



6 Sigma, une nouvelle approche de réduction des pertes ?

SOURIS Jean-Paul
Consultant

S.CONSULTANTS

5, rue des genêts 78113 ADAINVILLE

tél : + 33 (0) 1 34 87 03 73

fax : + 33 (0) 1 34 87 05 17

contact@jpsconsultants.com

www.jpsconsultants.com

Résumé

Chaque période nous amène de nouvelles méthodes, de nouveaux outils et de nouvelles démarches. 6 Sigma est l'une des démarches récentes apparues en France à travers les filiales américaines mais déjà largement développée aux Etats-Unis avec AlliedSignal, Honeywell, Motorola, ABB,... Elle a déjà prouvé par le retour d'investissement qu'elle procure qu'elle apportait des résultats notables. Les finalités de 6 Sigma sont :

- Réduire les coûts de non-conformité*
- Réduire les temps de cycle des processus industriels, administratifs et financiers*
- Améliorer la satisfaction du client*
- Changer la vision de l'entreprise*
- Identifier les CTQ (Critical to Quality)*



Sommaire

1 CONCEPTS DIRECTEURS.....	3
1.1 PRESENTATION GENERALE.....	3
1.2 LA CONNAISSANCE.....	4
1.3 L'IMPORTANCE DE LA MESURE.....	4
1.4 LE ROLE DES QUESTIONS.....	5
2 LA VARIABILITE DES PROCESSUS.....	6
2.1 CONCEPTS GENERAUX.....	6
2.2 LES CAUSES DE VARIATION.....	8
2.3 APPROCHE CLASSIQUE DE LA PERFORMANCE.....	9
METHODES ET OUTILS.....	10
3.1 INDICATEURS.....	10
3.2 CARTOGRAPHIE DES PROCESSUS.....	11
3.3 METHODES ET OUTILS UTILISES.....	12
4 LA DEMARCHE 6 SIGMA.....	13
5 MODALITES D'INTERVENTION.....	13
5.1 ETAPE 1 : DEFINIR LE PROJET.....	13
5.2 ETAPE 3 : DECRIRE LA SITUATION ACTUELLE.....	13
5.3 ETAPE 3 : ANALYSER LES CAUSES.....	14
5.4 ETAPE 4 : METTRE EN PLACE LES SOLUTIONS.....	14
5.5 ETAPE 5 : EVALUER LES RESULTATS.....	14
5.6 ETAPE 6 : UNIFORMISATION.....	14
5.7 ETAPE 7 : COMMUNIQUER.....	14



1 Concepts directeurs

1.1 Présentation Générale

La réussite de l'entreprise passe par la maîtrise de nombreux paramètres fondamentaux, dont deux particulièrement importants qui ne doivent poursuivre qu'un seul but ; satisfaire le client final. Il s'agit :

- de la disponibilité opérationnelle¹ des équipements de production en fonction des contraintes de service vis à vis des exigences des clients,
- de la capabilité des moyens², autrement dit la capacité du processus à réaliser des pièces ou produits bons dans les limites de tolérances de conception, sans rebut ni retouche.

Mis à part la phase de conception des produits et des moyens ayant une influence fondamentale dans le résultat final, on ne peut que constater dans les faits que la disponibilité opérationnelle nécessite une maintenance de très bon niveau pour maîtriser la fiabilité et la maintenabilité des moyens, un engagement optimal des moyens, et une excellente adéquation entre les spécifications de conception et la capabilité des moyens.

L'entreprise à l'habitude d'identifier l'ensemble des pertes avec la représentation classique de l'iceberg. Cette vision ne présente que la répartition des pertes mais ne donne pas les solutions pour les réduire. Elle est utile pour les catégoriser mais limitée en tant qu'analyse de la manière de progresser et de trouver les outils permettant de progresser.

Des actions traditionnelles existent pour minimiser les pertes, elles sont efficaces jusqu'à un certain niveau de résultats. Elles ne prennent pas toujours efficacement en compte la variation de chaque paramètre par rapport au résultat final.

Il est donc nécessaire de passer à une étape ultérieure axée sur la maîtrise de la variabilité des processus pour minimiser les pertes.

Souvent le résultat qualité de l'entreprise ne se résume qu'à prendre en compte les retours clients, sans s'apercevoir que les processus internes sont défailants. On peut très bien satisfaire un client en perdant de l'argent tous les jours parce que le processus interne de l'entreprise n'est pas maîtrisé et qu'en conséquence, il coûte très cher et grève le résultat global de l'entreprise.

La démarche 6 Sigma repose sur un certain nombre de principes basiques expliquant l'approche, en particulier la connaissance, la mesure et le rôle des questions.

¹ Mesurée généralement par le Taux de Rendement Synthétique

² Rarement mesurée par le RTY (Rolled Throughput Yield)



1.2 La connaissance

On manque cruellement d'informations utiles, alors que l'on est souvent submergé par des informations inutiles.

Peu de personnes n'ont pris le soin d'identifier "à quoi servent les informations que l'on possède ou qu'on nous diffuse "

La connaissance est un atout pour survivre, car :

- Si nous ne savons pas, nous ne pouvons pas agir
- Si nous ne savons pas agir, le risque des pertes est grand
- Mais si nous savons et agissons, le risque est maîtrisé
- Et si nous savons et n'agissons pas, nous méritons les pertes

1.3 L'importance de la mesure

Nous n'avons pas toujours le réflexe de mesurer, car personne n'y oblige d'une part, et nous n'avons pas toujours identifié clairement le "client" au bout de l'action.

Toute action ne peut se passer sans analyse préalable des données. Le management se doit d'avoir des chiffres précis pour décider. Ces chiffres peuvent prendre différentes formes à travers les indicateurs et ratios, mais que leur présentation est un des points clés de la capacité à faire changer les résultats.

Les paramètres et données étant en nombre important dans l'entreprise, on ne peut pas tout mesurer en permanence, la taille de la population est trop importante. Il est donc nécessaire de passer par des échantillons pour expliquer un certain nombre de phénomènes variables et indésirables.

Cela nécessite d'avoir une connaissance des outils statistiques et des méthodes d'utilisations adaptées. Le milieu industriel, par le volume de pièces produites, est particulièrement adapté à l'utilisation des outils statistiques, mais également les processus administratifs qui traitent un grand nombre de dossiers.

Mais avant d'expliquer, il faut pouvoir mesurer.....

Quelques concepts basiques pourront remettre les pendules à l'heure sur notre approche habituelle à analyser les données, savoir les mesurer, exploiter les résultats à travers la mise en place d'indicateurs et ratios utiles.

- Nous ne connaissons pas ce que nous ne connaissons pas
- Si nous ne pouvons pas exprimer ce que nous connaissons avec des chiffres, alors nous ne savons pas grand chose
- Si nous ne savons pas grand chose, nous ne pouvons en être maître
- Et si nous ne pouvons en être maître, alors nous sommes à la merci de la chance ..



Dès qu'on a la connaissance de paramètres utiles à la décision, il est nécessaire de les quantifier. La mesure est donc un passage obligé à la recherche des causes restant à identifier, pour arriver à l'excellence.

Qui dit mesure dit également l'analyse de la capacité du système de mesure à donner des informations répétitives et reproductibles.

Très souvent dès que l'on met en place une démarche de relevé d'informations, par une mesure structurée, il se trouve que les résultats s'améliorent de manière magique !! Il est évident que cela n'est pas suffisant pour résoudre tous les problèmes.

Cela voudrait-il dire que l'on a une influence sur la variabilité de l'activité humaine dès qu'on s'y intéresse ? On mesure aujourd'hui en %, mais cela ne veut plus dire grand chose, car quand tout le monde est à 95% de quelque chose et s'en satisfait, cela fait quand même $(5/100) \times 10^6 = 50.000$ ppm.

1.4 Le rôle des questions

Il n'est pas inintéressant de se poser des questions sur la manière..... de poser des questions ? Les mêmes réponses amènent fréquemment les mêmes réponses, à fortiori amènent les mêmes résultats. Il faut donc changer la manière de poser les questions pour avoir d'autres réponses. Après ces présentations des principes basiques, il se trouve par expérience, que l'ensemble des processus varie d'un jour à l'autre et ne se répète jamais de la même manière.

Après ces présentations des principes basiques, il se trouve par expérience, que l'ensemble des processus varie d'un jour à l'autre et ne se répète jamais de la même manière. Ce que l'on constate dans la vie courante est vrai également pour les processus industriels et administratifs.

Jusqu'à présent, les méthodes d'analyse et les outils traditionnels utilisés ne permettent d'atteindre que des résultats, en terme de disponibilité, qualité, de l'ordre de 95 à 98 % selon les milieux.

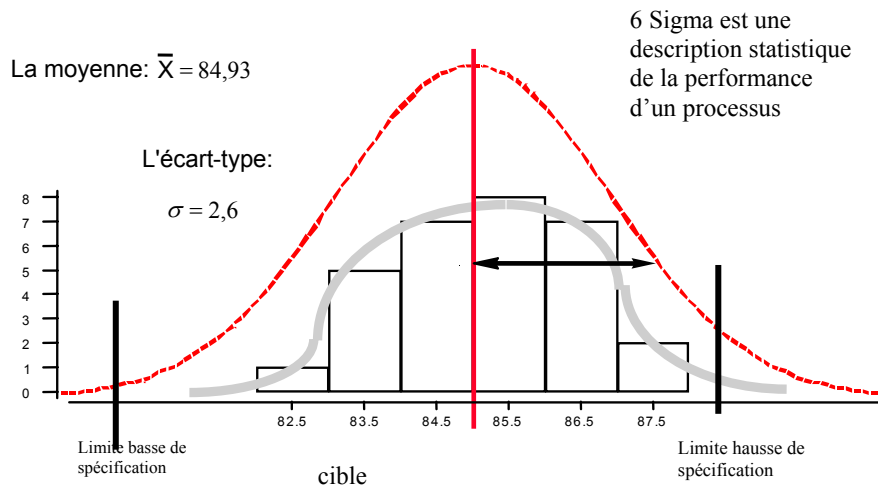
Arriver à un niveau de résultat mesuré en %, peut satisfaire certains mais de progresser d'un point ne représente pas l'ensemble des efforts à faire pour arriver aux résultats souhaités.

Il devient indispensable de changer de vision afin de s'intéresser à la variabilité des processus et à leur maîtrise afin de progresser de manière notable vers l'excellence.

2 La variabilité des processus

2.1 Concepts généraux

On peut caractériser un processus quel qu'il soit (manufacturier ou administratif) en terme de performance par son Sigma. (écart type représentant la dispersion des données par rapport à leur moyenne)



Il est nécessaire de développer sur quelques points les concepts statistiques utilisés dans la démarche.

Six Sigma comme Objectif

σ	PPM
----------	-----

2
3
4
5
6

308 537
66 807
6 210
233
3,4

Capabilité du Processus

Défauts par Million

Sigma est une unité de mesure qui reflète l'aptitude, donc la capabilité du processus. L'échelle de mesure de Sigma est parfaitement adaptée à des caractéristiques tel que défauts par unité (dpu), nombre de défauts par pièces Produite par million (ppm), et les probabilités de défauts/erreurs.

Chaque donnée mesurée est fréquemment distribuée de façon normale et donc représentée selon une distribution classiquement appelée Gaussienne.



Même lorsqu'une distribution n'est pas normale, la prise d'échantillon aléatoire et le théorème de la limite centrée permettent de faire des analyses avec les mêmes moyens de calculs statistiques.

La mesure classique de la capabilité repose sur les mesures de Cp et Cpk. La différence entre Cp et Cpk, est la position de la moyenne par rapport aux spécifications, Limites inférieures et supérieures. Elle est fréquemment calculée sur le court terme pour la satisfaction des clients.

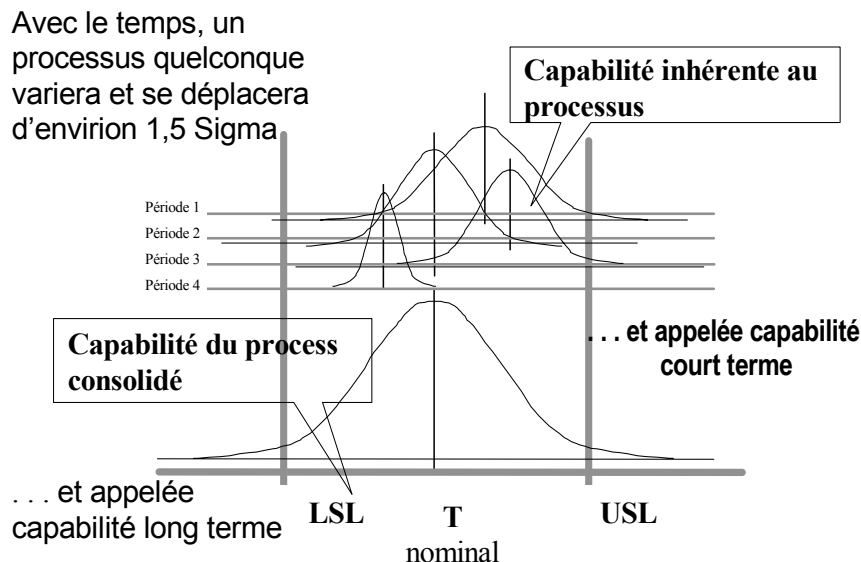
La démarche 6 Sigma consiste à obtenir non plus 3 Sigma mais 6 entre la moyenne et les deux limites inférieures et supérieures. On fait alors intervenir la valeur de Z qui représente le nombre d'écart-types entre la moyenne et les deux limites inférieures et supérieures de la spécification.

Toute zone en dehors de ces limites représente la probabilité de défauts que l'on trouve dans des tables de Z.

Il a été démontré de manière incontournable par plusieurs analyses internationales, qu'il existe une différence d'environ 1,5 Sigma entre la Capabilité calculée sur une période courte et celle constatée sur une période longue.

Il est à noter qu'un écart de 1,5 Sigma correspond à un écart de 0,5 de Cp. Autrement dit un résultat de 6 Sigma sur le long terme représente un Cp de 2, et sur le court terme un CP de 1,5.

Cette affirmation (vérifiée) est représentée par le schéma suivant.





2.2 Les causes de variation

Chaque produit fabriqué, chaque service effectué, chaque démarche mise en œuvre, sont sources de variation par rapport aux spécifications qui caractérisent leur efficacité propre.

Les causes principales de variations proviennent des sources principales suivantes :

- Tolérances inadéquates par rapport à la capabilité du processus à réaliser les éléments constitutants,
- Approvisionnements des fournisseurs non conformes ou instables,
- Capabilité des processus insuffisants ou instables.

Ces trois sources et/ou causes de variation amènent les remarques suivantes :

- il existe une relation indissociable entre les tolérances définies par le bureau d'études et la capabilité des processus à réaliser effectivement, sur le long terme, les composants de base constituant le produit final
- il est important de maîtriser les approvisionnements des fournisseurs et de suivre l'incidence de la non-qualité induite sur le processus interne de l'entreprise
- Il est indispensable de suivre le résultat qualité du processus en permanence pour mesurer sa capabilité à travers les plans de surveillance.

La maîtrise de la variabilité des processus, passe par la compréhension de leur fonctionnement avec l'identification précise des paramètres participants au résultat.

Tout produit ou service est le résultat d'une équation fondamentale, $Y = f(x_i)$, où Y est le produit ou le service et les x_i , toutes les variables indépendantes qui ont une influence sur le résultat final.

Tout produit ou service qui sort d'un processus, dépend de variables indépendantes les unes des autres, habituellement caractérisées par les classiques 5M :

- la main d'œuvre
- les machines et matériels
- les méthodes de travail
- les matériaux
- le milieu.

Il est important de ne pas oublier les interactions entre variables de différentes origines des 5M, ce que permettent les plans d'expérience à multivariables.

Le principe est dans un premier temps de :

- rechercher les variables indépendantes qui peuvent, par leur variabilité propre, expliquer la variabilité du résultat
- hiérarchiser l'importance ou l'influence qu'elles ont
- le vérifier par des plans d'expérience



- trouver des solutions les mettre en œuvre
- valider la fiabilité du nouveau processus
- mettre un plan de surveillance en place.

Ces variables sont de plusieurs types :

- Les variables de sorties qui représentent la sortie ou la réponse
- Les variables d'entrées appelées facteurs contrôlés. Elles peuvent être continues comme la température, les niveaux, ou discrètes comme des états ; sale/propre, matin/après-midi, etc..
- Les variables de bruit, appelées également les facteurs non contrôlés comme le comportement humain, les conditions climatiques, etc..

2.3 Approche classique de la performance

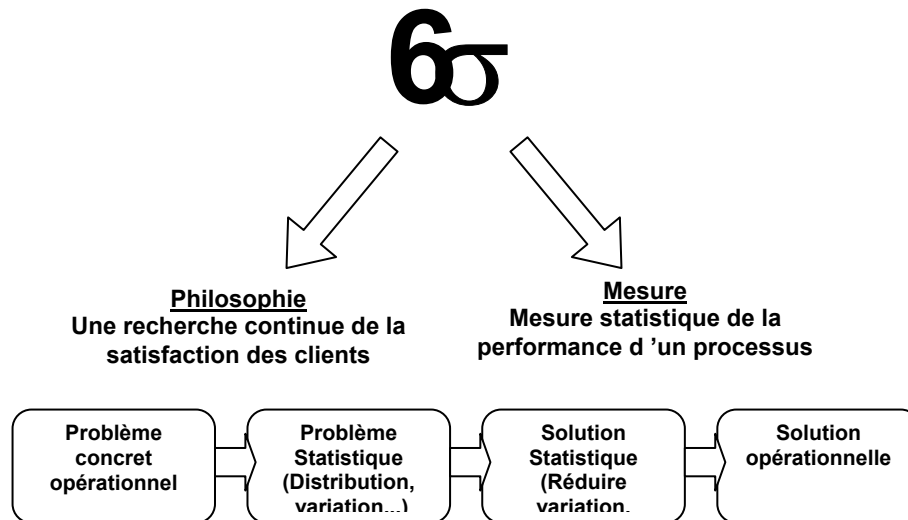
L'approche classique de la performance, consiste à penser que si la distribution du résultat est entre les spécifications des limites inférieures et supérieures, cela suffit, L'approche 6 Sigma impose que d'une part la moyenne de la distribution soit centrée et suffisamment resserrée pour que des déviations dans le processus n'entraîne aucun rebut ni retouche. Cela signifie qu'une entreprise 6 Sigma possède d'autant de marge de manœuvre que les procédés possèdent de variabilité normale.

6 Sigma permet d'apporter une valeur ajoutée dans l'analyse, en passant d'une démarche souvent classique de recherche de solution pratique sans caractérisation chiffrée du problème à une recherche de solution déduite d'une analyse statistique d'un échantillonnage de la population analysée.

Elle propose d'analyser de manière systématique les données existantes, de les cartographier et catégoriser les données de base.

La différence par rapport aux méthodes "classiques" est d'utiliser une démarche fondamentale axée sur la connaissance de la variabilité à court et moyen terme et utilisant très précisément les méthodes statistiques classiques, mais très vulgarisée avec les nouveaux logiciels d'analyse statistiques conviviaux.

Le changement de démarche s'explique selon le schéma suivant :



La démarche 6 Sigma possède l'avantage de mixer à la fois la formalisation des processus par une cartographie précise et une analyse de la variabilité des paramètres par analyse statistique.

3 Méthodes et outils

3.1 Indicateurs

Il est nécessaire de changer d'indicateurs, d'utiliser d'autres méthodes et outils, d'avoir une autre vision du comportement des processus. Les grands constructeurs de l'automobile ne recommandent-ils pas à leurs fournisseurs de changer d'indicateurs en passant du calcul par pourcentage au calcul par ppm.

Il devient nécessaire d'avoir aujourd'hui des indicateurs cohérents entre la mesure de la Disponibilité Opérationnelle assurant le volume, et la Capabilité des moyens de production à fournir des pièces correspondant aux spécifications.

On ne peut constater qu'à ces jours aucun indicateur unique répond seul à l'ensemble des besoins.

Cette cartographie est donc nécessaire pour mesurer les pertes en temps par le TRS (Taux de Rendement Synthétique) et la non-qualité par le RTY (Rendement Opérationnel Synthétique)

Toutes les données de calcul du TRS3 sont homogènes sauf une, celle qui représente les pertes par non-qualité. L'ensemble des données est mesuré directement en terme de temps excepté la non-qualité qui est le résultat d'un calcul.



Pour pouvoir l'intégrer dans le calcul du TRS, il est nécessaire de transformer la non-qualité produite en nombre de temps de cycles ayant été utilisés pour la produire.

Un autre indicateur est lui particulièrement pertinent, c'est le RTY, car il est homogène de bout en bout. Il représente la capacité d'un processus à réaliser des pièces bonnes du premier coup, sans rebut ni retouche et fait totalement abstraction de la disponibilité opérationnelle du processus.

3.2 Cartographie des processus

La cartographie d'un processus consiste à matérialiser sous forme d'un logigramme l'ensemble des moyens de production concourant à la réalisation des produits de l'entreprise. Il définit les différentes étapes et les variables caractéristiques qui le définissent (temps de cycle, limites de performances, spécifications qualité, etc...)

Elle doit servir à identifier, après analyse, les paramètres qui génèrent le plus de non-qualité, par l'analyse classique utilisant les outils ; histogrammes, Pareto, etc....

Jusqu'à ces dernières années, la cartographie servait à identifier les étapes et phases à non-valeur ajoutée afin de restructurer le processus pour qu'il soit le plus efficace possible.

Cela a amené grand nombre d'entreprises à réimplanter leurs processus en lignes de produits pour optimiser les temps et tendre les flux. Cette étape indispensable à l'élimination des valeurs non ajoutées a donné d'excellents résultats.

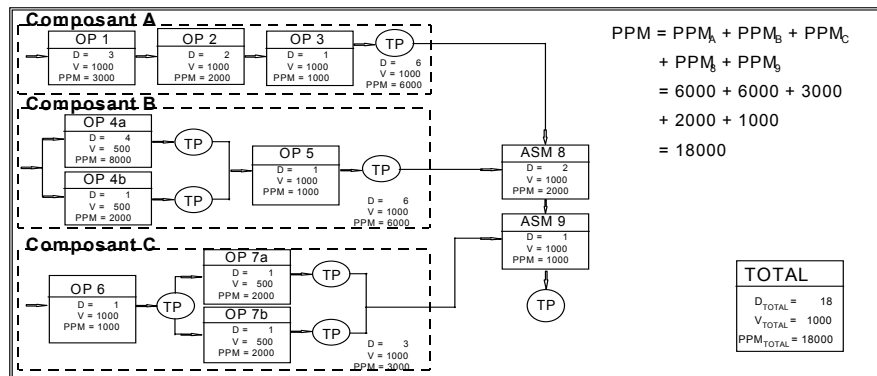
L'étape ultime consiste à maîtriser la variabilité des nouveaux processus mis en place. Il faut commencer par décrire le processus en vue d'identifier tous les paramètres qui le caractérisent. A partir de cette cartographie on peut mesurer précisément l'efficacité du processus en mesurant les pertes dues à la non-qualité produite en termes de ppm.

On peut également calculer un TRS (Taux de Rendement Synthétique) par opération en vue de connaître le comportement du processus installé.



Calculs des PPM

Opérations d'usinage avec des opérations d'assemblage



(TPx) = Point de Mesure OP = Opération, D = Défauts, V = Volume

Ce calcul est caractéristique d'un processus dédié.

Il est possible de faire un calcul global en réalisant cette démarche sur l'ensemble du processus de production en respectant les valeurs de sortie de chaque étape.

Il est important de prendre en compte le fait que le volume de pièces entrant dans le processus à la première étape, et servant au calcul, ne soit pas le même à chaque étape par le jeu des rebuts et retouches qu'il génère.

La cartographie n'est pas uniquement utilisée pour catégoriser les variables d'entrées et de sorties et leurs influences relatives, mais elle peut être utilisée pour alimenter d'autres méthodes d'analyse, comme les matrices de causes/effets, les AMDEC, les plans de surveillance, etc..

3.3 Méthodes et outils utilisés

La démarche 6 Sigma peut être facilitée par l'utilisation de moyens ou solutions informatiques suivants :

- les progiciels de cartographie des processus, (Mega Process, ProcessMap, Aris, Qualigramme, Process 2000, etc..) adaptés à l'analyse, qui mixent la puissance de la réalisation des graphiques de toutes sortes, comme VISIO 4 ou ABC Flowchart, et un tableur comme Excel ou Lotus 123,
- les logiciels d'analyse statistique (MINITAB™, LUMIERE, ..)
- des logiciels d'analyse de l'efficience des lignes de production (Scope, Cody, etc..)
- les AMDEC Process et Moyen (SKILL Software Pro)
- les méthodes de résolution de problèmes comme l'analyse P.M. de la TPM, permettant de rechercher l'explication de phénomènes hors spécification



4 La démarche 6 Sigma

La démarche 6 Sigma

Définir	Focalisation de toutes les énergies sur un problème clairement identifié par rapport aux clients
Mesurer	Focalisation du recueil d'informations sur les données les plus pertinentes
Analyser	Mise en évidence des informations cachées pour une analyse statistique des données
Innover et améliorer	Recherche et vérification des actions des plus efficaces
Contrôler	Surveillance et évaluation des résultats obtenus

5 Modalités d'intervention

5.1 Etape 1 : Définir le Projet

- **Objectif :**
 - Définir l'objet de l'étude, son périmètre, rechercher les données de référence et les valoriser
 - Traduire l'impact sur les clients en termes de clés
- **Résultats :**
 - Etablir la cartographie des processus
 - Identifier les acteurs impliqués dans le processus
- **Calendrier :**
 - Prévoir un déroulement de projet

5.2 Etape 3 : Décrire la situation actuelle

- **Objectif :**
 - Rechercher les données mesurables caractérisant le processus concerné (variables)
 - Mesurer le résultat existant
- **Résultats :**
 - Identifier les variables qui participent au processus
 - Identifier les écarts



- Comprendre le fonctionnement du processus
- Décrire précisément le problème

5.3 Etape 3 : Analyser les causes

- **Objectif :**
 - Déterminer les causes premières et les formalisées par des données mesurables
- **Résultats :**
 - Confirmer les dysfonctionnements
 - Faire partager l'état des lieux aux différents acteurs

5.4 Etape 4 : Mettre en place les solutions

- **Objectif :**
 - Elaborer, mettre en place les solutions et les valider
- **Résultats :**
 - Contrôler que les actions mises en œuvre réduisent les causes identifiées

5.5 Etape 5 : Evaluer les résultats

- **Objectif :**
 - Evaluer si les variables impliquées résolvent les problèmes rencontrés
- **Résultats :**
 - Analyser l'écart entre les données initiales et le résultat obtenu permettant de constater les améliorations
 - Calculer le nouvel écart-type

5.6 Etape 6 : Uniformisation

- **Objectifs :**
 - Etendre les résultats sur des processus identiques
- **Résultats :**
 - Accroître les gains
 - Standardiser les processus
 - Etendre la formation à la méthodologie
 - Mettre en place le PDCA (Plan, Do, Check, Act)

5.7 Etape 7 : Communiquer

- **Objectifs :**
 - Organiser le retour d'expérience et les faire partager à tous (interne, filiales)
- **Résultats :**
 - Formaliser les résultats
 - Les présenter
 - Donner les axes de déploiement sur les applications similaires



En fonction du sujet traité et du volume d'information disponible, il n'est pas indispensable d'utiliser tous les outils statistiques appris dans les formations des « BlackBelts » (nom attribué aux acteurs principaux chargés des études).

Pour la réussite d'une étude, les points suivants doivent être pris en compte :

- Les processus choisis doivent être stratégiques
- Les clients internes et externes doivent être identifiés
- Le périmètre de l'étude doit être décrit et les interfaces identifiés
- Il existe des variables mesurables (volumes, défauts, fréquence, durées, ..)
- Les gains sont démontrables en hard et soft savings.

Bibliographie : 6 Sigma Academy, Séminaires Jean-Paul Souris/IIR France