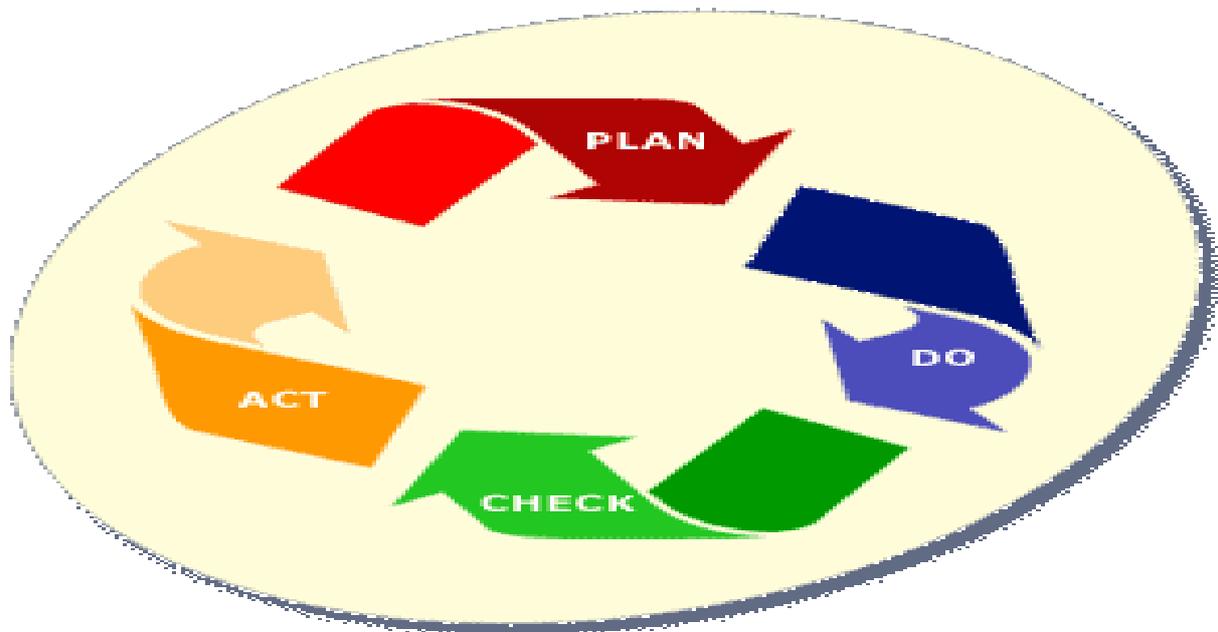


## et les cartes de contrôle



demandé par : Houda EL AOUFIR

réalisé par : Faissal JAIBAR

année universitaire 2010-2011

# Plan

## Introduction

### I-Première partie : la maitrise statistique de procédés

- 1- l'histoire de la maitrise statistique de procédés
- 2- Définition de la maitrise statistique des procédés
- 3- Les avantages de la méthode maîtrise statistique des procédés
- 4- Les objectifs de la Maitrise Statistique des procédés
- 5- La MSP et le processus de production

### II-Deuxième partie : les cartes de contrôle

- 1- Définition des cartes de contrôle
- 2- Etapes de la mise en œuvre des cartes
- 3- Les types des cartes de contrôle
- 4-  et cartes de contrôle
- 5- Exemple de carte de contrôle

## conclusion

Les grandes écoles, depuis de nombreuses années, forment les futurs ingénieurs et cadres aux méthodes statistiques. Bien que tout le monde n'ait pas l'occasion de les pratiquer, chacun sait que les méthodes statistiques aident à résoudre de nombreux problèmes techniques dans la recherche et dans l'industrie. En revanche, les décideurs ignorent souvent qu'elles permettent de réduire les plages d'incertitude, notamment dans le commerce, la finance et l'administration. C'est pourquoi nous allons présenter ici des méthodes destinées particulièrement aux prévisions et aux décisions. Ce ne sont pas des méthodes bien nouvelles : elles sont utilisées depuis cinquante ans sous le titre "MSP" (Maîtrise Statistique des Processus) ou en anglais "SPC" (Statistical Process Control). Mais comme elles sont utilisées presque uniquement par des ingénieurs qui travaillent dans le domaine de la qualité, on a tendance à croire qu'elles ne s'appliquent pas dans les autres domaines, ce qui est manifestement faux. Nous verrons en outre qu'elles ne peuvent donner de bons résultats que si elles s'accompagnent d'un certain état d'esprit nommé "sens des variations".

Il est utile, pour commencer, de situer la MSP dans l'ensemble des méthodes statistiques. Distinguons tout d'abord deux grandes catégories d'études statistiques : les études *énumératives*, ayant pour but de décrire les caractéristiques d'une population finie, et les études *analytiques*, ayant pour but d'améliorer un processus. Les études démographiques, par exemple, appartiennent à la première catégorie ; les études de mise au point d'un produit dans un laboratoire appartiennent à la seconde. Nous ne nous attarderons pas sur la statistique énumérative, si importante qu'elle soit, car notre problème se rattache entièrement à la statistique analytique; mais il faut remarquer dès maintenant que la notion de population, essentielle dans une étude énumérative, est mineure dans une étude analytique, où les notions de système et de processus sont prédominantes. Cette différence est rarement signalée dans les cours de statistiques.

## **1-L'histoire de la maitrise statistique des procédés**

Un autre courant de la pensée statistique est apparu à la même époque et dans les mêmes conditions. Son inventeur est Walter Shewhart, un chercheur américain qui travaillait aux Bell Telephone Laboratories à New-York. En 1924, la direction technique de cette société avait formé un département d'assurance qualité dont le but était d'optimiser la production de l'usine tout en satisfaisant les besoins des clients (ce qui était novateur, à l'époque !). Aucune autre société au monde n'avait un département de ce genre. Tous ses membres étaient de jeunes docteurs ès sciences issus des meilleures universités. Shewhart fut chargé d'étudier le problème de l'utilisation de séries de données pour améliorer les processus de production.

Publiées en 1931, les conclusions de l'étude de Shewhart sont à l'origine de la MSP, et plus généralement de la théorie des variations. La MSP est fondée sur un nouveau concept, celui de l'état stable. Il est indispensable de bien connaître ce concept pour utiliser correctement la méthode.

## 2- Définition de la maîtrise statistique des procédés

### QU'EST-CE-QUE LA MSP ?

**MSP** = ensemble actions pour évaluer, régler et maintenir processus de production en état de fabriquer produits conformes aux spécifications et avec caractéristiques stables dans le temps.

**MSP** = suite analyses qui comprennent : réflexion sur processus, caractéristiques significatives de ce processus, du produit, des tolérances nécessaires ; validation outil de production et de son aptitude à fournir ce que l'on attend de lui et enfin mise en place de cartes de contrôle.

**MSP** = méthode préventive qui vise à amener processus au niveau de qualité requis et à l'y maintenir grâce à système de surveillance qui permet de réagir rapidement et efficacement à toute dérive. Méthode basées + particulièrement sur statistiques.

**REMARQUE** : "Statistical Processus Control (SPC)" ≡ Maîtrise Statistique des Procédés

Généralement cette discipline utilise un certain nombre de techniques telles le contrôle de réception, les plans d'expérience, les techniques de régression, la capacité et bien sûr les cartes de contrôle

### **3-les avantages de la méthode maîtrise statistique des procédés**

l'utilisation de cette méthode Maitrise Statistique des procédés permet :

- a)- anticiper les problèmes
- b)- réagir rapidement en cas d'apparition d'anomalies avant que celles-ci n'empirent
- c)- éviter le sous ou le sur contrôle, uniquement réagir quand il le faut
- d)- améliorer la production et la productivité
  - par la constance des caractéristiques de produit
  - par la diminution des coûts ( moins de rebuts, moins de retouches et rationalisation des plans de contrôle
- e) les effets induits :
  - indication sur les causes des problèmes, un opérateur familier peut découvrir facilement les causes des dérives
  - amélioration de la démarche de résolution de problèmes de qualité en production
  - maîtrise des procédures, des produits et des procédés. Ceci permet au responsable de production d'avoir un sentiment de sécurité avant la livraison
  - amélioration des échanges avec les donneurs d'ordre. L'opérateur retrouve sa place dans la prise de décisions liées à l'utilisation de son outil de travail quotidien
  - amélioration de l'image de l'entreprise vis-à-vis des auditeurs des clients potentiels qui constatent que l'entreprise dispose d'une méthode de gestion de qualité fiable

## 4-les objectifs de la Maitrise Statistique des procédés

Maîtrise statistique des procédés MSP est une méthode simple de maitrise de la production basée sur l'analyse statistique. Elle peut être utilisée à différentes étapes du procédé (production, livraison ...) pour analyser ses variations avec comme objectifs réduire et maîtriser les variations .

*"Maîtriser les variations aux différentes étapes du procédé, c'est garantir une qualité constante du produit final"*

On peut tenter de maîtriser le procédé avec une approche empirique, c'est d'ailleurs ce que font de très nombreuses sociétés, mais la méthode MPS reste la plus efficace. Elle met à la disposition de l'entreprise des moyens potentiels pour suivre le procédé et pour intervenir à temps afin de limiter la variabilité et d'en corriger les causes.

Actuellement, cette méthode MPS est utilisée dans de nombreux pays par diverses industries de production. Elle est devenue un outil de compétitivité sans équivalent et qui vise à :

- Garantir une même qualité du produit
- Assurer la stabilité dans le temps
- Satisfaire au mieux les exigences du client

## 5- la Maitrise Statistique des Procédés et le processus de production

Avant d'entamer cette partie je vois qu'il est utile de définir le processus, généralement le processus désigne "l'ensemble moyens et activités liées qui transforment éléments entrants en éléments sortants" (norme ISO 8402).

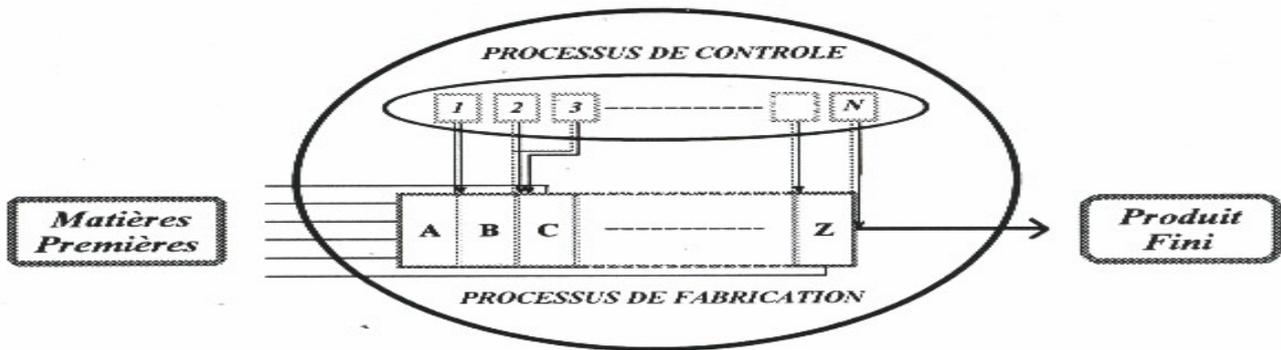
maintenant on dit que le processus de fabrication puisse comporter plusieurs étapes depuis matières premières jusqu'à produit fini allant chez client externe, en sus on peut surajouter que chaque étape se conçoit un processus avec interfaces fournisseur-client.

D'ailleurs Le contrôle en cours de production a pour but d'obtenir une production stable avec un minimum de produits non conformes aux spécifications. Le contrôle de la qualité est 'dynamique' : il ne s'intéresse pas au résultat isolé et instantané, mais au suivi dans le temps : il ne suffit pas qu'une pièce soit dans les limites des spécifications, il faut aussi surveiller la répartition chronologique des pièces à l'intérieur des intervalles de tolérances. La maîtrise statistique des procédés a pour objet une qualité accrue par l'utilisation d'outils statistiques visant à une production centrée et la moins dispersée possible. Enfin on peut admettre cette équation.

**PROCESSUS DE PRODUCTION = Ensemble processus de fabrication +  
Processus de contrôle**

**Remarque** : notion de processus de fabrication non limitée à transformation de matières ou d'objets. Processus de formation = processus de fabrication (acquisition des connaissances) + processus de contrôle (évaluations, tests).

## PROCESSUS DE PRODUCTION

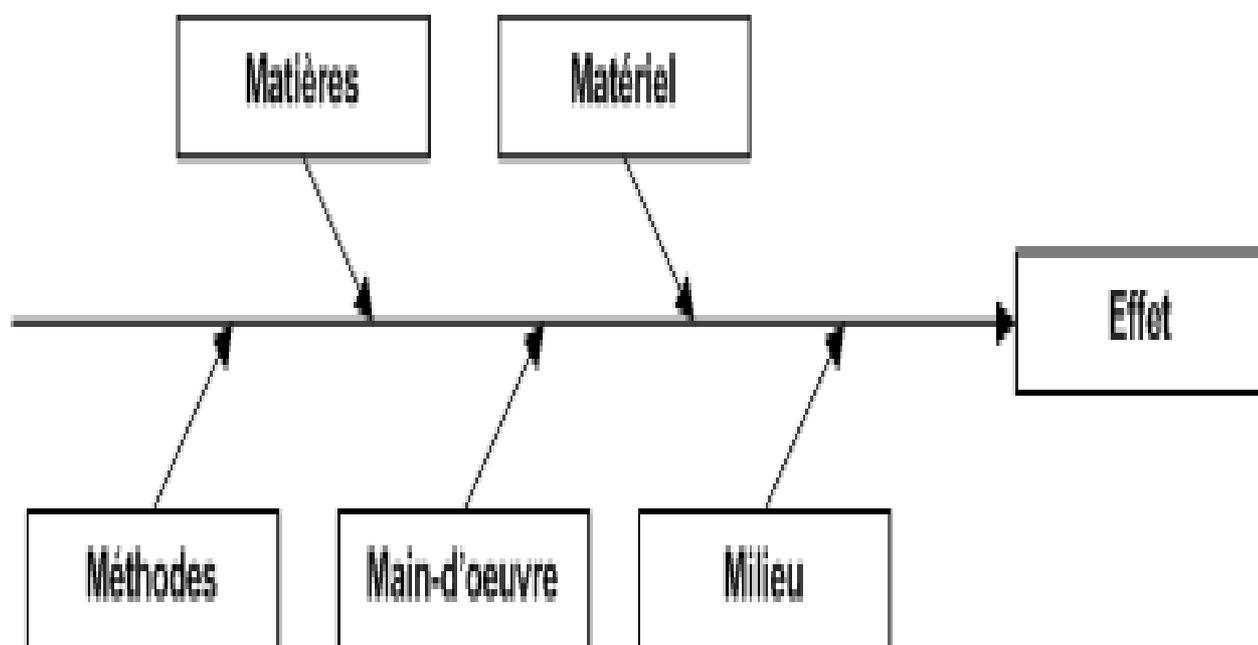


Toutefois, tous les procédés, quels qu'ils soient, sont incapables de produire toujours exactement le même produit. Lorsqu'on contrôle une des caractéristiques d'un produit, on observe une dispersion des valeurs mesurées autour de la valeur cible. Cette variabilité (dispersion) est incontournable et parfois il faut vivre avec.

Il existe une variation dite naturelle au procédé qui fait que la qualité varie : c'est la variation normale. cette variation se répercute sur la qualité du produit mais dans des proportions acceptables. elle reste à l'intérieur des limites naturelles du procédé ( exemple : variation due à l'usure régulière de l'outil). Elle est inhérente au procédé et est souvent difficile à réduire sans toucher au procédé lui-même

A coté de cette variation naturelle, il existe un autre type de variation lié à des causes spéciales qui vient s'ajouter à la variation naturelle : c'est la variation anormale . cette dernière pousse les paramètres du procédé à sortir des limites de contrôle. Pour revenir à l'intérieur des limites, le procédé attend que les causes spéciales soient analysées pour être corrigés.

les causes probables pour cette variation anormale sont : Machine, Main d'œuvre, Matériau, Milieu et Méthode (les 5 M)



La deuxième  
partie:  
*les cartes de  
contrôle*

## 1-Définition

Une carte de contrôle est un outil permettant de déterminer le moment où apparaît une cause assignable entraînant une dérive du processus de fabrication. Ainsi, le processus sera arrêté au bon moment, c'est-à-dire avant qu'il ne produise des pièces non conformes (hors de l'intervalle de tolérance).

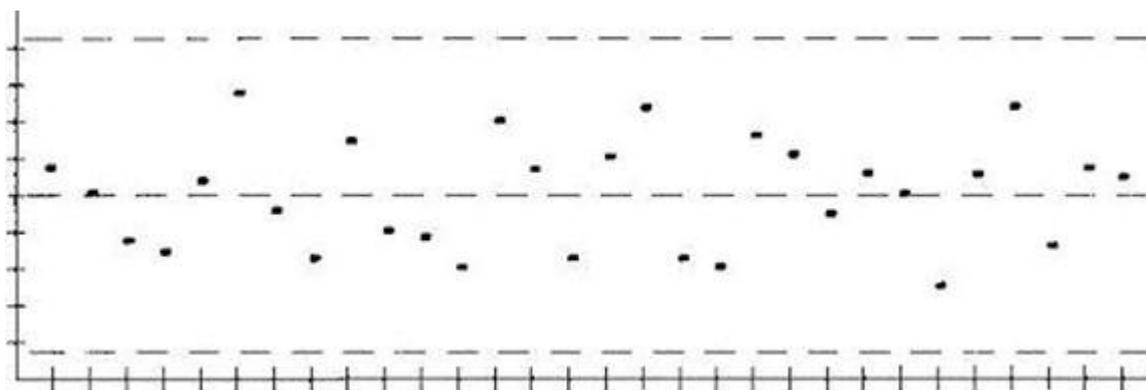
Le créateur de la carte de contrôle est qui travailla au Bell Telephone Laboratory de la Western Electric. Shewhart publia en 1931 les principes de la variabilité d'un procédé en distinguant la variabilité aléatoire naturelle et la variabilité accidentelle. La variabilité naturelle est issue de 'causes communes de dispersion' ou 'perturbations normales' intégrées dans le processus de fabrication 'sous contrôle'. La variabilité accidentelle est due à des 'causes spéciales' occasionnelles et incontrôlées (matières premières aux caractéristiques fluctuantes, machines mal réglées, horaires de travail différents, qualification de la main-d'œuvre, changements de température ou de pression, mauvaise lubrification ...). La MSP a pour mission de déterminer si le processus est sous contrôle ou non. Une analyse plus détaillée des causes des variations permettra d'améliorer ses performances et sa régularité. Les cartes de contrôle sont un outil graphique de visualisation du processus de fabrication dans le temps et de mise en évidence de sa stabilité (surveillance des causes spéciales).

Elle permet d'effectuer un réglage opportun du procédé de fabrication et de connaître sa . Cet outil se présente comme un graphique dont les points représentent le suivi dans le temps d'une caractéristique du processus dont la valeur centrale (souvent la moyenne) est représentée par une ligne horizontale ainsi que la limite de contrôle inférieure(  $L_{ci}$ ), et la limite de contrôle supérieure ( $L_{cs}$ ).

Ces deux valeurs sont les limites à l'intérieur desquelles le processus est sous contrôle. Les valeurs de la caractéristique contrôlée doivent se trouver à

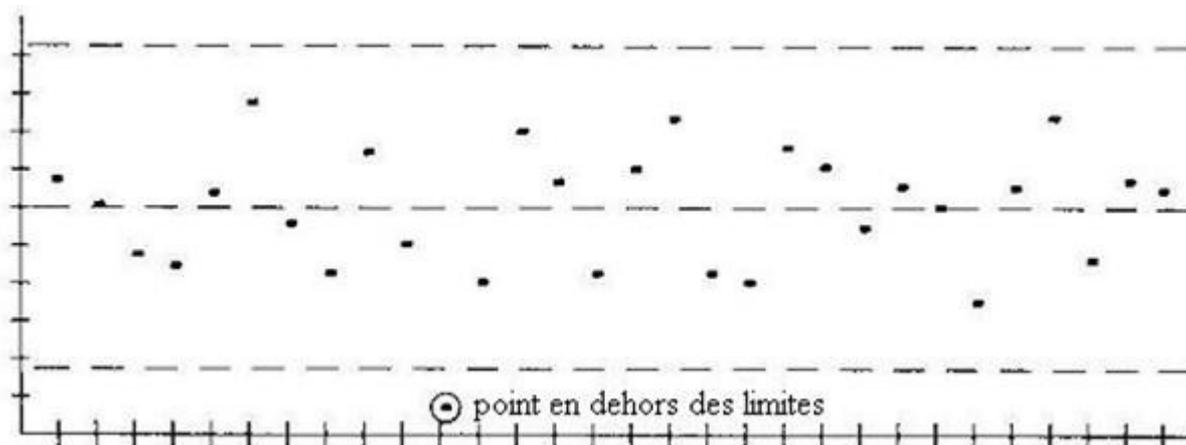
l'intérieur de ces limites, sinon ces valeurs sont 'hors contrôle' et doivent être examinées.

### **Exemple 1**



Dans cette carte de contrôle, les points sont distribués de façon à peu près symétrique de part et d'autre de la tendance centrale. Aucun point n'est en dehors des limites et il n'y a pas de successions de points qui pourrait indiquer la présence de cause assignables

### **exemple 2**



Sur cette carte de contrôle est représentée un point en dehors des limites

## 2-Etapes de la mise en œuvre des cartes

- Choix des caractéristiques à suivre
- Choix du type de contrôle (par mesures ou par attributs)
- Choix du type de carte (en fonction de la rapidité du dérèglement)
- Choix de l'échantillonnage (détermination de l'effectif et de la fréquence d'échantillonnage)
- Étude préliminaire du processus (détermination des paramètres de la caractéristique suivie)
- Établissement des règles de décision

## 3-Les types des cartes de contrôle

on peut subdiviser les cartes de contrôles en deux :

- Carte de contrôle aux attributs
- Carte de contrôle aux mesures

### ◦ Carte de contrôle aux mesures

je vais commencer par Les cartes de contrôle aux mesures qui s'appliquent à des valeurs continues telles que le poids, le volume, la puissance consommée, le dosage, la résistance thermique...ect. Leur utilité est grande surtout par rapport aux cartes de contrôle aux attributs, car une valeur mesurée est plus riche d'information que le simple constat bon ou mauvais.

L'établissement d'une carte de contrôle aux mesures est fondé :

- a) Sur l'hypothèse que la distribution des valeurs suit une loi connue (normale ou autres)
- b) Sur les propriétés des échantillons

La mise en place de ce type de carte s'effectue en deux phases distinctes :

- c) Une phase de préparation
- d) Une phase de mise en place

### ◦ Carte de contrôle aux attributs

Les attributs sont des données fondées sur deux valeurs seulement (conforme/non conforme, succès/échec, passe/ne passe pas).

La technique des cartes de contrôle aux attributs, avec le même type de calcul des limites que les cartes aux mesures, est intéressante car elle permet de suivre les progrès réalisés en cours de production.

Par contre les cartes aux attributs ne donnent pas d'avertissement, en cas de changement dans le procédé, avant la production d'un nombre accru de non conformes.

De plus, pour obtenir une image significative de la production, des échantillons de grande taille sont nécessaires.

Il faut distinguer les produits non-conformes qui, soit ne respectent pas les spécifications techniques, soit présentent des défauts tellement graves qui sont rebutés, et d'autre part les non-conformités qui sont des défauts ( apparences, rayures... ) qui n'entraînent pas automatiquement la mise au rebut mais sont décomptés pour donner une mesure de la qualité de la production.

### Cartes pour variables quantitatives

Les variables quantitatives sont des mesures continues (poids, longueur, épaisseur, température, diamètre..). On vérifie sur la carte de contrôle de la moyenne (mean chart) ou sur la carte d'étendue (range chart) que le caractère étudié sera stable dans le temps. La taille de l'échantillon est de 4 à 6.

## Cartes pour variables qualitatives

Pour mesurer des variables qualitatives (% de défectueux,% de pannes...), on se sert de cartes aux attributs p, np ou c pour contrôler les attributs dans le temps. La taille d'échantillon est de l'ordre de 50 à 100.

### 4- et carte de contrôle

Le créateur de la carte de contrôle est Walter A. Shewhart qui travailla au (Bell Aircraft Corporation est un constructeur aéronautique américain fondé le 10 juillet 1935. Après avoir construit...) Telephone Laboratory de la Western Electric. Shewart publia en 1931 les principes de la variabilité d'un procédé en distinguant la variabilité aléatoire naturelle et la variabilité accidentelle. la variabilité naturelle est issue de 'causes communes de dispersion' ou 'perturbations normales' intégrées dans le processus de fabrication 'sous contrôle'. La variabilité accidentelle est due à des 'causes spéciales' occasionnelles et incontrôlées (matières premières aux caractéristiques fluctuantes, machines mal réglées, horaires de travail différents, qualification de la main-d'œuvre, changements de (La température d'un système est une fonction croissante du degré d'agitation thermique des particules, c'est-à-dire de...) ou de (La pression est la force exercée sur une surface donnée.), mauvaise lubrification ...). La maîtrise statistique des procédés a pour mission de déterminer si le processus est sous contrôle ou non. Une analyse plus détaillée des causes des variations permettra d'améliorer ses performances et sa régularité. Les cartes de contrôle sont un outil graphique de visualisation du processus de fabrication dans le (Le temps est un concept développé pour représenter la variation du monde : l'Univers n'est jamais figé, les...) et de mise en évidence de sa stabilité (surveillance des causes spéciales).

## **4- Exemple d'une carte de contrôle**

### **le principe de la carte de contrôle de Shewhart**

A intervalles réguliers, on prélève dans la production des échantillons de taille fixe. La tendance centrale et la dispersion de ces échantillons sont reportées sur des cartes prédéfinies (cartes de contrôle) où l'on examine la proximité des points par rapport à des cibles. Si de la succession de ces points émerge une structure non aléatoire, ou si un point se trouve à l'extérieur de lignes prédéfinies, on considère que le processus est hors contrôle et qu'une action corrective doit être menée.

CHOIX D'UNE CARACTÉRISTIQUE REPRÉSENTATIVE DU PROCESSUS



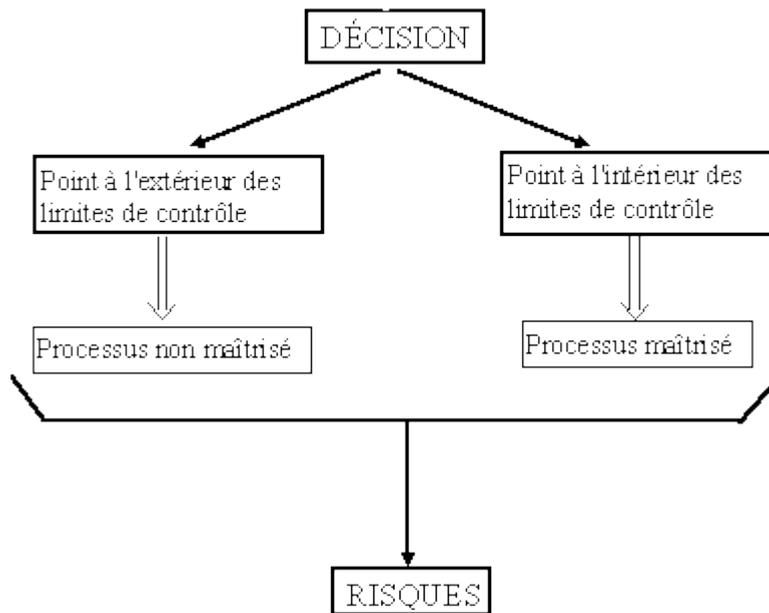
PRÉLÈVEMENT D'ÉCHANTILLONS



T = STATISTIQUE D'ÉCHANTILLON  
(T = moyenne, écart-type, étendue...)

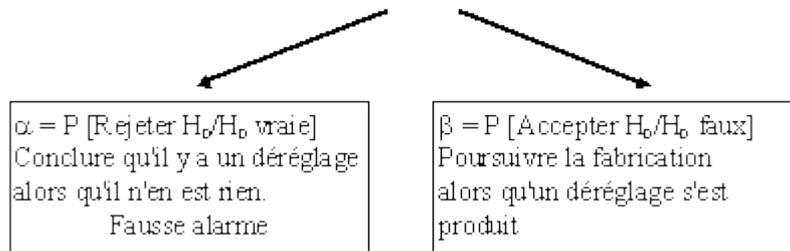


REPRÉSENTATION GRAPHIQUE



La décision d'arrêt ou de poursuite de la fabrication est basée sur un test

$H_0$  = "la machine est bien réglée"



conclusion

Pour une efficacité maximale des cartes de contrôle, il est indispensable que les actions sur le procédé soient dictées par les cartes. Le pilotage du procédé par des cartes doit se substituer et non pas s'ajouter aux méthodes empiriques de pilotage.

De nombreuses entreprises confondent la maîtrise statistique des procédés et les cartes de contrôle. Les cartes de contrôle ne sont qu'un outil pour atteindre l'objectif de mise sous contrôle du procédé, de maîtrise des sources de variabilités pour avoir une meilleure qualité à un meilleur prix. La mise en place d'une carte de contrôle doit s'inscrire dans une démarche continue.

Webographie :

[http://fr.wikipedia.org/wiki/Carte\\_de\\_contr%C3%B4le](http://fr.wikipedia.org/wiki/Carte_de_contr%C3%B4le)

<http://www.iutbayonne.univ-pau.fr/~grau/STID/cadremsp.html>

## Bibliographie

Management de l'entreprise ; Alain Derray, Alain Lusseault, 2008 ellipses

Shingo, Le système Poka Yoké, zéro défaut = zéro contrôle, édition d'Organisation  
1987