

Le tolérancement Inertiel, l'outil innovant pour GAGNER EN PRODUCTIVITE

Le tolérancement est un sujet incontournable qui détermine la qualité et la fiabilité de tout ensemble fabriqué. Le problème général consiste à concilier deux préoccupations antagonistes :

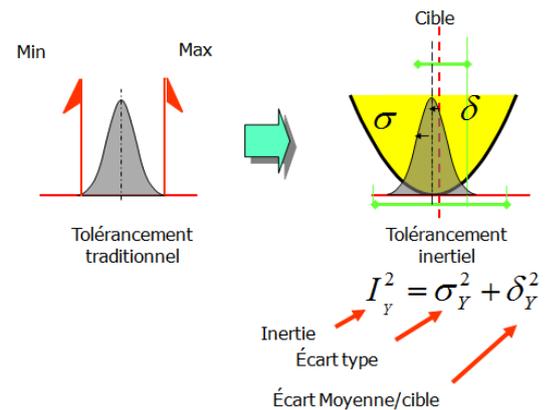
- assurer un niveau de qualité optimal pour toute fonctionnalité vendue au client ,
- fixer les tolérances de chaque composant le plus largement possible pour diminuer les coûts de production.

Traditionnellement, une caractéristique est considérée comme conforme lorsque qu'elle est comprise dans l'intervalle de tolérances. Ce tolérancement « au pire des cas » est utilisé car il garantit l'assemblage dans toutes les situations même s'il est réalisé au détriment du coût.

L'analyse du système traditionnel a permis de mettre en évidence trois incohérences : fonctionnelle, de conformité, économique.

Les travaux de recherche ont étudié les différentes approches de tolérancement : traditionnel « au pire de cas », « statistique quadratique » et ont fait émerger la théorie du tolérancement inertiel.

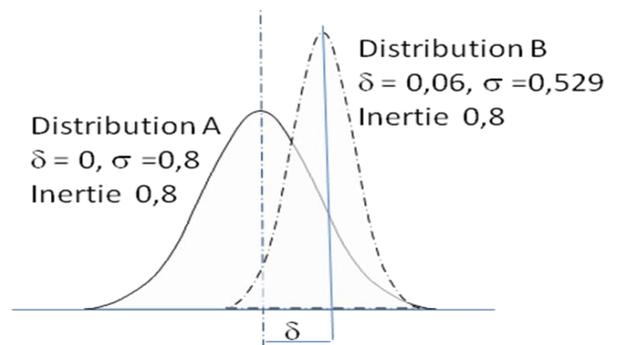
La méthode Inertielle révolutionne la notion de conformité en permettant de garantir la qualité et la fiabilité d'un assemblage à moindre coût. Sans variabilité du processus de fabrication, il n'y aurait pas de non-qualité et le résultat serait la cible. Le tolérancement discontinu classique est remplacé par une grandeur continue appelée **Inertie** qui mesure la perte par rapport à cette cible conformément au graphique ci-contre.



L'Inertie est le paramètre de population décrit comme un nombre positif combinant l'effet de décentrage par rapport à la valeur cible et l'effet de dispersion d'une caractéristique fonctionnelle élémentaire, donné comme suit :

$$I = \sqrt{\delta^2 + \sigma^2}$$

Ainsi des distributions caractérisées par une moyenne et un écart-type différents peuvent présenter une Inertie semblable, comme le montre le schéma ci-joint.

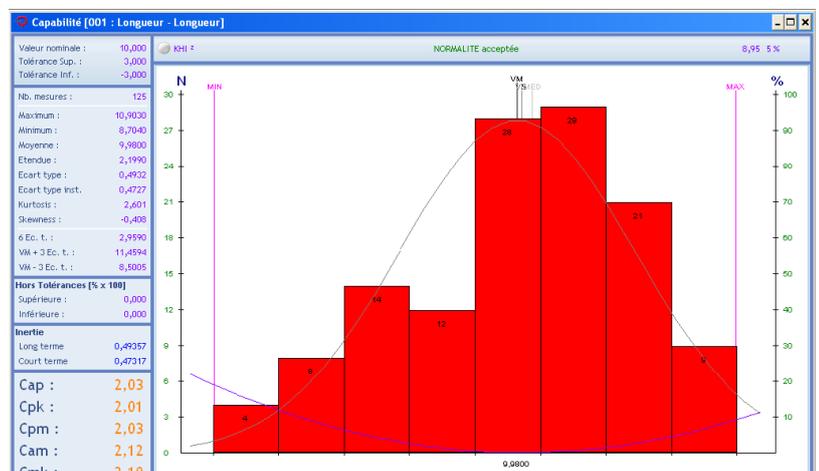


Pour s'inscrire dans cette évolution majeure et maîtrise statistique des procédés, QUASAR Solutions a intégré les cartes de contrôle et les indicateurs du tolérancement inertiel dans son module SPC.

De nouvelles cartes de contrôle

Plusieurs types de carte de contrôle sont applicables avec l'Inertie. Le choix dépend de la capabilité court terme du procédé, de la taille de l'échantillon et de la capabilité long terme visée. Du choix de la carte va dépendre la contrainte mise en production : on va plus ou moins autoriser les dérives de la moyenne en fonction de la dispersion observée. Des outils simples d'utilisation ont été développés afin de réaliser le bon choix de la carte à utiliser.

1^{ère} carte Inertielle proposée : carte Inertielle au risque α et β avec dérive autorisée

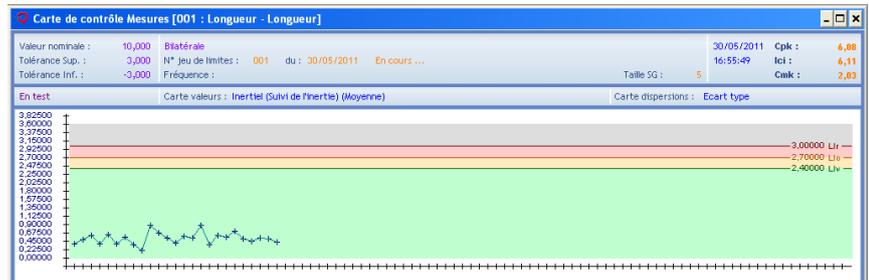


Dans la zone verte, avec l'hypothèse σ constant, le processus est centré sur la cible (au risque α). La production est maîtrisée. Aucune intervention n'est requise.

Dans la zone orange, l'inertie a dérivé par rapport à une situation sous contrôle, mais on garantit le respect de l'inertie au plan (au risque β). Il n'est pas nécessaire de régler ; il faut néanmoins être vigilant.

Dès qu'un résultat de contrôle apparaît dans la zone rouge, bien que l'inertie ne soit pas au niveau du plan, on prend un risque (supérieur au risque β) que l'inertie du lot ne soit pas conforme. Il est recommandé de régler la machine.

D'une manière générale, il est préférable alors de régler au plus proche de la valeur cible.

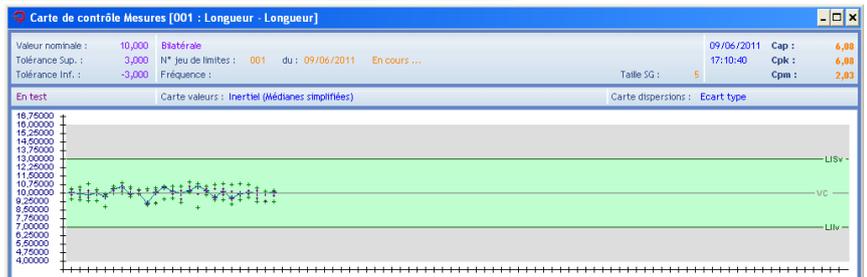


Dans d'autre cas, selon la capacité du procédé, des cartes spécifiques permettent soit de donner plus de liberté à la production soit de mieux maîtriser les dérives.

2ème carte Inertielle proposée : Carte Inertielle sans dérive ou « aux médianes simplifiées »

Un cas d'application correspond à une volonté d'optimiser la capacité à long terme sous condition d'une bonne capacité à court terme. Ceci implique une surveillance accrue du procédé et de fréquentes interventions.

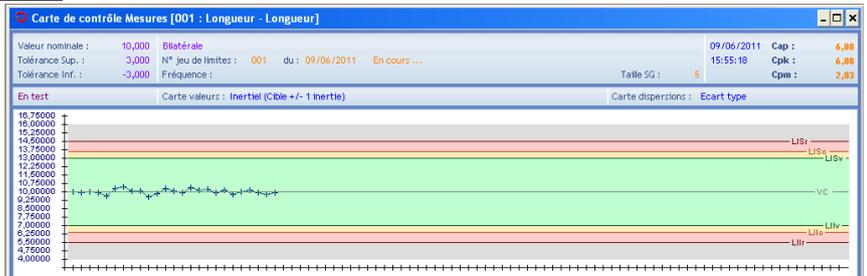
L'action de réglage est déclenchée pour toute excursion hors de la zone verte.



3ème carte Inertielle proposée : La carte +/- une Inertie.

Elle repose sur l'hypothèse d'une bonne capacité court terme, une bonne stabilité de la dispersion court terme et des dérives lentes du procédé.

On garantit alors une bonne performance avec une carte de contrôle et un pilotage simples puisqu'il suffit de maintenir la moyenne dans la zone verte.



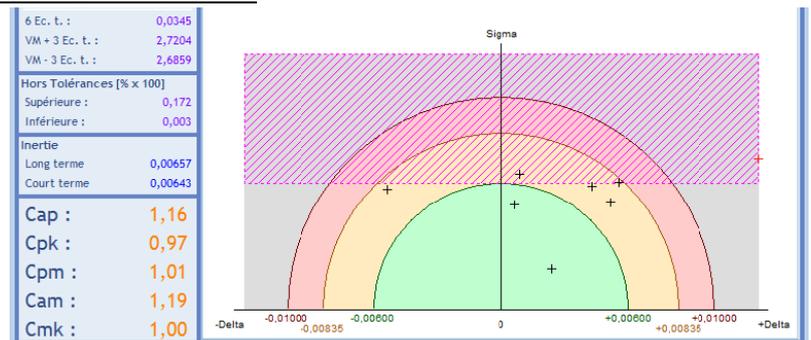
QUASAR Solutions a introduit ces trois nouveaux types de contrôle.

Autre représentation proposée : le disque inertielle ou carte « en tunnel »

La représentation en demi-cercle décompose l'inertie en deux dimensions : le décentrage δ et la dispersion σ .

Chaque point caractérise une situation d'échantillonnage à un moment donné.

On identifie aussi immédiatement les situations correspondant à une dispersion anormale (zone hachurée de la figure)



De nouveaux indicateurs

Aux indicateurs classiques de la Maîtrise Statistique des Procédés sont ajoutés deux nouveaux doublés : Ic et Ici pour le court terme ; Pp et Ppi pour le long terme, c'est-à-dire pour l'évaluation des performances du procédé.

WORK
SWEET
WORK

Capabilité Inertielle

Pour le court terme, les indicateurs de capabilité inertielle sont I_c (Cp) et I_{ci} (Cpi) appellations conformes à la norme XP E 04-008

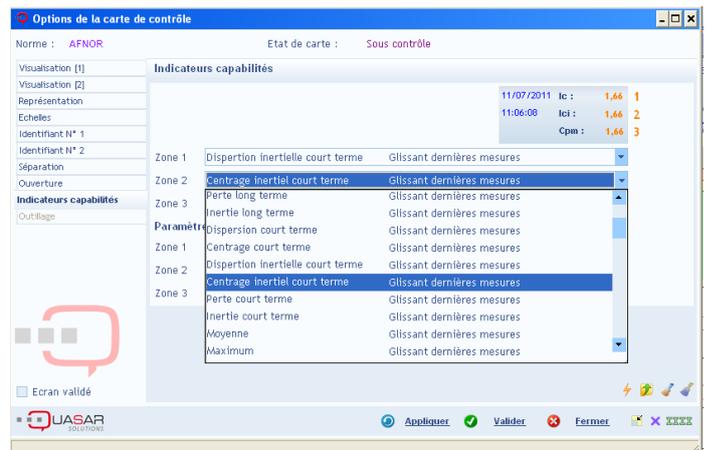
Avec les mêmes formules, les indicateurs sur le long terme sont Pp et Ppi

$$I_c (Cp) = \frac{I_{y \max}}{\sigma}$$

Inertie potentielle avec un centrage parfait

$$I_{ci} (Cpi) = \frac{I_{y \max}}{I_T}$$

Inertie mesurée sur la pièce ou le lot en fonction du décentrage observé



Des décisions plus immédiates en production

Un avantage des cartes inertielles particulièrement apprécié des opérateurs de production est leur simplicité d'utilisation, en particulier par rapport aux cartes habituellement utilisées en MSP. L'inertie mesurée sur l'échantillon est bonne ou mauvaise, nécessite un réglage ou non.

Il n'y a pas de règle complexe d'analyse des dérivées. Ce côté binaire rend ainsi plus simple la prise de décision par l'opérateur de production.

Dans la plupart des cas, la carte Inertielle est complétée de la carte SHEWART classique Moyenne & Ecart-type (ou Moyenne-Etendue). Ce double référentiel est maintenu avant démonstration avérée de la méthode et des plans d'actions associés.

Dans l'application QUASAR Solutions, l'utilisateur peut à tout moment décider quel type de carte et quels indicateurs afficher.

Les points forts de la Maîtrise Inertielle des procédés

En résumé, la Maîtrise Inertielle des Procédés permet :

- de réduire les coûts en minimisant le taux de pièces non-conformes, en limitant le nombre de réglages nécessaires,
- de donner plus de liberté à la production,
- d'optimiser la productivité en facilitant le suivi et la prise de décision,
- d'impulser une nouvelle dynamique à l'auto-contrôle en atelier.

Elle constitue une innovation majeure basée sur :

- une approche globale et cohérente de la spécification pour garantir les fonctionnalités attendues par le client,
- une démarche de rupture dans l'approche de la qualité des produits,
- une nouvelle appréciation de la conformité d'une caractéristique,
- de nouveaux outils de maîtrise et de pilotage des procédés.

Des points de convergence existent avec les méthodes précédemment mises en œuvre avec :

- l'utilisation de cartes de contrôle,
- l'importance du centrage sur la cible,
- la dissociation à faire entre la conformité d'un lot et la conformité d'une pièce particulière.

Le pilotage inertiel suppose par contre une capabilité démontrée du procédé ($Cp > 1,8$ préconisé), la mise en place d'un cas pilote pour démontrer l'efficacité de la méthode et une formation aux nouvelles cartes de contrôle.

Vous souhaitez en savoir plus, engager une démarche et être accompagnés pour la mise en œuvre, contactez nous.