

LA MSP

➤ Les situations non standard (2^e partie)



➤ Par **Daniel LAFAYE** de MICHEAUX, directeur R&D System et **Alain PALSKY**.

Dans l'article précédent, nous avons entrepris de présenter différents modes d'utilisation des cartes de contrôle pour tenir compte de situations "non standard" rencontrées couramment dans la pratique.

Rappelons que l'utilisation classique des cartes de contrôle sous-entend les hypothèses suivantes :

- constance dans le temps de la cible et de la variabilité de la grandeur mesurée ;
- indépendance statistique des mesures successives ;

- distribution normale (gaussienne) de la mesure.

L'article précédent a traité du suivi des mesures individuelles au lieu de moyenne d'échantillon et du cas où l'hypothèse de distribution gaussienne ne peut être acceptée.

Nous avons proposé alors d'adapter la méthode de contrôle à une distribution non gaussienne.

Lorsque les hypothèses 1 ou 2 ne sont pas vérifiées, on constate généralement aussi une distribution non gaussienne. Il convient alors d'utiliser une méthode de contrôle plus spécifique que celles qui ont été proposées dans le précédent article.

Nous allons voir comment la plupart de ces cas peuvent finalement donner lieu à une "carte standard" moyennant une transformation préalable de la valeur mesurée.

Situation 1 : changement fréquent de gamme de produit

La production orientée par le flux tendu conduit de plus en plus souvent à faire exécuter par un équipement des produits de gammes différentes. À chaque "recette" R_k de fabrication correspond une valeur cible $m_{0,k}$ pour la grandeur mesurée, paramètre de procédé ou caractéristique du produit.

L'utilisation d'une carte commune de suivi pour toutes les gammes aurait l'allure de la figure 1. Sur ce graphe, nous avons différencié les gammes par la forme et la couleur du point représentant la mesure.

Les limites de contrôle qui y sont représentées n'ont pas de sens car elles sont calculées globalement toutes gammes confondues. Mais tracer sur ce graphe les limites associées aux différentes gammes le rendrait illisible. On peut alors créer une carte par gamme, mais cela alourdit le travail de suivi et peut induire des erreurs supplémentaires.

Suite de l'article page 63 ➤

Figure 1

Situation 1, carte globale des mesures brutes.

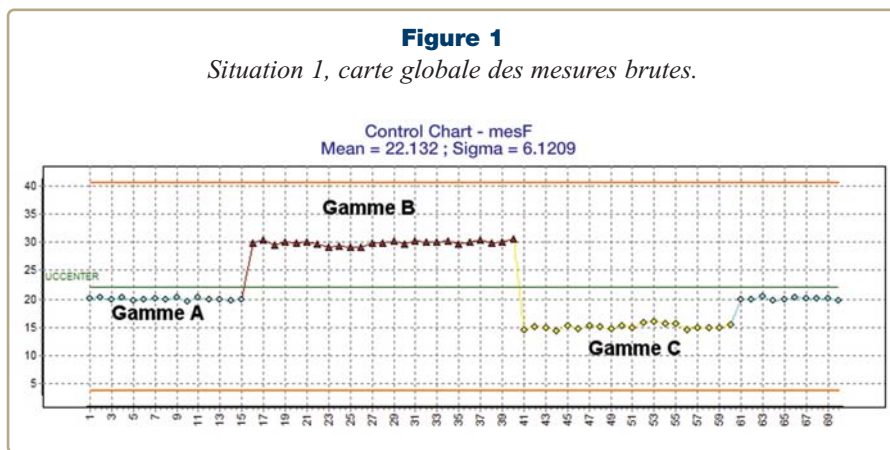


Figure 2

Situation 1, carte des écarts normalisés.

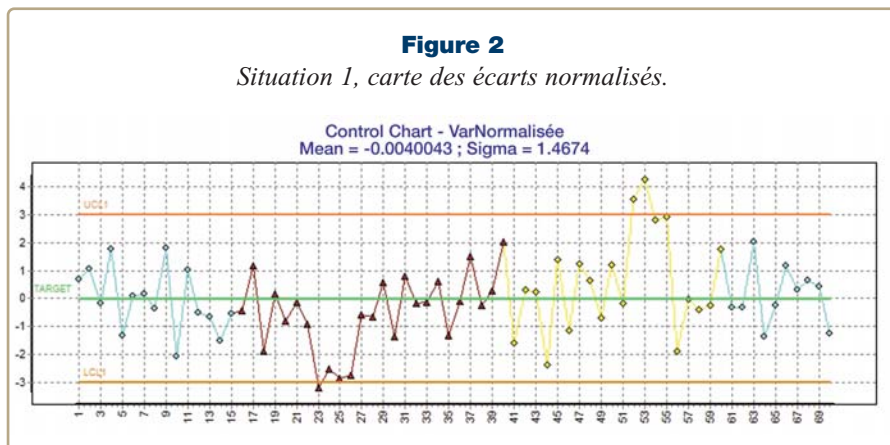


Figure 3

Situation 2, trois équipements en parallèle.

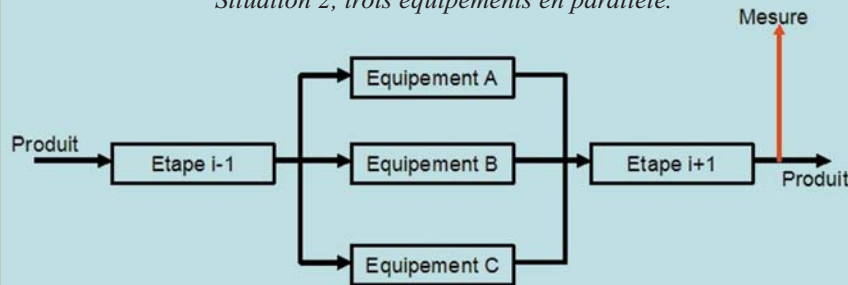


Figure 4

Situation 2, carte des mesures brutes.

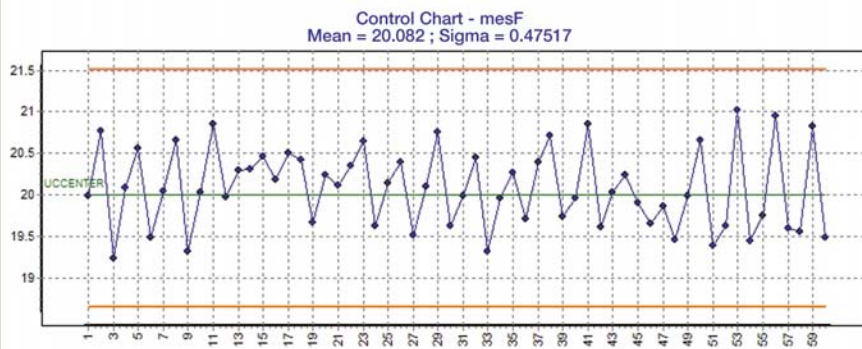
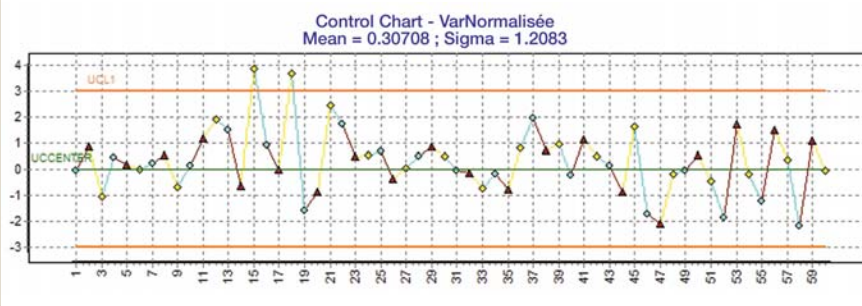


Figure 5

Situation 2, carte des écarts normalisés.



Il est généralement plus pratique de construire une carte unique associée à la valeur $y_i = x_i - m_{0,k}$ l'écart entre la mesure et la cible de la gamme considérée. Si une étude statistique préalable montre que la valeur de l'écart type $\sigma_{0,k}$ varie d'une gamme à l'autre, il convient de suivre l'écart normalisé $y_i = (x_i - m_{0,k}) / \sigma_{0,k}$. Les limites de contrôle sont alors calculées en prenant pour valeur centrale la cible 0 et pour écart type 1, les limites de contrôle seront donc positionnées ordinairement à -3 et +3. Les données associées à la figure 1 donnent lieu à la forme classique de la carte de la figure 2, où l'on

peut alors distinguer des anomalies réelles qui entachent la mesure 23 associée à la gamme B et les mesures 52 et 53 associées à la gamme C.

Il est évident que ce type de transformation simple est déjà peu compatible avec une carte tenue manuellement par un opérateur, elle relève plutôt d'un contrôle informatisé.

Situation 2 : équipements en parallèle

Illustrons cette situation par l'exemple décrit dans la figure 3 : à un stade de la fabrication en amont de la mesure,

le flux de production se répartit sur trois équipements différents, pour se recomposer ensuite.

Dans notre exemple, les trois équipements ont des points de fonctionnement quelque peu différents, ce qui augmente la variabilité des mesures prises sur le flux global et peut masquer des anomalies véritables.

On peut constater, sur la carte de la figure 4, que les changements de points de fonctionnement du processus passent inaperçus.

Il convient alors d'effectuer des calculs de moyennes et de dispersion par équipement et, si de possible, de modifier les réglages des équipements pour homogénéiser la production. Mais, le plus souvent (équipements utilisés différemment par exemple), on devra encore suivre une carte des écarts normalisés qui utilise les moyennes $m_{0,k}$ et écart type $\sigma_{0,k}$ associés à chacun des équipements. Sur la carte des écarts de la figure 5, la forme et la couleur d'un point de mesure sont définies par l'équipement qui a été utilisé pour fabriquer le produit mesuré. On peut détecter sur cette carte une anomalie qui concerne l'équipement C, passée inaperçue sur la carte de la variable mesF présentée figure 4.

Il existe un outil statistique permettant de détecter que la variabilité est affectée notablement par une séparation du flux de production : la fonction d'autocorrélation (figure 6) appliquée aux mesures brutes de l'exemple permet de constater une corrélation positive singulière entre la mesure à l'instant t et la mesure à l'instant $t-3$: il est mentionné dans la figure 6 une corrélation $CORR = 0,691$ pour un décalage $Dec = 3$. Une telle périodicité de la fonction d'autocorrélation doit toujours conduire à s'interroger sur un éventuel décalage entre des équipements fonctionnant en parallèle.

La fonction d'autocorrélation est disponible dans de nombreux logiciels de statistique, nous reviendrons sur son utilisation dans le prochain article.

Suite de l'article page 65 ➤

**Situation 3 :
grandeur régulée**

L'évolution de la mesure de température d'un réacteur chimique, exposée figure 7, présente un nombre très limité de valeurs différentes, la distribution de cette mesure n'a rien d'une gaussienne. C'est souvent le cas lorsque l'on suit une mesure régulée très finement. Le calcul classique des limites selon Shewhart n'a alors plus de sens. Ainsi, par exemple, le suivi de la température ne donne aucune information sur la santé du processus chimique, elle renseigne uniquement sur le bon fonctionnement de la régulation !

Dans une telle situation, il est beaucoup plus instructif de suivre, par cartes classiques ou par cartes non standard, la grandeur régissant "l'effort de régulation", qui maintient constante la grandeur régulée. Dans notre cas de réaction chimique, cela peut être le débit du fluide de chauffage ou de refroidissement qui entre à température constante dans le réacteur. Il est utile cependant de contrôler le bon fonctionnement de la régulation en comparant la température à des limites qui sont alors fixées sur des critères techniques et non pas statistiques.

➤ Dans le prochain article nous traiterons de situations où les mesures successives ne sont pas indépendantes. Cela peut provenir d'un phénomène lent d'usure ou d'encrassement qui se manifeste par une dérive lente et prévisible, ou bien d'un phénomène cumulatif, de type inertiel, qui conduit à des mesures qui "serpentent" sur la carte de contrôle. Dans les deux cas une approche par cartes de Shewhart classiques s'avère peu efficace, des transformations sur les mesures sont nécessaires pour pouvoir détecter les anomalies.

Figure 6

Fonction d'autocorrélation.

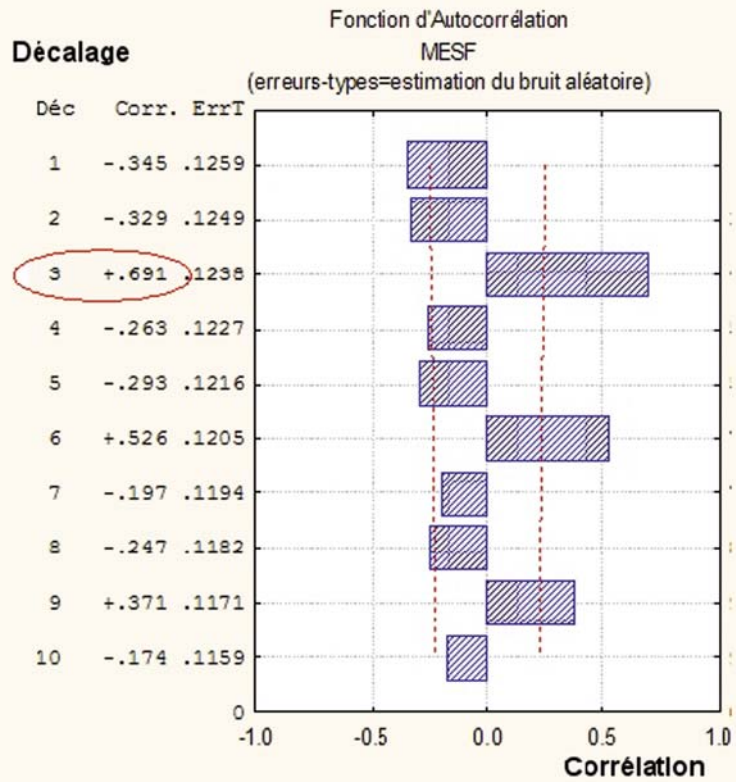
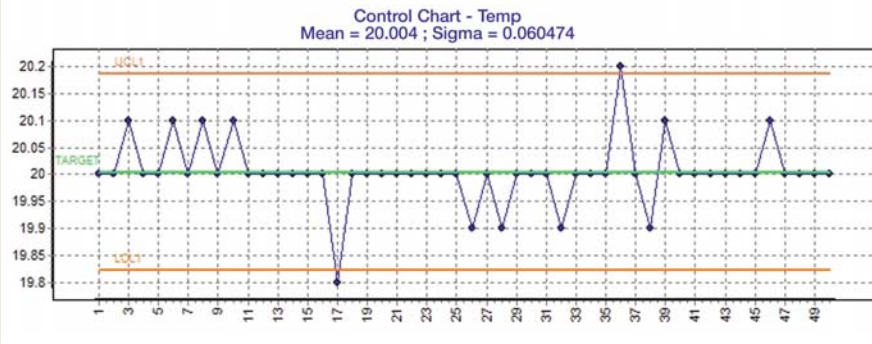


Figure 7

Situation 3, mesures régulées.



**Le meilleur moyen
pour trouver vos logiciels
MSP / Six Sigma**

VERSION 2
+ de prestations
+ de services
+ pratique

