La stratégie de mise en œuvre de la méthode Shainin :

Le but de cette stratégie est de trouver les causes racines aussi vite et efficacement que possible. Elle propose donc de réduire les causes possibles par élimination de larges groupes de causes en une seule fois.

Cette stratégie est basée sur trois principes :

- **Le principe de PARETO** : Il y a toujours un petit nombre de causes responsables en très grande partie du problème et une myriade d'autres qui ont un effet mineur. La cause majeure de variation est appelée « Red X », la seconde « Pink X » représente les variables moins influentes mais qui restent tout de même importantes à maîtriser, la troisième « Pale Pink X » représente sont les variables qu'il est intéressant d'identifier mais dont l'importance est moindre par rapport aux deux autres catégories... La façon la plus efficiente de réduire la variation est de trouver et de contrôler le Red X.

- **Le principe de combinaison des causes indépendantes :** Lorsque des causes indépendantes sont combinées, la variance de la distribution résultante est la somme des variances des causes indépendantes (principe d'additivité des variances). Ainsi, la seule façon d'obtenir une amélioration majeure dans la réduction de variation du process est de trouver le Red X et de le contrôler.

- **Il n'y a pas de variation aléatoire :** Pour toute sortie Y d'un système, il y un nombre de facteurs d'entrée X qui affectent la variation. Avec des ressources suffisantes, le temps inclus, on pourrait trouver tous ces X. Mais rechercher tous ces paramètres serait du gaspillage car selon le principe de PARETO la découverte de toute la myriade de petites causes et le contrôle de celles-ci nous coûteraient plus qu'ils nous rapporteraient.

Afin d'identifier le Red X la méthode Shainin propose six phases :

- Définir le problème
- Etablir un système de mesure adapté
- Générer des indices
- Isoler le Red X
- Etablir une cible et des tolérances
- Implémenter la maîtrise statistique des procédés

Pour chaque phase, un enchaînement d'outils est proposé. Ces outils se veulent statistiquement rigoureux, simples et requièrent de petites tailles d'échantillons. Les outils les plus importants de Shainin :

- Graphiques Multi-Vari
- Remplacement de composants
- Comparaisons par paires
- Recherche de paramètres

- Expériences factorielles complètes
- B vs C ("meilleur versus actuel")
- Optimisation des processus et des produits

Les six phases de Shainin

Définir le problème :

La première étape est de définir le problème en terme de caractéristique spécifique importante. Il faut donc relier le problème qui peut être un défaut spécifique à éliminer ou une caractéristique à améliorer ou bien le relier à une caractéristique spécifique mesurable.

Outil proposé :

L'arbre de définition du problème

Part de la description de l'état du problème par la management (ex : trop de rebut, coût trop élevé) pour aboutir à l'identification et à la mesure de la caractéristique spécifique de Y qui est la réponse d'un système. Cet arbre se termine par un graphe représentant la distribution actuelle et la distribution désirée du Y.

Etablir un système de mesure adapté :

Cette étape est essentielle pour la résolution de problème technique car c'est sur la sortie de ce système que vont se baser toutes les conclusions : a-t-on amélioré ou détérioré le Y ?

Quatre indicateurs doivent être vérifiés : la justesse, la précision, le biais et le discriminant. Le discriminant est la capacité à différencier la mesure d'une pièce d'une autre. C'est le ratio de la variabilité produit et de l'erreur de mesure (manque de précision). Le discriminant est l'élément critique de la résolution de problème technique car la variation de l'instrument de mesure ne doit pas masquer la variation des produits !

Outil proposé :

Isoplot

Il permet de séparer la variation du produit et l'erreur de mesure et ainsi de déterminer le discriminant.

Générer des indices :

Cette étape constitue l'originalité du Système SHAININ, le cœur de cette stratégie de résolution de problèmes. Contrairement à la plupart des méthodes de résolution de problèmes, la recherche de causes ne commence pas par un brainstorming : il faut « faire parler les produits » pour générer des indices et non se baser sur des intuitions. Shainin réfute toute méthode subjective comme le brainstorming ou le diagramme en arêtes de poisson.

Deux éléments critiques composent donc cette phase :

- L'élimination des causes potentielles par collecte de données bien planifiée : utilisation des outils de génération d'indices : Diagramme Multi-vari, Diagramme de concentration de défauts, Comparaison par paires, Recherche par inversion de composants et Recherche Produit/Process.

- L'interprétation des indices par les experts : leur compréhension du process permet de pointer plus rapidement le Red X. Lorsque l'on a atteint un nombre gérable de causes potentielles, on peut passer à l'étape suivante qui consiste à isoler le Red X.

Outils proposés :

Le Diagramme Multi-Vari permet de déterminer, par des prélèvements successifs de pièces dans le process, quelle est la plus grande famille de variation. On peut alors éliminer toutes les causes qui ne concordent pas avec cette famille. Les familles peuvent être de trois types : « inter unité », « intra unité » et temporelle.

Le diagramme de concentrations de défauts permet d'étudier la famille de variation « intra unité » plus en détail. Cet outil propose d'établir un schéma de localisation des défauts afin d'apporter des indices.

La Comparaison par paires permet d'étudier la famille de variation « inter unité » plus en détail. Des paires de pièces, une bonne et une mauvaise proches dans le process, sont analysées afin d'identifier les différences constantes entre la bonne et la mauvaise pièce de chaque paire qui constitueront alors de précieux indices. Ce test est constitué de 5 étapes :

- Étape 1 : Sélectionner un produit bon (B) et un produit mauvais (M) si possible fabriqués dans les mêmes conditions et en même temps et qui sont le plus éloignés possible.
- Étape 2 : Observer toutes les différences entre ces deux unités B et M. Les différences peuvent être visuelles, dimensionnelles, électriques, mécaniques, chimiques… Surtout ne pas s'arrêter à la première différence constatée, mais faire un investigation complète en utilisant toutes les techniques (visuel, rayons X, microscope, test de destruction...) •
- Étape 3 : Observer une seconde paire B et M. Observer toutes les différences entre ces deux unités comme dans l'étape 2.
- Étape 4 : Continuer l'observation sur d'autres paires jusqu'à ce que ressorte une typologie de défauts répétitifs.
- Étape 5 : Négliger les observations qui montrent des directions contraires parmi les paires. Habituellement à la 5 ou 6eme paire, de fortes présomptions apparaissent sur les X coupables du défaut. Valider statistiquement la signification du test par un test de comparaison de fréquence.

La Recherche par inversion de composants permet d'étudier la famille de variation « inter unité » plus en détail lorsque les produits sont démontables. Le principe est de permuter les composants entre un produit très bon et un très mauvais jusqu'à ce que leurs Y s'inversent : le ou les composants à l'origine du problème sont alors démasqués.

Pour une plus grande efficacité, on fait les inversions en commençant par le composant le plus suspect.

- Si le M reste le M et le B reste le B, le composant échangé n'intervient pas.
- Si le M devient le B, et le B le M, le composant échangé et le principal responsable du défaut, on peut arrêter les échanges.
- S'il y a un échange partiel entre le composant M et B, le composant échangé n'est pas le seul responsable du défaut, il y a interaction avec un autre composant, ou un cumul de deux effets il faut continuer l'échange.
- À chaque démontage remontage, on remet les pièces préalablement échangées dans leurs produits originaux pour s'assurer que les conditions initiales restent les mêmes

La Recherche Produit/Process est une comparaison par paires sur toutes les caractéristiques du produit et du process.

Isoler le Red X :

Pour identifier le Red X qui peut être une interaction, un plan d'expérience doit être utilisé.

Trois cas peuvent se présenter :

- Le nombre de causes suspectes est supérieur ou égal à 5 : Shainin propose d'utiliser sa propre version de plans d'expériences : Recherche par inversion de variables.

- Le nombre de causes suspectes est compris entre 2 et 4 : un plan complet peut être conduit.

- Une seule cause suspecte découle de la phase précédente : l'outil B versus CSM (Better versus Current) peut être directement utilisé.

Outils proposés :

La Recherche par inversion de variables est analogue à Recherche par inversion de composants sauf qu'à la place de paires de bons et mauvais composants se sont deux niveaux de chaque variable suspecte, un a priori meilleur et l'autre a priori pire, qui vont être permutés. Recherche par inversion de variables est l'outil SHAININ le plus critiqué. En effet, si on compare cet outil avec les plans fractionnaires, son unique avantage est la première étape où l'on s'assure que le Red X est effectivement capturé en répliquant en plus les essais. Mais de nombreuses critiques négatives peuvent être établies. Il est préférable d'utiliser des plans fractionnaires.

Le Plan complet consiste à réaliser toutes les combinaisons des niveaux des facteurs suspects. C'est évidemment le plus précis des plans mais aussi le plus coûteux.

B versus CSM est un test non paramétrique utilisé pour confirmer que le nouveau niveau B donne de meilleurs résultats que l'ancien niveau C.

Rank Order ANOVASM est une analyse de la variance non paramétrique proposée par Shainin pour déterminer lesquels des effets ou interactions sont significatifs.

Etablir une cible et des tolérances :

Pour Shainin, les tolérances doivent être établies avec preuves pour être correctes soit par validation statistique, soit par des tests empiriques. Tout effort dépensé pour réduire la variation d'un process avec des tolérances incorrectes est complètement du gaspillage. En fait, selon Shainin, le véritable travail d'un professionnel de la Qualité est d'assurer que les tolérances sont correctes et que tous les produits ou services sont à l'intérieur de ces tolérances. Tous les Red X doivent avoir des tolérances. Par contre, fixer des tolérances sur des variables non influentes augmentera le coût du travail et rendra ainsi l'entreprise moins compétitive sans améliorer la qualité.

Outils proposés :

Le Parallélogramme des tolérances permet d'établir la cible et les tolérances pour le Red X en fonction des spécifications sur le Y lorsqu'il n'y a pas d'interaction entre le Red X et une autre variable.

Les outils de Méthodologie de Surface de Réponse servent à optimiser la réponse dans le cas où il y a des interactions importantes à prendre en compte (ex : le Red X est une interaction).

Implémenter la maîtrise statistique des procédés

Il faut ensuite veiller au maintien du Red X sur sa cible. Si cette maîtrise du Red X ne peut être réalisée par une action irréversible alors un plan de contrôle statistique des procédés est requis.

Outils proposés :

La Certification de process permet de contrôler périodiquement que tous les paramètres process listés comme importants sont bien maîtrisés.

La Certification des opérateurs permet d'attester que tel opérateur est formé pour tel process et de suivre l'avancement ou le renouvellement de ses formations.

Le Positrol– contraction de POSItive conTROL – est un plan de surveillance basé sur le QQOQCP (Qui Quoi Où Quand Comment Pourquoi).

La carte Precontrol : Elle n'a pas pour but de détecter qu'un processus devient hors contrôle, mais de garantir la conformité aux spécifications. En ce sens, ces cartes ne répondent pas au

même objet, et, bien que plus simples d'utilisation, elles ne peuvent pas garantir le même niveau de capabilité que les cartes de contrôle traditionnelles. Outre l'aspect calcul des limites, les cartes de Shainin offrent cet avantage qu'elles sont simples d'utilisation pour les opérateurs.

Le principe en est de partager la tolérance par deux afin de définir trois zones :

• la zone verte (la moitié de la tolérance)

• la zone orange (les deux quarts extérieurs de la tolérance)

• la zone rouge (hors tolérance).

Les trois zones sont dessinées par rapport aux tolérances et des règles simples indiquent à l'opérateur quand et combien de pièces il doit prélever et s'il doit régler ou non. Mais cette carte ne doit être utilisée seulement si la capabilité court terme est excellente.

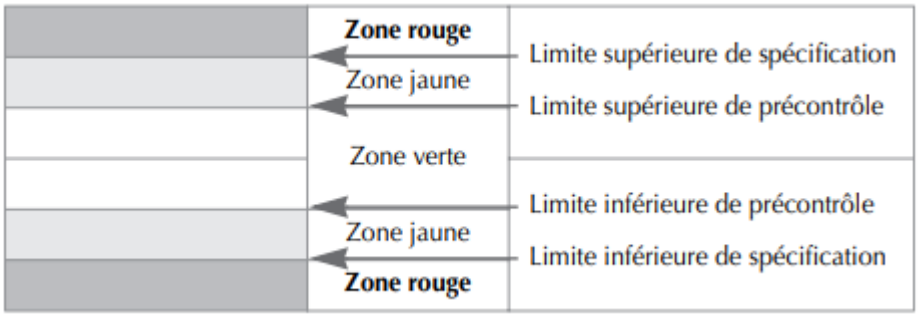
On prélève cinq pièces en début de production. Pour que le réglage soit accepté, les cinq pièces doivent se situer dans la zone verte. Après ce réglage initial, on réalise un suivi de la production en prélevant deux

Pièces consécutives. Tant que les deux pièces se situent dans la zone verte, on continue la production. Si les deux pièces sont dans la zone orange ou si deux fois de suite une pièce se trouve dans la zone orange, on règle le procédé.

Le pilotage se résume par l'application des quatre règles suivantes :

Règle 1

Diviser la spécification en 4 ; la zone située dans la moitié de la spécification est appelée zone verte. Les limites sont appelées lignes de precontrol. Les deux zones situées de chaque côté des lignes de precontrol sont appelées zone jaune.



Règle 2

Pour déterminer si le processus est fiable, prendre cinq pièces consécutives issues du processus. Si toutes les cinq sont dans la zone verte, conclure à ce moment que le process est sous

contrôle. La production peut alors commencer. Si une pièce tombe en dehors de la zone verte, le procédé est hors contrôle. Pour déterminer la cause de la dispersion, il faut alors mener une investigation.

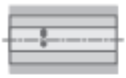
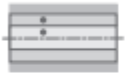
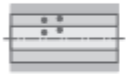
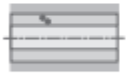
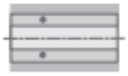
Règle 3

Une fois que la production est démarrée, prendre deux pièces consécutives de façon périodique. Lorsque le process a été stoppé, recommencer l'étape 2 de validation de la capabilité.

Règle 4

La fréquence de prélèvement est déterminée en divisant le temps moyen entre deux interventions par six.

On récapitule dans le tableau suivant les règles de pilotage à appliquer

N°	Schéma	Description	Action
1		Les deux pièces sont dans la zone verte	Continuer la production
2		Une pièce est dans la zone verte, une autre dans la zone jaune	Continuer la production
3		Sur deux prélèvements consécutifs, on trouve une pièce dans la zone jaune	Régler le procédé
4		Si les 2 unités sont dans la même zone jaune	Régler le procédé
5		Si les 2 unités sont dans des zones jaunes différentes	Arrêter le procédé et conduire une investigation sur la cause de la dispersion
6		Si une pièce est dans la zone rouge	Un produit défectueux est connu, il faut arrêter le process pour en trouver la cause

Ces cartes sont très simples à utiliser, mais il faut faire très attention dans leur emploi. On fait l'hypothèse dans ces cartes que la capabilité court terme est bonne. Il est assez facile de démontrer que la méthode ne donne une bonne production que si la capabilité court terme est supérieure à 2.

Dans les cas où la capabilité court terme est inférieure à deux, il faut proscrire cette méthode si l'on veut garantir la conformité de la procédure.