

# Six Sigma et Maîtrise Statistique des Processus : de la théorie à la pratique (Cas de la société Jallali Plast)

*Sahbani Mansour*

*Département Sciences Économiques et de Gestion, ISET Tozeur*

*Campus universitaire, route de Nafta BP 150, Tozeur 2210 Tunisie*

*Sahbani18\_2006@yahoo.fr*

**Résumé**—Cet article s'inscrit dans le cadre de la recherche appliquée, il a pour objectif de mettre en application la méthode Six sigma.

L'objectif principal de Six Sigma est d'augmenter la rentabilité de l'entreprise en réduisant le gaspillage. Elle est aussi une mesure statistique de la performance des processus qui permet de déterminer avec une grande précision la qualité des produits ou services.

La puissance de Six Sigma vient de l'application d'outils statistiques dans le contexte d'une méthodologie structurée et facile à mettre en œuvre. Ces outils, sont utilisés le plus souvent dans un environnement opérationnel de production.

L'objectif de notre travail de recherche, est de fournir une vision opérationnelle, à travers l'intégration de la méthodologie Six Sigma basée sur les outils de la maîtrise statistique des processus telle que la carte de contrôle afin d'améliorer le système de production de la société « Jallali Plast ».

**Mots clés :** Six sigma, maîtrise statistique de processus, variabilité de processus, carte de contrôle.

## I. INTRODUCTION

Depuis plusieurs années, le contexte de mondialisation et l'accroissement de la concurrence ont défini un nouvel ordre économique et industriel pour les entreprises de production de biens. En effet, ces entreprises sont quotidiennement confrontées à la maîtrise et à l'amélioration des performances de l'ensemble de leurs processus afin de garantir leur pérennité et leur compétitivité. Quel que soit le processus de production, c'est-à-dire quels que soient le niveau de sa conception, celui de sa maintenance, les matières premières utilisées, la qualification de la main d'œuvre, la méthode, etc., il ne sera jamais possible de créer des produits ou des caractéristiques exactement identiques. Si la variabilité du

processus de fabrication est importante, le fournisseur aura des difficultés ou trouvera trop coûteux de satisfaire ses clients car une partie de sa production devra être retravaillée, recyclée, mélangée ou rejetée [3].

Dans de telles situations, on propose de suivre la variabilité du processus de recyclage de déchets industriels au sein de la société « Jallali Plast » par l'intégration de la méthode Six Sigma et la maîtrise statistique des processus et plus particulièrement l'utilisation de la carte de contrôle afin de détecter toute preuve de changement significatif de la variabilité du processus de broyage de déchets.

Avant de passer à l'action, il est jugé nécessaire de commencer par un rappel théorique.

## II. LES CONCEPTS DE SIX SIGMA ET DE MAÎTRISE STATISTIQUE DES PROCESSUS

### A. Notions de Six sigma

#### 1) Historique du Six sigma :

Six Sigma a été initié aux États-Unis dans les années 1980 chez Motorola. Cette démarche a tout d'abord consisté en l'application des concepts de la Maîtrise statistique des processus (MSP) et s'est ensuite largement étoffée en intégrant tous les aspects de la maîtrise de la variabilité. Au fur et à mesure de sa diffusion dans les autres entreprises (notamment General Electric), Six Sigma s'est également structuré en associant davantage à sa démarche les éléments managériaux et stratégiques [4]. C'est aujourd'hui une approche globale de l'amélioration de la satisfaction des

clients, ce qui n'est pas tout à fait la même chose que l'amélioration de la qualité. Se fondant sur cette meilleure satisfaction du client, la méthodologie Six Sigma est source d'accroissement de la rentabilité pour l'entreprise en cumulant les effets suivants :

- une diminution des rebuts, retouches, et plus généralement des coûts de non-qualité ;
- une amélioration de la disponibilité des machines et du taux de rendement synthétique ;
- de meilleures parts de marché consécutives à l'amélioration de la qualité des produits [1].

#### 2) *Définition de Six sigma :*

Six sigma se décline de plusieurs façons, C'est:

- une certaine philosophie de la qualité orientée vers la satisfaction totale du client ;
- un indicateur de performance permettant de savoir où se situe l'entreprise en matière de qualité ;
- une méthode de résolution de problème par l'implication totale des hommes permettant de réduire la variabilité sur les produits et services ;
- une organisation des compétences et des responsabilités des hommes de l'entreprise ;
- un mode de management par la qualité qui s'appuie fortement sur une gestion par projet [2].

#### 3) *Signification de Six Sigma :*

En statistiques, la lettre grecque sigma  $\sigma$  désigne l'écart type ; Six Sigma signifie donc six fois l'écart type.

Tout processus de production, est incapable de produire exactement le même résultat sur la durée. Une des préoccupations majeures de la gestion de la production est donc de maîtriser les conditions de production ou de prestation afin qu'il y ait le moins de rebut, le moins d'insatisfaction possible.

Pour mieux gérer un processus de production, il convient au premier lieu de déterminer quelle valeur nominale il est souhaitable d'obtenir et quelles limites de variation sont acceptables par rapport à cette valeur (intervalle de variation ou de tolérance). Ensuite, il faut fournir le plus grand nombre possible de produits sans défaut (c'est-à-dire réduire le nombre de pièces hors tolérance). L'idéal est donc que le processus soit capable de fournir une valeur moyenne des produits ou des services égale ou très proche de la valeur nominale désirée.

#### 4) *L'approche de résolution de problème dans Six sigma :*

La méthode de résolution est structurée en cinq étapes :

- Définir : cette première étape vise à dégager tous les problèmes et à les classer par ordre de priorité ;
- Mesurer : il s'agit ensuite de rechercher les données pertinentes caractérisant le processus concerné et de mesurer les résultats existants ;
- Analyser : rechercher la cause racine, faire apparaître les relations de causes à effet ;
- Améliorer : mettre en œuvre les actions d'amélioration et prouver que ces actions ont été efficaces ;
- Contrôler : mettre en place l'ensemble des actions nécessaires pour que l'amélioration soit pérenne.

#### 5) *Six Sigma et la source de variabilité :*

La notion de qualité est étroitement liée à celle de variabilité. Certains vont même jusqu'à définir la non-qualité comme une variabilité par rapport à une référence attendue. Or la lutte contre la variabilité est un des concepts de base de Six Sigma [4].

Les sources de variabilité peuvent être regroupées en deux familles : les causes assignables et les causes aléatoires.

- **Les causes assignables :** on inclut dans ces causes, toutes les sources de variabilité qui l'on peut identifier et sur lesquelles on dispose de moyens de les éliminer. Les causes assignables sont aussi connues sous le nom de causes spéciales de variation.
- **Les causes aléatoires :** ce deuxième groupe inclut toutes les autres sources de variabilité non identifiables ou sur lesquelles on ne dispose pas de moyens pour les éliminer.

#### B. *Notions de maîtrise statistique des processus*

##### 1) *Définition de la maîtrise statistique de processus :*

La maîtrise statistique des processus (MSP) est selon la norme NFX06030, « un ensemble d'actions pour évaluer, régler et maintenir un processus de production en état de livrer tous ses produits conformes aux spécifications retenues » [3].

La MSP est une stratégie préventive qui vise à amener le processus de fabrication au niveau de la qualité requise et à l'y maintenir [3].

##### 2) *Les techniques :*

Les techniques de la MSP peuvent se diviser en deux groupes :

- les méthodes « off-line » de détermination et d'optimisation des paramètres influents (analyse de

Pareto, arbre de défaillances, diagramme des causes-effet, plans d'expériences, etc.).

- les méthodes « on-line » de suivi de la production (cartes de contrôle aux mesures, cartes de contrôle aux attributs, etc.) [3].

### 3) Les principes :

Il consiste à recueillir des informations sur le produit et son processus de fabrication et d'exploiter ces informations pour agir efficacement sur le processus, d'une part, pour réduire, éliminer et prévenir les non-conformités en matière de qualité et d'autre part, pour améliorer de façon continue les performances.

### 4) Les cartes de contrôle :

#### a) Définition de carte de contrôle :

La carte de contrôle est l'un des outils de base utilisés pour la maîtrise statistique des procédés. C'est une représentation graphique constituée d'une suite d'images de la production. Elle permet de visualiser la variabilité du procédé en distinguant les causes aléatoires de causes assignables [3].

Une carte de contrôle est un graphique représentant des images successives de la production, prises à une certaine « fréquence de prélèvement », à partir d'échantillons prélevés sur la production. On reporte sur le ou les graphiques de la carte les différents calculs effectués sur les échantillons (moyenne, écart-type, étendue, nombre, pourcentage, etc.).

La carte de contrôle comporte trois lignes : une ligne centrale et deux limites de contrôle :

- La ligne centrale (**LC**): représente la moyenne de la statistique suivie.
- La limite supérieure de contrôle (**LSC**) et la limite inférieure de contrôle (**LIC**): sont établies de sorte qu'en fonctionnement normal, la quasi-totalité des valeurs de la statistique d'échantillon tombent à l'intérieur des limites de contrôle.

Tant que les points représentant la valeur de la statistique utilisée se trouvent à l'intérieur des limites de contrôle, le processus est supposé **stable ou maîtrisé**. Par contre, lorsque des points tombent à l'extérieur des limites de contrôle, ceci indique que le processus est **non maîtrisé ou hors contrôle**, c'est-à-dire que des causes assignables de variabilité sont présentes dans le procédé.

#### b) Les types de carte de contrôle :

Selon la nature de la caractéristique suivie, les cartes de contrôle peuvent être classées en deux grandes branches : les cartes de contrôle aux mesures et les cartes de contrôle aux attributs.

Lorsque la caractéristique suivie est une variable mesurable (par exemple : poids, diamètre, longueur, pression, etc.), la

maîtrise et le pilotage du processus sont effectués à l'aide de cartes de contrôle aux mesures. Le contrôle par attribut s'utilise lorsque la caractéristique contrôlée est qualitative, c'est-à-dire les données sont classées comme « conformes », ou « non conformes ».

Dans notre étude, on a utilisé la carte de contrôle moyenne de Shewhart, c'est-à-dire que les limites de contrôle sont situées à 3 écarts-types de part et d'autre de la tendance centrale.

Les caractéristiques de la carte de contrôle moyenne sont données par les formules suivantes :

- $LSC = \bar{X} + A_2 \bar{R}$
- $LC = \bar{X}$
- $LIC = \bar{X} - A_2 \bar{R}$

Avec:

- **n**=taille de l'échantillon
- **m**=nombre des échantillons choisis
- $\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_m}{m}$  est la moyenne des moyennes de **m** échantillons choisis.
- $\bar{X}_i = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_m}{n}$  est la moyenne de l'échantillon **i**.
- $\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_m}{m}$  est la moyenne des étendues des **m** échantillons choisis.
- $R_i = X_{\max} - X_{\min}$  est l'étendue de l'échantillon **i**.
- Le coefficient **A<sub>2</sub>** dépend uniquement de la taille **n** de des échantillons prélevés. Il est tabulé en fonction de **n**.

Pour tracer la carte de contrôle moyenne de Shewhart, on trace les points  $\bar{X}_i$  ( $i=1 \dots m$ ).

## III. APPLICATION INDUSTRIELLE

### A. Description de l'entreprise

L'entreprise « Jallali Plast » est une entreprise industrielle de petite taille, située sur la zone industrielle de Tozeur. Elle a la forme d'une société à responsabilité limitée.

Elle est spécialisée dans la collecte, le transport et le recyclage de déchets plastiques. L'activité de l'entreprise se résume en l'approvisionnement des déchets en plastique, puis les recycler et les vendre sous forme de produits intermédiaires pour la production d'autres produits finis en plastique.

L'approvisionnement de matières premières se fait auprès de l'agence nationale de gestion de déchets.

Une fois les matières premières sont stockées et emballées en balles, elles sont transférées à l'atelier de triage puis à l'atelier

de recyclage qui représente la séquence de production de l'activité de l'entreprise.

À l'atelier du triage, le triage de matière se fait selon les couleurs de plastique existant en stock.

A l'atelier du recyclage, la matière triée est passée à la machine broyeuse.

En fin, les sacs de matières broyées seront contrôlés quantitativement et qualitativement pour les stocker à la distribution.

Le plastique broyé selon la couleur donne trois types de produits finals recyclés, à savoir :

- **Le PET** (Polyéthylène Téréphtalate) : plastique recyclé de la couleur bleue utilisable dans la production d'emballage des bouteilles d'eau et des bouteilles de boissons gazeuses.
- **Le PEHD** (Polyéthylène Haute densité) : plastique de la couleur blanche, verte utilisable dans la production d'emballages des bouteilles du lait.
- **Le Film** : plastique de différentes couleurs sous forme de déchets utilisable pour la production des sachets, des cageots et des bâches.

*B. Méthodologie de résolution de problème selon l'approche six sigma*

**Étape 1 : définir le problème**

L'objectif de l'entreprise « Jallali Plast » est de minimiser la quantité perdue de matières recyclées suite à l'obtention de produit PET. La cible pour la société est d'avoir un taux de matière perdue de l'ordre de 22%.

Pour atteindre cet objectif, l'entreprise devra chercher des solutions pertinentes afin de rentabiliser son activité.

**Étape 2 : mesurer**

Avant de se lancer dans l'étape de la recherche des causes assignables au problème, on a utilisé la carte de contrôle moyenne-étendue de Shewhart en tant que outil de pilotage de processus de broyage.

Pour ce faire, on a procédé aux collectes de données comme suit :

Avant l'opération de recyclage on a choisi 10 sacs de matière plastique pour le produit PET pendant 10heures telle que la fréquence de prélèvement est un sac par heure. Chaque sac a un poids de 200Kg. Par la suite, on a reparti le 200 Kg de matière plastique sur 5 sous sacs de poids de 40Kg. Après l'opération de recyclage, on a calculé les quantités de matière plastique recyclée non utilisable.

Le tableau suivant illustre la quantité de matière recyclée non utilisable exprimée en kg :

TABLEAU I. RÉSUMÉ DE DONNÉES COLLECTÉES

échantillon	X1	X2	X3	X4	X5
1	8,5	8,8	8,9	8,6	8,5
2	9,6	9,8	9,7	9,3	9,9
3	8,4	8,6	8,5	8,7	8,9
4	8,3	8,2	7,5	7,9	7,7
5	9,1	9,2	9,5	9,2	9,8
6	8,3	8,9	8,4	8,7	8,3
7	9,1	9,6	9,5	9,3	9,7
8	8,9	8,3	8,4	8,5	8,7
9	7,7	7,9	7,5	7,6	7,8
10	9,1	9,4	9,3	9,3	9,6

**Etude de la normalité : test de Shapiro –Wilks**

Avant de tracer la carte de contrôle de Shewhart, il faut vérifier l'hypothèse de normalité des observations. Dans cette étude on a utilisé le test de Shapiro-Wilks.

Le test de Shapiro-Wilks est un mécanisme qui permet de trancher entre deux hypothèses :

- $H_0$  : la caractéristique de la qualité suit une loi normale
- $H_1$  : la caractéristique de la qualité ne suit pas une loi normale

Au vu de résultats d'un échantillon.

Dans le test de Shapiro-Wilks, la statistique test compare la forme de l'échantillon à la distribution normale. A l'issue de cette comparaison dans les sorties de logiciel un nombre appelée p-value est calculée. La décision est prise en comparant la valeur p-value du test avec le risque de première espèce  $\alpha$  : si  $p\text{-value} > \alpha$ , on garde l'hypothèse  $H_0$  sinon on rejette  $H_0$ .

Dans notre étude, la sortie de logiciel Mintab16 nous donne une valeur de  $p\text{-value} > 0,1$  (voir figure1 ci-dessus).Donc on accepte la normalité des observations.

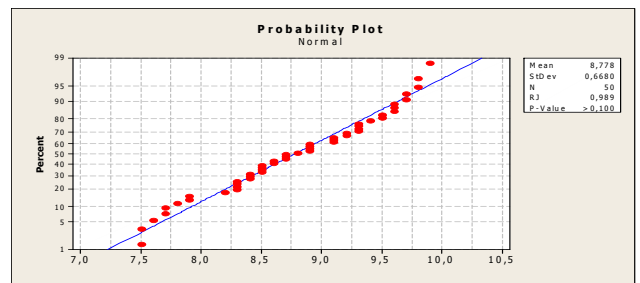


fig.1 .étude de normalité

La carte de contrôle de moyenne est donnée par la sortie de logiciel Minitab (voir figure2 ci-dessous).

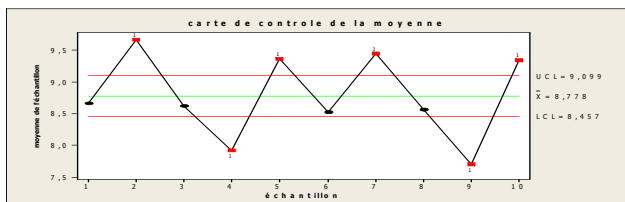


Fig.2. Carte de contrôle

Les limites de contrôle de la carte sont :

**LIC=8,457**

**LC=8,778**

**LSC=9,099**

D'après le graphique, on observe six points sont en dehors des limites de contrôle, on conclut que le processus de broyage est non stable. Cette variabilité est due aux causes assignables qui vont faire l'objet de la troisième étape de la méthode six Sigma.

### Étape 3 : Analyser

Elle a pour objectif d'augmenter notre connaissance du processus afin de découvrir les causes « racines » de la variabilité et de la performance insuffisante.

Un des outils d'analyse parmi les plus utilisés est le diagramme en arête de poisson appelé aussi diagramme d'Ishikawa. On a identifié cinq causes fondamentales de variabilité, à savoir :

- **Main-d'œuvre** : Ouvriers non qualifiés (sans diplôme), manque de responsabilité, manque de formation
- **Moyens** : machine traditionnelle, panne de machine, dérèglement, manque d'entretien, capacité limitée de la machine ;
- **Méthodes** : méthodes de travail archaïques, simplicité de l'opération de triage, manque de moyens de contrôle ;
- **Matières** : mauvaise qualité, non-conformité de matière offerte par le fournisseur ;
- **Milieu** : humidité, absence de moyens de sécurité.

**Les étapes 4 et 5** : vont porter sur la proposition de solutions et leur mise en œuvre. Suite au brainstorming, on a élaboré les solutions aux problèmes identifiés, qui sont les suivants:

- Amélioration de condition de travail ;
- Amélioration du niveau des employés et leur rendement ;
- Amélioration de la qualité de Matière première ;
- Application de meilleures méthodes de travail ;

- Utilisation de nouvelles technologies ;
- Faire des sessions de formation ;
- Recrutement des employés qualifiés.

### IV. CONCLUSION

L'objectif de cet article, est de mettre en application la méthode Six sigma pour maîtriser le processus de broyage de déchets au sein de la société « Jallali Plast ». La méthodologie de résolution de problème dans Six sigma nous a permis de piloter le processus de recyclage. Cette philosophie a contribué à la réduction de taux de déchets, il devient très proche de la cible.

Dans ce travail, on a mis l'accent sur l'aspect pratique et ceci par l'expérimentation de modèle Six sigma dans une entreprise Tunisienne de petite taille spécialisée dans le recyclage de déchets industriels afin d'améliorer son processus de production et en particulier le processus de broyage. Sachant que cette étude a été faite sur une période de six mois.

Enfin, cet article a l'ambition de créer une réflexion de départ pour bâtir des projets utilisant les deux approches (six sigma et maîtrise statistique des processus). Des preuves des bénéfices à tirer d'une approche conjointe seront plus formellement établies au fur et à mesure que des entreprises cesseront de choisir l'une ou l'autre de ces deux approches pour conduire leurs projets de changement.

### REFERENCES

- [1] A. Courtois, M. Pillet, C. Martin-Bonnefous, gestion de production, eyrolles, 4<sup>ème</sup> édition, 2006.
- [2] D. Duret, M. Pillet, qualité en production de l'ISO 9000 à Six sigma, eyrolles, 3<sup>ème</sup> édition, 2001.
- [3] L. JAUPI, Contrôle de la qualité MSP Analyse des performances contrôle de réception, dunod, Paris, 2002.
- [4] M. Pillet, six sigma comment l'appliquer, eyrolles, 1<sup>ère</sup> édition, 2004