. Au cours de décennies de tâtonnements, d'apprentissages par essais et erreurs, le concept de "Lean" (maigre) s'est enrichi. Lors de sa découverte en Occident, dans les années 80, on n'imaginait pas que le succès des entreprises Japonaises puisse être basé essentiellement sur l'élimination des gaspillages. Avec le recul s'est

dégagée une logique, une manière de voir et de penser; le **Lean Thinking**. (la pensée maigre : comment produire juste à temps avec des stocks limités) (4 ; 19 ; 9).

Lean signifie littéralement maigre. Un processus lean est un processus débarrassé de toutes les opérations inutiles, les stocks en excès qui le rendent obèse, moins performant.

## **2.6.1. La démarche Lean en cinq étapes**

### **1. Définir la valeur**

Pour définir ce qu'est la valeur, il faut adopter le point de vue du client et se poser la question : *Pour quoi* (pourquoi ?) est-il prêt à payer ?

Réponse : Pour satisfaire un besoin. Rien que ce besoin.

Aucun client, s'il savait, n'accepterait de payer le surcoût des produits et/ou services qu'il achète pour compenser l'inefficience, les gaspillages et ratés de son fournisseur.

Il n'est pas forcément prêt à payer pour une option ou un service additionnel qu'il n'a pas sollicité ou dont il n'a aucun besoin. Développer ces suppléments est une forme de gaspillage, car ils peuvent détourner les clients potentiels vers des offres concurrentes mieux en phase avec leurs désirs.



## 2. Identifier le flux de valeur

Identifier la chaîne de la valeur dans l'entreprise, c'est identifier les enchaînements des **opérations à valeur ajoutée** servant à l'élaboration du produit ou service, tel qu'attendu par le client en vertu de sa définition de la valeur (au point 1).

L'outil-roi pour cette analyse est le VSM (Value Stream Mapping : cartographie des flux de valeur), encore appelé MIFA (Material and Information Flow Analysis : analyse des flux matériels et informationnels). A contrario, identifier les opérations à valeur ajoutée c'est également identifier les **opérations à non-valeur ajoutée**, qui au sens du Lean Thinking ne sont que des gaspillages. Ces gaspillages vont focaliser toutes les attentions car ces derniers sont des gains potentiels que l'on réalise si on les supprime.

## 3. Favoriser l'écoulement du flux

Une rivière toute droite s'écoule plus vite qu'une rivière avec des méandres. L'eau de la rivière s'écoule plus vite dans un lit sans obstacle que dans un lit encombré de rochers, de troncs et autres débris. De la même manière, un flux de production ou un flux administratif s'écoulera plus facilement dans un processus rectiligne, sans boucle et sans obstacle.

Favoriser l'écoulement du flux, c'est s'assurer que les opérations créatrices de valeur s'enchaînent sans interruption le long du processus,

que les produits porteurs de cette valeur ne subissent pas d'attente ni de retour en arrière, ni circulation erratique.

#### **4. Tirer les flux**

Dans l'économie de pénurie, les producteurs poussaient leur production vers le marché, indépendamment des désirs et attentes des clients. Les besoins à couvrir étaient tels que les clients prêts à se contenter des produits offerts représentaient un marché insatiable.

Depuis le basculement dans l'économie de l'offre, le marché très concurrentiel est saturé, les clients choisissent avec soin et "tirent" la demande. Désormais on ne peut plus économiquement pousser la production vers le marché et « attendre le chaland », mais il faut attendre une sollicitation de la part du client et produire exactement selon ses vœux, afin d'être sûr de vendre. Tirer les flux signifie produire des biens ou des services que si le client l'a explicitement demandé.

#### **5. Viser la perfection**

Une fois la dynamique de la transformation lancée, les opportunités d'éliminer de nouveaux gaspillages se dégagent. Chemin faisant, de nouvelles idées d'amélioration émergent. On rentre ainsi dans les cycles vertueux du progrès permanent, qu'il faut néanmoins s'employer à pérenniser (20).

Améliorer, innover, changer en permanence sont une impérieuse nécessité, que ce soit pour conserver l'avance sur les concurrents ou ne pas se laisser distancer

Les méthodes industrielles d'amélioration de la productivité sont nombreuses et variées dans leur méthodologie. Toutefois elles ont des points communs : l'amélioration de l'efficacité des procédés ainsi que la qualité des produits et processus. La volonté d'utiliser telle ou telle méthode incombe à chaque entreprise. La rentabilité, ingrédient indispensable à la pérennité de l'entreprise, nécessite de placer l'organisation dans une logique de réactivité, souplesse, flexibilité et productivité. Attendons de voir comment ces méthodes vont se développer en France. Jusqu'à quel point les Entreprises vont s'approprier ces méthodes ?

### **3. Exemple de la TPM au sein de SOLVAY PHARMACEUTICALS**

#### **3.1. Contexte industriel de l'usine de Châtillon**

Le site industriel de Châtillon-sur-Chalaronne est l'une des unités de production pharmaceutique les plus importantes de France du Groupe SOLVAY. L'usine fabrique et distribue une gamme étendue de produits d'environ 56 formules.

Très prochainement, la nouvelle unité de production sera opérationnelle et elle produira pratiquement l'ensemble des formes sèches (gélules et comprimés) des médicaments du Groupe Solvay pour le monde entier. Plus de 2,5 milliards d'unités seront alors produites chaque année. Le concept de cette nouvelle usine repose sur des flux de production gravitaires. Conçue sur cinq niveaux, elle permet la transformation, de son sommet à sa base, des matières premières en produits finis et emballés.

 <p>Ménageur de containers, niveau 3</p>	<p><b>5<sup>ème</sup> niveau - La zone technique</b></p> <p>Elle contient les équipements permettant d'alimenter l'unité de production en énergie, de réguler la température et les flux d'air.</p>
 <p>Turbine de pelliculage, niveau 2</p>	<p><b>4<sup>ème</sup> niveau - Entrée en scène de la matière première</b></p> <p>Extraite de l'entrepôt et hissée jusqu'au troisième étage par un transtockeur automatique, la matière première est acheminée dans la zone de pesées : là, les composants sont soigneusement préparés dans un box, assurant la protection de l'opérateur et le confinement du produit. La pesée terminée, les composants sont déchargés directement dans un conteneur au niveau inférieur.</p>
 <p>Ligne de conditionnement, niveau 1</p>	<p><b>3<sup>ème</sup> niveau - Étape logistique transitoire avant la fabrication</b></p> <p>Les différents composants sont stockés en containers puis connectés aux équipements de production situés au deuxième niveau via des cabines de chargement spécifiques.</p>
	<p><b>2<sup>ème</sup> niveau- Enclenchement du processus de fabrication : mélange, granulation, compression puis enrobage ou pelliculage</b></p> <p>Les différentes phases de transformation du produit sont réalisées dans des box protégés.</p>
	<p><b>1<sup>er</sup> niveau- Fin du parcours</b></p> <p>Les comprimés et gélules subissent une ultime phase de prélèvements et de tests avant d'être conditionnés sous blister, mis en boîte avec leur notice, étiquetés et mis en carton. Toutes ces opérations sont réalisées sur les lignes de conditionnement complètement automatisées.</p>

Tableau 4 : description des différents niveaux de l'usine

L'importance des investissements réalisés sur cette nouvelle usine affirme la volonté de SOLVAY de faire du site de Châtillon-sur-Chalaronne le centre d'excellence des formes sèches du groupe. Le travail préalable de conception ainsi que le système informatique de gestion de la production de l'usine donnent à ce nouveau site un potentiel de rentabilité de souplesse et de flexibilité unique en France.

### 3.2. Déploiement de la démarche TPM

Dans cette optique, SOLVAY a décidé de déployer une démarche de Lean Manufacturing reprenant plusieurs de ses composantes tel que les 5S ou encore la démarche de Management Total de la Productivité ou TPM. La mise en place de la TPM doit se faire par paliers. C'est pourquoi SOLVAY met en place plusieurs postes pilotes avant une généralisation de la démarche aux autres postes de production.

La première phase de la démarche est de bien analyser le processus de production que l'on veut améliorer et de définir le périmètre d'investigation. L'objectif est de définir l'objet de l'étude, son périmètre ou étendue, rechercher les données de références et les valoriser. Traduire l'impact sur les clients. (Ce que l'on a à gagner en engageant la démarche ou à perdre en ne la réalisant pas). Cette étape doit permettre d'établir une cartographie des processus retenus, des acteurs impliqués ainsi qu'un calendrier de déroulement de projet. A terme, cette étape doit se résumer dans l'établissement d'une charte projet de quelques pages maximum.

La deuxième phase consiste à faire l'état des lieux de la situation par la mesure. Une fois que nous avons défini le domaine d'investigation, il devient nécessaire de faire une photographie de la situation pour en

définir la nouvelle valeur de performance à atteindre, le but de cette étape étant d'identifier les variables associées au processus, comprendre le fonctionnement du processus, identifier les écarts, décrire le ou les problèmes rencontrés.

La troisième étape doit permettre d'établir le plan d'actions correctives élaboré à l'issue de la mesure. Les actions les plus efficaces sont recherchées et validées pour permettre une amélioration rapide. Ainsi la loi des 20/80 doit s'appliquer, 20% des actions devant permettre d'atteindre 80% de l'objectif.

Enfin, on doit s'assurer que les mesures prises précédemment ont permis de réaliser l'objectif. Pour ce faire, une nouvelle mesure doit être réalisée dans les mêmes conditions.

### **3.3. Description d'un poste pilote, la ligne de conditionnement**

Le premier atelier ayant fait l'objet d'une démarche TPM fut la ligne de conditionnement N°1 du site Maillard.

Une ligne de conditionnement est un ensemble successif de machines automatisées permettant le conditionnement primaire, secondaire et tertiaire d'un médicament ainsi que leur contrôle de conformité.

### 3.3.1. La thermoformeuse

Egalement appelée blistereuse, la thermoformeuse est l'équipement qui permet de former le conditionnement primaire. Le médicament va être mis dans son enveloppe de protection entre le film de formage et d'opercule.

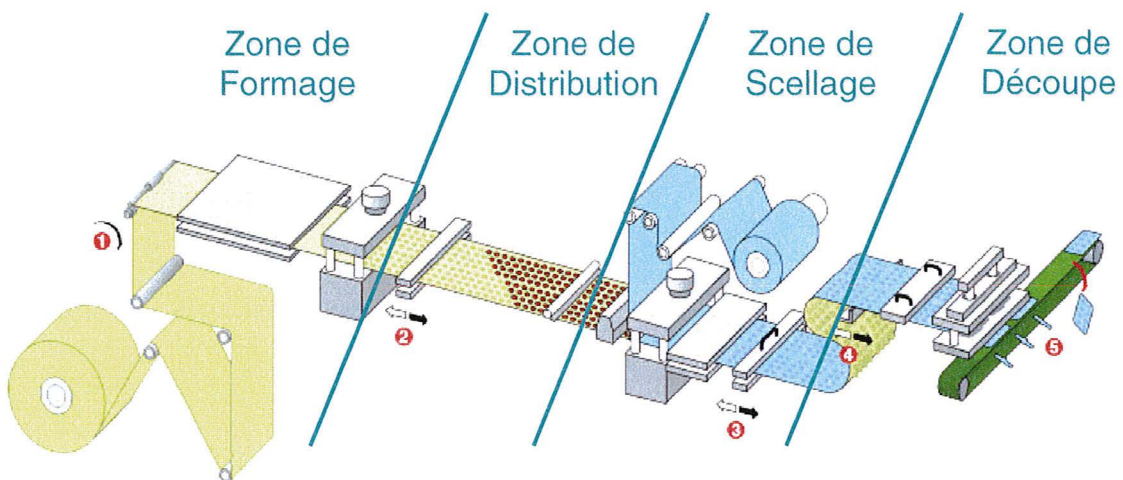


Figure 10 : Schématisation de la thermoformeuse CAM MK33



### 3.3.1.1. La zone de Formage

La zone de formage s'étend du dérouleur de film de formage au moule de formage. C'est la zone dans laquelle le film de formage est déroulé puis chauffé pour pouvoir former les alvéoles dans lesquelles le médicament viendra se loger sous l'action du moule de formage.

- *Chauffage du film de formage* : il s'effectue par passage du film entre les plaques de formage inférieure et supérieure à une température moyenne comprise entre 120 et 140°C.

- *Formage* : La bande support est formée dans un moule de formage à l'aide d'air comprimé de qualité pharmaceutique (filtré à 0,22 µm). La pression de l'air de formage se situe aux environs de 5 bars. Le formage peut être assisté par une plaque de formage mécanique.

- *Refroidissement du film* : un dispositif de refroidissement par eau à 17°C refroidit le film au niveau du poste de formage afin de maintenir la stabilité du produit et de resolidifier le film.

Le thermoformage est ainsi discontinu, à chaque mouvement un pas de 2 à 12 blisters est formé suivant les machines et la taille des blisters.

### 3.3.1.2. La zone de distribution

C'est dans cette zone que les comprimés ou gélules sont introduites dans leurs alvéoles à l'aide d'une boîte de distribution. La zone de distribution est longue pour permettre au produit de bien se positionner dans les alvéoles et pour permettre un bon calage de la bande entre le formage et le scellage. Le tirage de la bande est assuré par un système de pinces et de rouleaux. La longueur de tirage est réglable, celle-ci donne la longueur du pas de formage. Pour aider le tirage, la bande formée est guidée dans des tables.



*Figure 11 : Exemples de boites de distribution.*

Un système de contrôle des alvéoles vérifie la complétude et la conformité de chaque alvéole. Il se compose d'une caméra et d'un automate programmable. Le système contrôle différents paramètres tel que la couleur des comprimés, la forme, le périmètre, la surface...

### 3.3.1.3. La zone de scellage

Le film d'opercule est débobiné puis thermoscellé au niveau du moule de scellage sur la bande formée sous l'action combinée de deux paramètres : la température en moyenne aux environs de 170°C et la pression d'un vérin (hydraulique, pneumatique, mécanique). La bande est ensuite refroidie par un système d'eau à 17°C.

Ce film peut être centré (le marquage par rapport aux alvéoles). Pour ceci la présentation doit avoir un aluminium spoté, et la machine doit posséder un système de centrage.

#### **3.3.1.4. La zone de découpe**

C'est la zone entre le poste de scellage et le tapis de sortie des blisters. La bande est tirée par un système de rouleaux et de pinces jusqu'à l'outil de découpe. C'est à ce niveau que le blister va être marqué de mentions variables (n° de lot, date de fabrication et d'expiration) par embossage ou impression au jet d'encre.

Un outil de découpe va perforer la bande par un système de poinçons dans une matrice par-dessus un tapis de transfert d'où le blister sera transporté jusqu'à l'étuyeuse. Si nécessaire un système de pré découpe longitudinale et latérale peut être utilisé pour les modèles

hôtiaux de manière à pouvoir détacher un comprimé de son conditionnement initial.

### **3.3.2. L'étuyeuse**

Egalement appelée encartonneuse, elle est placée à la suite de la thermoformeuse. Il s'agit d'une machine automatisée permettant la mise sous étui des blisters en compagnie d'une notice préalablement découpée. Contrairement à la thermoformeuse, l'étuyeuse a un mouvement continu.

Un magasin automatisé de blisters récupère et distribue un nombre désiré de blisters dans des alvéoles. Un dispositif automatique va appeler la notice, la découper et la plier. De même, les étuis à plats, sont appelés et mis en forme par un système pneumatique.

Un poussoir va ensuite introduire les blisters et la notice dans les étuis, et les étuis seront refermés mécaniquement. Vu la rapidité de fonctionnement des étuyeuses, le réglage de la fermeture des étuis est très fin. Il est délicat de maîtriser le réglage de fermeture des étuis d'un nouveau format. Les mentions variables sont inscrites sur les étuis par embossage grâce à un galet circulaire.

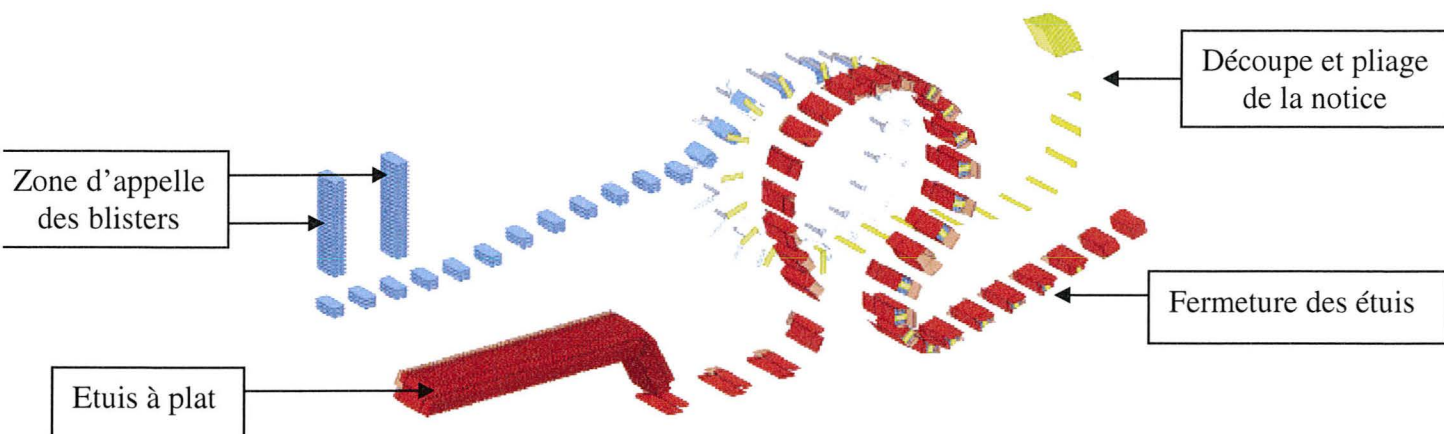


Figure 12 : Schématisation de l'étuyeuse circulaire CAM KO

### 3.4. La mise en place d'indicateurs

Une fois la charte projet établie, il convient de mettre en place un outil de mesure adapté aux besoins. Pour cela, il faut étudier sur le terrain les différents types d'arrêts qui érodent la productivité. Une fois cette analyse de terrain effectuée, il devient plus aisé de réaliser un outil de saisie des temps qui prend en compte toutes ces causes de non productivité.

L'élaboration de ces fiches de saisie des temps dans une base ACCESS a permis de faciliter et d'automatiser la saisie ainsi que le calcul des indicateurs de productivité. L'outil utilisé se présente sous la forme suivante :

Suivi ressource - [Form Suivi journalier]

Fichier Edition Insertion Enregistrements Fenêtre ?

### Suivi Journalier des Temps et Quantités

Date

Secteur  Ressource

Ouverture  hh:mm Cadence  Pièces/Min Personnes présentes

Quantité totale bonne réalisée  Quantité rebutée  Quantité théorique

Arrêts machine en minutes		Arrêts spécifiques en minutes		Nouveau	Durée
Démarrage MN1 / NJ	<input type="text" value="0"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="button" value="Nouveau"/>	<input type="text" value="0"/>
Changement de lot/présentation	<input type="text" value="112"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="button" value="Nouveau"/>	<input type="text" value="0"/>
Interventions op/Réglages	<input type="text" value="50"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="button" value="Nouveau"/>	<input type="text" value="0"/>
Nettoyage / ZGPC	<input type="text" value="330"/>				
Attente maintenance	<input type="text" value="0"/>				
Réparations	<input type="text" value="10"/>				
Attente OP/MP/AC	<input type="text" value="14"/>				
Absences du poste	<input type="text" value="0"/>				

TRS  Organisation

Non performance  Pannes

Qualité  Total arrêts

Commentaire

Figure 13 : copie d'écran du logiciel de saisie des temps

L'écran de saisie comporte trois zones.

Dans la partie supérieure, le conducteur de ligne saisit des informations sur l'atelier concerné ainsi que des informations nécessaires au calcul des références comme le temps d'ouverture ou bien la cadence permettant de calculer le nombre de pièces théoriquement réalisables.

Dans la partie inférieure gauche, l'opérateur renseigne tous les arrêts planifiés de la ligne. Ces arrêts sont décomposés en plusieurs catégories à savoir : les temps préalables au démarrage et aux nettoyages journaliers ; les temps de changement de format ; les arrêts pour interventions ou réglages ; les temps d'attente pour intervention ; les

temps d'attentes des différents articles de conditionnement et enfin les temps d'absences au poste.

Dans la partie droite, le responsable de la ligne renseigne les arrêts imprévus et non contrôlés. Il y renseigne la nature ainsi que la durée de ces derniers.

Le grand avantage d'un tel outil informatique est l'absence de traitement manuel et administratif des données. Ces données sont automatiquement analysées et synthétisées par le logiciel.

### **3.6. Diagnostic des dysfonctionnements du système industriel**

La base ACCESS est capable de retranscrire sous forme de graphiques toutes les données. Ainsi l'opérateur peut consulter la mesure du TRS sur la période qu'il a spécifié au préalable et le logiciel en fait la synthèse. La représentation graphique obtenue décline les pertes de temps en fonction de leur nature.

Une fois la mesure réalisée sur plusieurs lots pilotes, il convient de réaliser un bilan des problèmes rencontrés et d'établir un plan d'action validé et hiérarchisé des mesures correctives.



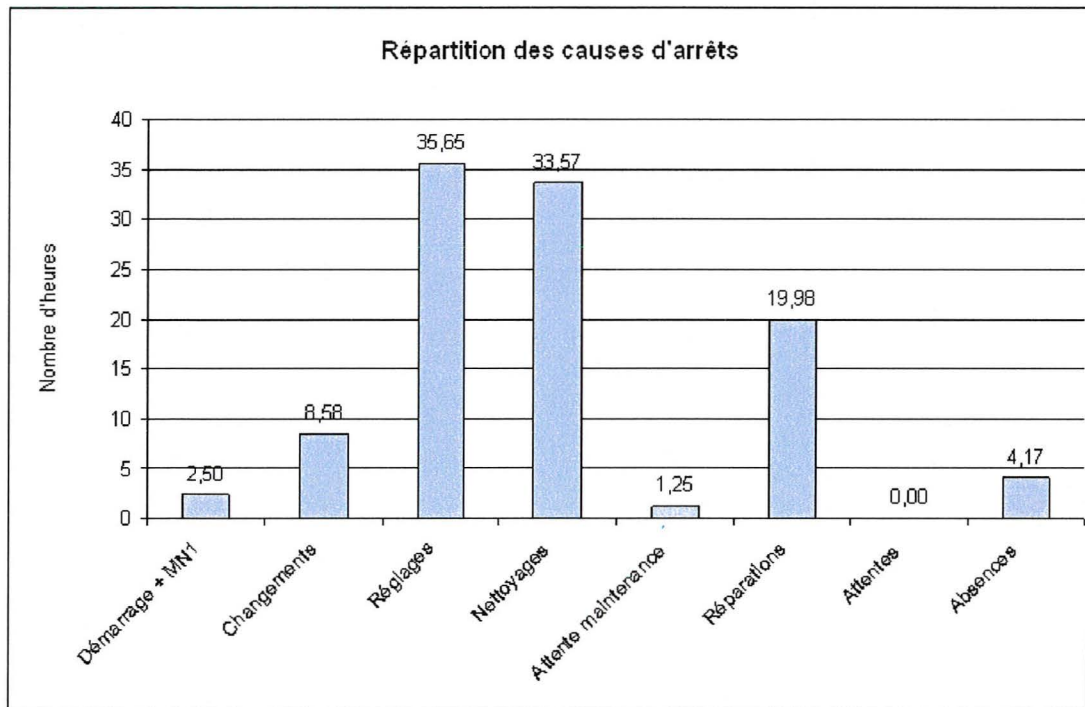


Figure 14 : répartition des causes d'arrêts sur le mois d'août 2005

Cette représentation graphique permet de repérer les gisements de progrès prioritaires : réglages, nettoyages, réparations. C'est en se focalisant sur ces causes d'arrêts prioritaires que l'on augmentera de façon significative et rapide la productivité. Il est essentiel de concentrer les énergies sur ces actions dont la résolution du problème permet de faire un grand pas en avant dans la suppression des gaspillages. La réalisation de ces actions doit permettre de vérifier la loi de Pareto. Ainsi 20% des actions permettent d'atteindre 80% de l'objectif fixé.



LC01 PARTENA M90 - CAM KO  
 Période du 01/08/2005 au 31/08/2005  
 Temps d'ouverture de la période 145 h 41

Suivi TRS Quotidien

Qté prévue 2099097  
 Qté réalisée 354935  
 TRS période 16,9%

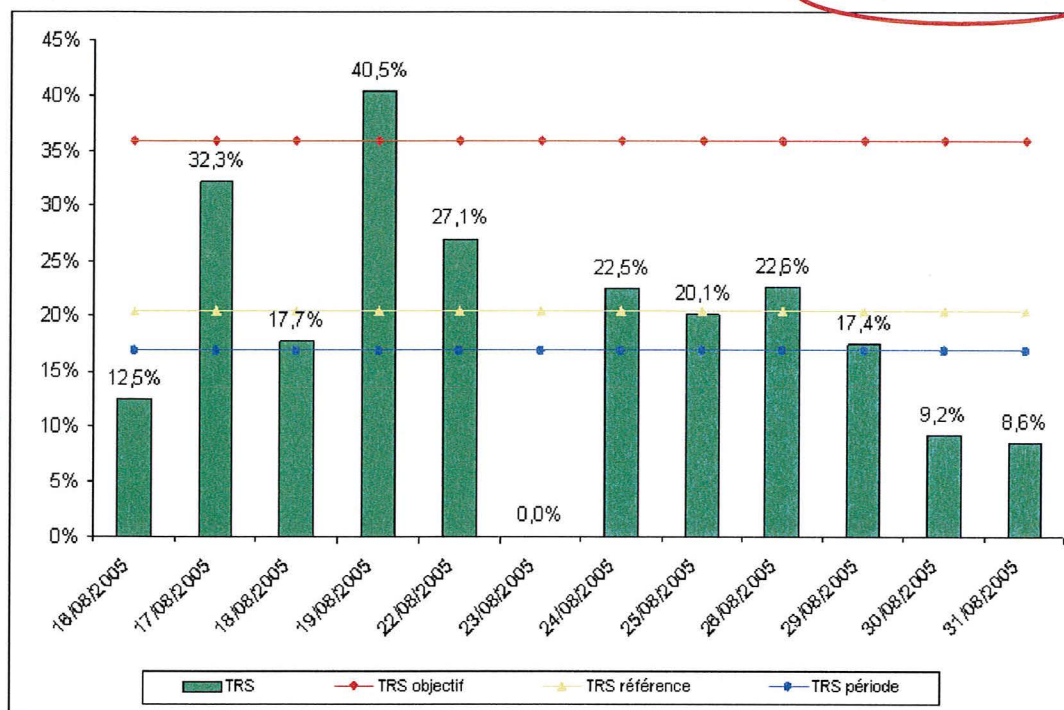


Figure 15 : suivi du TRS sur le mois d'août 2005

Cette représentation graphique illustre le TRS enregistré ainsi que l'objectif à atteindre, précédemment fixé dans la charte projet. Il n'est pas rare de constater un TRS de départ aussi bas que celui illustré ci-dessus. Cette constatation est à la fois surprenante par son niveau médiocre mais est aussi encourageante et illustre la grande marge de progrès pouvant être réalisée. Toutefois, cette faible valeur du TRS est à relativiser avec le contexte dans lequel l'usine se trouvait. La formation du personnel n'était pas encore achevée et les changements de formats pas encore maîtrisés.

### **3.7. Traitement des dysfonctionnements par la mise en place d'actions correctives prioritaires et hiérarchisées**

Le plan d'action établi doit mettre en évidence les actions prioritaires, rapides à mettre en place et faciles à réaliser. La mise en œuvre de ces actions suit la voie classique du PDCA de la roue de Deming. Toutefois, il importe de savoir où l'on veut aller. C'est pourquoi il est nécessaire de fixer le niveau de performance que l'on veut atteindre avant de lancer toute action corrective. Il ne faut pas se fixer des objectifs irréalisables mais simplement essayer de tirer la meilleure valeur du rapport résultats / investissements.

#### **3.7.1. Trois exemples d'actions**

##### **3.7.1.1. Exemple organisationnel**

Une ligne de conditionnement est composée de nombreuses pièces spécifiques à un format et ces dernières doivent être nettoyées à la fin de chaque utilisation. Le flux de production tiré par la demande client impose des changements de formats très fréquents dans une journée. Il arrive parfois que des pièces de format soient réclamées alors que le nettoyage et le séchage de ces pièces ne sont pas terminés. La solution au

problème fut la commande de pièces doublons permettant ainsi de réduire le temps d'attente des pièces. Pendant qu'un jeu de pièce est en fonctionnement, l'autre jeu est au nettoyage.

### 3.7.1.2. Exemple technique

Avant de passer devant la caméra de détection, le blister PVC est arasé après distribution des comprimés dans leurs alvéoles par une plaque PHA (Produit Hors Alvéole). Cette plaque a pour fonction d'éliminer les comprimés non répartis dans les alvéoles et se trouvant encore sur le blister.

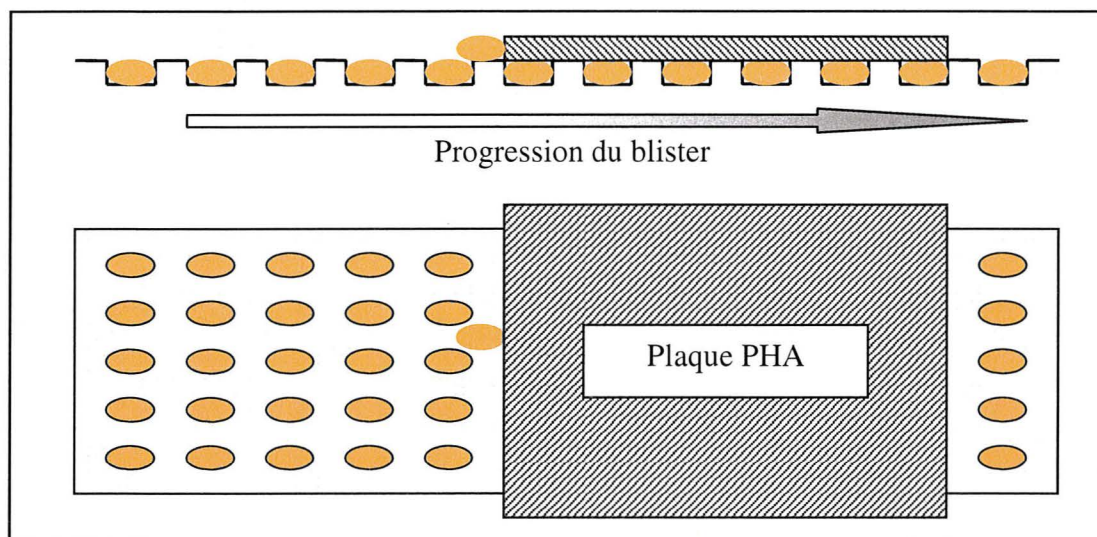


Figure 16 : Schéma en coupe et de dessus de la plaque PHA et du blister

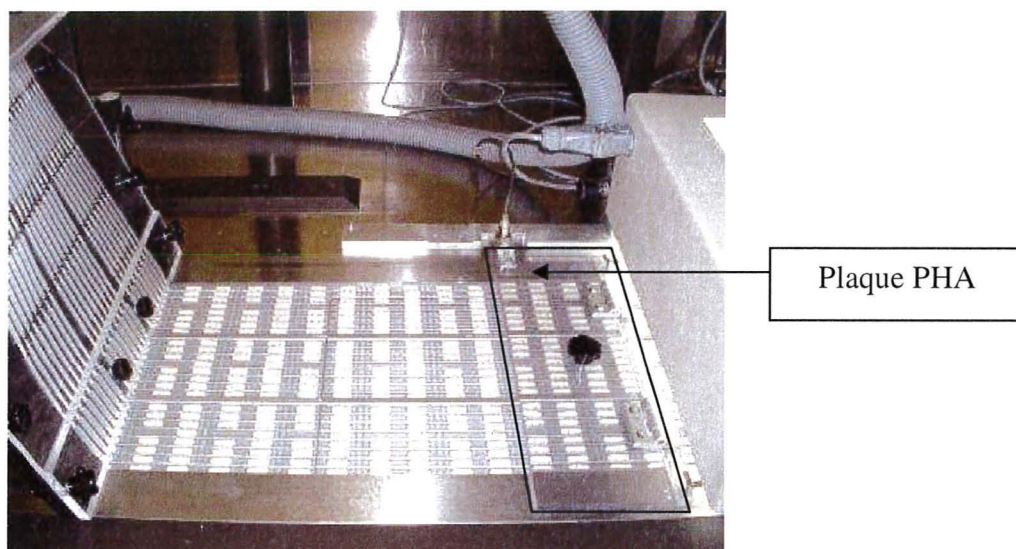


Figure 17 : photo de l'ancienne plaque PHA

Il arrivait cependant qu'un comprimé soit mal incorporé dans son alvéole et lors de l'avancement de la bande PVC, celui-ci bloquait la progression du blister en provoquant des décalages de pas ainsi que des secousses ; entraînant à son tour la sortie des comprimés de leurs alvéoles.

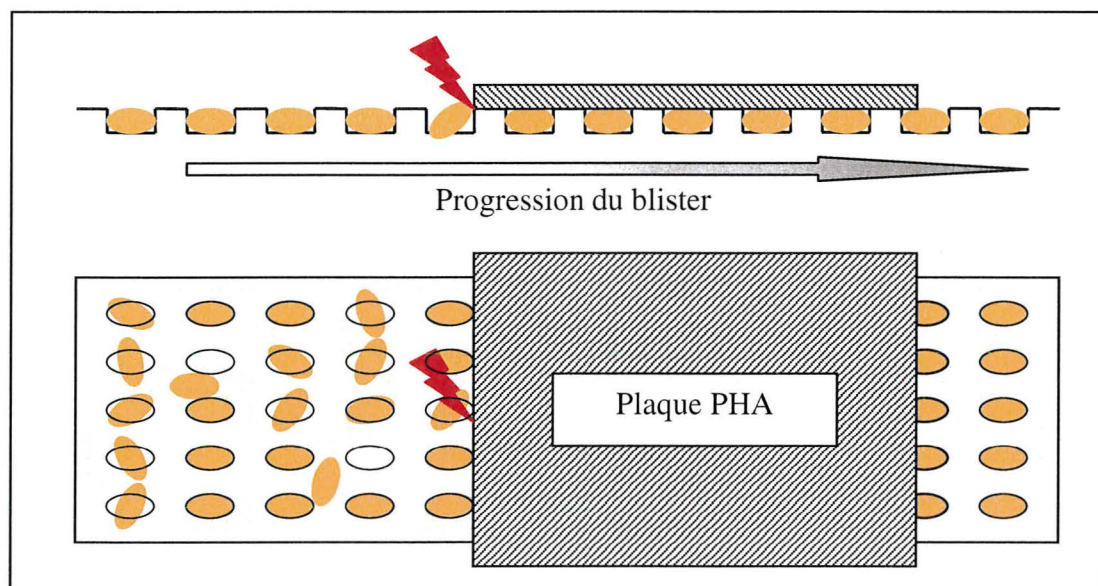


Figure 18 : Schéma du blocage de la bande PVC par une mauvais placement du comprimé



L'identification de ce problème a conduit à la réalisation d'une nouvelle plaque PHA permettant un écoulement fluide de la bande tout en assurant le rôle d'élimination des produits hors alvéoles.

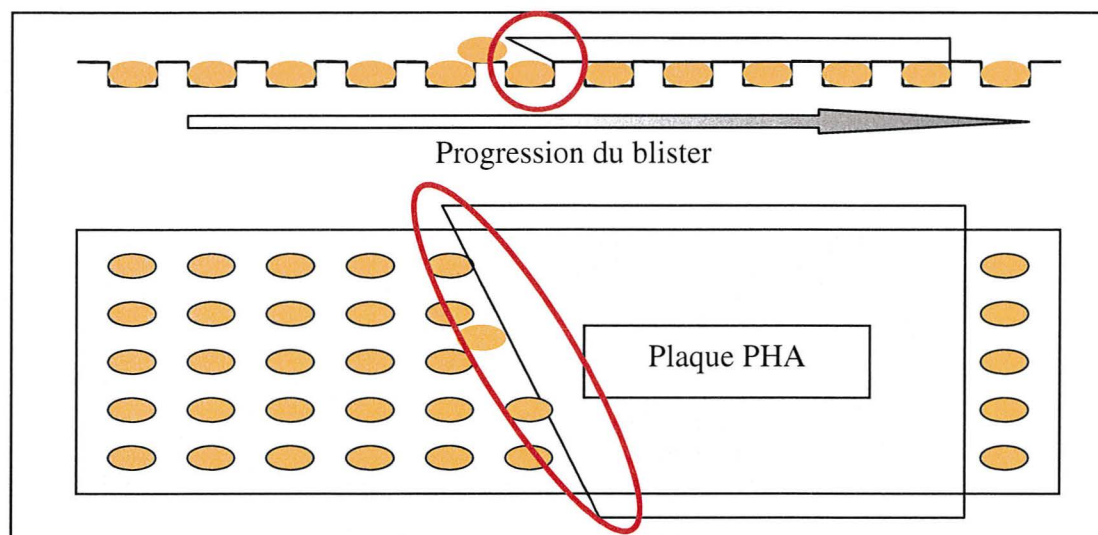


Figure 19 : schéma de la nouvelle plaque PHA

### 3.7.1.3. Exemple humain

Bien des changements d'outils sont effectués sans procédure, sans suivre aucun mode opératoire. L'observation révèle une dispersion des durées et de l'efficacité des opérations en fonction des opérateurs. C'est ce qui a été constaté sur l'atelier de conditionnement. Chacun faisait à sa manière et on a constaté une grande différence inter individuelle dans le temps de réalisation. Une méthode a été fixée et il a été demandé à chaque intervenant de se conformer à cette méthodologie après s'être assuré que cette dernière était la plus efficace. Une fois que tous les intervenants suivent le même standard, la mesure des performances et

l'observation pour discriminer les opérations utiles et les opérations inutiles prennent tout leur sens.

### 3.8. Nouvelle analyse du système et principe d'amélioration continue

Une fois les actions réalisées, il convient de réévaluer les performances de l'atelier afin de vérifier l'atteinte de l'objectif fixé.

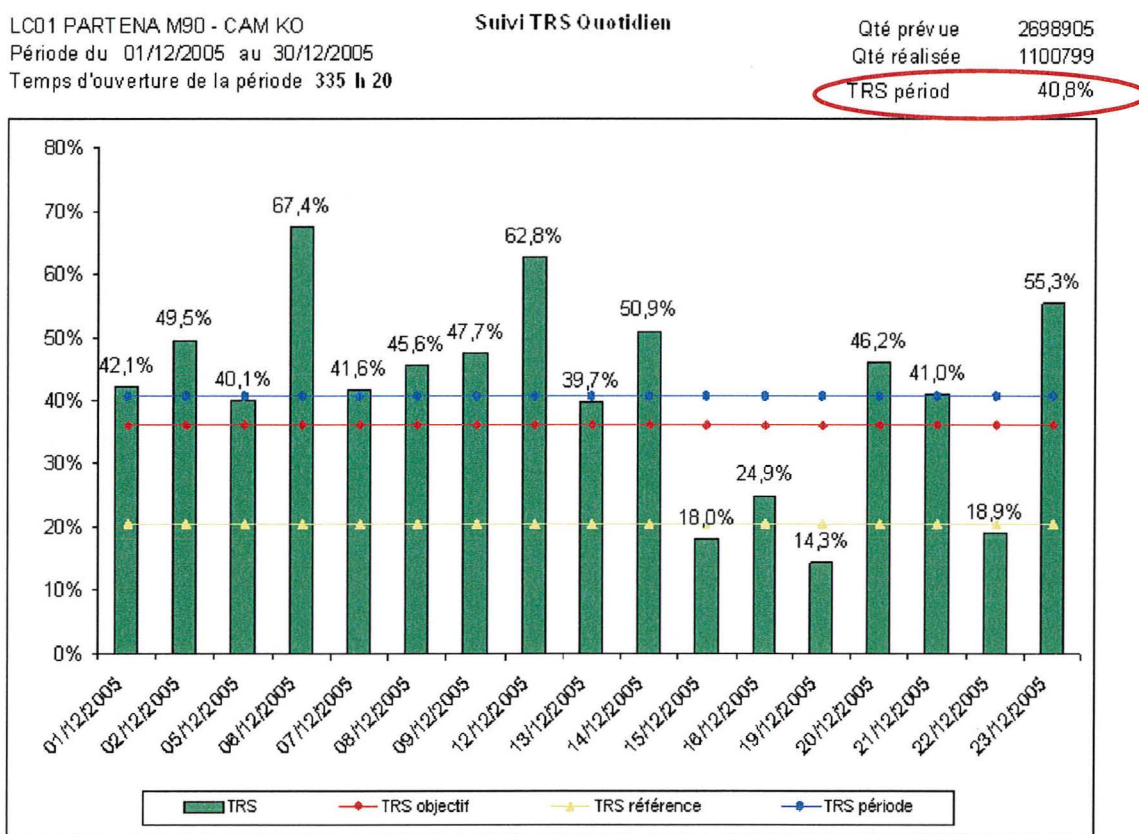


Figure 20 : Suivi du TRS sur le mois de Décembre 2005

On remarque sur cette figure que les objectifs d'amélioration de la productivité sont atteints et qu'ils sont mêmes supérieurs au but fixé.

Bilan sur cinq mois : augmentation du taux de rendement synthétique de 23,9 points.

Mais à ce stade rien n'est terminé. Une fois les actions vérifiées, il convient de relancer le processus pour pousser plus loin la performance. Il faut redéployer la démarche afin de supprimer d'autres causes de gaspillage non identifiées jusqu'à présent. Il devient alors essentiel de relancer la roue. De plus cette méthodologie doit s'étendre à l'extérieur de la production jusque dans les services support afin d'assurer un flux continu sans méandre. Un flux de production ou un flux administratif s'écoulera plus facilement dans un processus rectiligne, sans boucle et sans obstacle.

Favoriser l'écoulement du flux c'est s'assurer que les opérations créatrices de valeur s'enchaînent sans interruption le long du processus, que les produits porteurs de cette valeur ne subissent pas d'attentes ni de retours en arrière, ni circulation erratique.

Sur un cycle de création d'un produit il est constaté en général que seulement 1% de ce temps représente la prise de valeur ajoutée du produit. Le déroulement de la démarche dans les services support prend alors tout son sens au regard de ce gisement d'opportunité. Ainsi la démarche d'amélioration de productivité est un voyage et non une destination en soit. La démarche d'amélioration est un éternel recommencement.

### **3.9. Le lien étroit entre les Bonnes Pratiques de Fabrication et les 5S**

Le principal facteur de succès de cette méthode TPM réside dans l'aspect humain de celle-ci. Au delà de l'outil, l'aspect humain est primordial dans la réussite de ce projet. Les 5S, fondation de la démarche TPM doivent s'inscrire en chacun des intervenants au même titre que les Bonnes Pratiques de Fabrication (BPF). Il s'agit là du cinquième S : Faire Suivre. Afin de garantir la pérennité de la démarche TPM, il faut surveiller régulièrement l'application des règles 5S, les remettre en mémoire et en corriger les dérives.

Les 5S et les Bonnes pratiques de Fabrication ont plusieurs points communs à savoir l'assurance de la bonne réalisation des opérations de production, l'établissement de normes garantissant la qualité du produit ou encore d'instituer des règles de comportements. C'est pour ces raisons que les 5S doivent faire partie de la formation du personnel. De plus, les BPF constituent en quelque sorte une base du processus d'amélioration continue. Ainsi, en combinant ces deux concepts, on peut associer qualité et quantité qui sont les ferments de la compétitivité de l'entreprise.



THESE SOUTENUE PAR : M. Arnaud HEINRICH

TITRE :

**LES DIFFERENTES METHODES D'AMELIORATION DE LA  
PRODUCTIVITE ET APPLICATION DE LA DEMARCHE TPM SUR  
SITE INDUSTRIEL**

**CONCLUSION**

Au delà de l'outil, les méthodes d'amélioration comme la TPM ne sont qu'un moyen de mise en œuvre d'une véritable culture d'entreprise.

**Synthèse sur les démarches d'amélioration de la productivité**

L'aspect humain est primordial dans toutes ces démarches d'amélioration. Il peut être vu au travers de l'implication de la direction, d'une part, et de l'adhésion de tous, d'autre part. Sans la prise en compte de ce facteur humain, toute démarche d'amélioration est vouée à l'échec.

**L'implication de la direction : première condition nécessaire de succès**

Il s'agit d'un préalable essentiel. On retrouve cette même exigence affirmée dans la norme ISO 9000 version 2000 (6), qui consacre le chapitre 5 à la responsabilité de la direction. De multiples sondages et enquêtes font ressortir que le succès ou l'échec de la mise en œuvre d'une démarche d'amélioration résulte de l'implication ou de l'absence d'implication de la direction. Cet engagement doit se manifester concrètement dans les faits en commençant par améliorer ses propres processus par exemple. De plus, cet engagement doit perdurer dans le temps. Une démarche de progrès répond nécessairement à un réel besoin d'évolution et doit amener des changements profonds et progressifs.

L'engagement de la direction sous-tend qu'elle :

- ait identifié ses orientations stratégiques, les buts et objectifs à atteindre.
- soit convaincue elle-même de la nécessité de lancer une démarche d'amélioration. Il est en effet rare que l'ensemble de la direction soit complètement en phase.

- soit capable de faire partager cette nécessité et ces objectifs.
- ait pris conscience des implications que cela représente pour elle et pour l'entreprise en termes de priorités, de moyens nécessaires, de temps et d'énergie à y consacrer.

**Adhésion et participation active de l'ensemble du personnel : seconde condition nécessaire de succès**

Ces démarches sont assez lourdes à mettre en place. Elles nécessitent toutes une forte adhésion et une forte implication de l'ensemble du personnel, sans lequel le succès de la démarche est compromis. Chacun doit s'exprimer et participer. Or, force est de constater que le changement provoque des résistances de la part des individus : réticence à changer ses habitudes, refus du changement, peur de l'avenir, etc. En contrepartie, les efforts et résultats doivent être reconnus. Au-delà de l'amélioration des performances opérationnelles, l'implication forte de l'ensemble du personnel provoque des changements culturels importants. Non seulement les habitudes de travail sont modifiées, mais les comportements aussi. L'esprit d'équipe et le sentiment d'appartenance à l'entreprise sont renforcés. Le personnel devient plus autonome et responsable. Il s'en suit généralement une décentralisation des décisions, une clarification et une modification des rôles, notamment de la maîtrise intermédiaire et une réduction des barrières hiérarchiques. La notion « d'équipe autonome » apparaît dans le vocabulaire de l'entreprise. Il s'agit de mettre en place des équipes de travail pour s'occuper de façon autonome d'un processus ou d'un segment de processus. Le groupe est responsable de sa gestion, de ses opérations et de ses résultats, ce qui augmente le niveau d'initiative des employés et la flexibilité de l'organisation.

**VU ET PERMIS D'IMPRIMER**

Grenoble, le *16 novembre 2006*

LE DOYEN

*P. DEMENGE*



LE PRESIDENT DE LA THESE

*A. BAKRI*

*13/11/06*

# BIBLIOGRAPHIE

## Ouvrages

1. CHARDONNET André, THIBAUDON Dominique. *Le guide du PDCA de Deming, progrès continu et management*. Editions d'Organisation, 2003, 368 p.
2. CRUSILLEAU Martine, DRAGOMIR Radu, HALAIS Bernard. *Petite histoire de la qualité*. Editions de l'Industrie, 1998.
3. ECKES George, *Objectif Six Sigma: révolution dans la qualité*. Village mondial, 2001, 320 p.
4. GILLAN Axel. *Intégration de la méthodologie Six Sigma et du Lean Manufacturing sur le circuit du dossier de fabrication*. Th : Pharmacie : Lyon1 : 2005, 113 p.
5. HOHMANN Christian. *Guide pratique des 5S pour les managers et les encadrants*, Editions d'Organisation, 2005, 290 p.
6. ISO/FDIS 9000:2000(F). *Système de management de la qualité – Principes essentiels et vocabulaire*. AFNOR, 2000.
7. LOGEZ Frédéric, *Eléments de productivité*. Institut de Pharmacie Industrielle de Lyon, Cours dispensés en 2005
8. PILLET Maurice. *Six Sigma, comment l'appliquer ?* Editions d'Organisation, 2002, 486 p.
9. SHARMA A. et MOODY P.E. *La transformation LeanSigma, améliorer votre productivité industrielle*, Maxima, 2002, 344 p.
10. YANG Kai, EL-HAIK Basem. *Design For Six Sigma, A Roadmap for Product Development*, Mc Graw Hill, 2003, 624 p.

## Consultations Internet

11. Les entreprises du médicament.

Consulté sur :

<http://www.leem.org/htm/accueil/accueil.asp> - Janvier 2006

12. Ingénierie industrielle, Management et Qualité : Kaizen, le principe de l'amélioration continue.

Consulté sur :

[http://membres.lycos.fr/hconline/engineer\\_fr.htm](http://membres.lycos.fr/hconline/engineer_fr.htm) - Janvier 2006

13. Mesures.com, le magazine de l'instrumentation et des automatismes industriels.  
Consulté sur :  
[http://www.mesures.com/aff\\_def.php?titre=TRE,%20TRG,%20TRS](http://www.mesures.com/aff_def.php?titre=TRE,%20TRG,%20TRS) – Février 2006

14. Total Productive Maintenance – Japan Institute of Plant Maintenance consulté sur :  
[http://www.enpc.fr/fr/formations/ecole\\_virt/trav-eleves/TPM.htm](http://www.enpc.fr/fr/formations/ecole_virt/trav-eleves/TPM.htm) - Février 2006

15. La démarche Six Sigma.  
Disponible sur :  
<http://www.allquality.org/modules.php?name=News&file=articles&sid=1125>  
Mai 2006

16. LUCAS James M. *The essential six sigma : how successful Six Sigma implementation can improve the bottom line.*  
Disponible sur :  
<http://www.asq.org> - Janvier 2002.

17. LE COZ Edmond. *Système de management de la qualité (SMQ) : processus d'amélioration.* Disponible sur  
<http://www.techniquesingenieur.fr/affichage/DispPdf.asp?pdfID=576526&nid=285170>, - Mai 2006.

18. SMED Single Minute Exchange of Die. Mise en oeuvre.  
Consulté sur :  
<http://chohmann.free.fr/> - Février 2006

19. PETITQUEUX Aldéric. *Implémentation Lean : application industrielle,* disponible sur : [www.techniques-ingenieur.fr/dossier/implementation\\_lean\\_application\\_industrielle/AG5195](http://www.techniques-ingenieur.fr/dossier/implementation_lean_application_industrielle/AG5195) - 59k, - Mai 2006

20. LEAN un voyage, pas une destination.  
Consulté sur :  
<http://chohmann.free.fr/> - Janvier 2006





# Serment

## des

# Apothicaires

Je jure, en présence des maîtres de la faculté, des conseillers de l'ordre des pharmaciens et de mes condisciples :

D'honorer ceux qui m'ont instruit dans les préceptes de mon art et de leur témoigner ma reconnaissance en restant fidèle à leur enseignement.

D'exercer, dans l'intérêt de la santé publique, ma profession avec conscience et de respecter non seulement la législation en vigueur, mais aussi les règles de l'honneur, de la probité et du désintéressement.

De ne jamais oublier ma responsabilité et mes devoirs envers le malade et sa dignité humaine ; en aucun cas je ne consentirai à utiliser mes connaissances et mon état pour corrompre les mœurs et favoriser des actes criminels.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses. Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.



**ARNAUD HEINRICH**

## **LES DIFFERENTES METHODES D'AMELIORATION DE LA PRODUCTIVITE ET APPLICATION DE LA DEMARCHE TPM SUR SITE INDUSTRIEL**

### **RESUME :**

Après la seconde guerre mondiale, le Japon a développé des outils d'amélioration de la productivité pour faire face à l'économie de la demande. Ces outils se diffusent en Occident au sein de nombreux secteurs sans épargner l'Industrie Pharmaceutique afin de faire face à ces flux de production tirés par le client. L'un de ces outils est la démarche TPM qui vise à augmenter le potentiel de production sans faire d'investissement machine supplémentaire. Les méthodes industrielles d'amélioration de la productivité sont nombreuses et variées dans leur méthodologie. Toutefois, ces outils ne sont qu'un moyen de mise en œuvre d'une véritable culture d'entreprise. La production au plus juste nécessite une véritable implication de la direction. De plus, la réussite d'une telle transformation doit s'accompagner de l'adhésion et de la participation active de l'ensemble du personnel.

### **MOTS CLES :**

Kaizen; SMED; six sigma; Lean manufacturing; 5S; TPM; Productivité.

### **COMPOSITION DU JURY :**

Président du jury : Professeur Abdelaziz BAKRI

Directeur de thèse : Docteur Jérôme REPITON

Membres :

Docteur Joëlle BARDON  
Docteur Laure MORELLO

### **Date de soutenance :**

Le 06 Décembre 2006

### **Coordonnées :**

M. Arnaud HEINRICH  
149 Avenue de Savoie  
38530 PONTCHARRA  
Mail : arnaudheinrich@hotmail.com