NORME INTERNATIONALE

ISO 8258

Première édition
1991-12-15

Cartes de contrôle de Shewhart

Shewhart control charts

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 8258:1991
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/850fcb33-1373-494b-84b4-e36073a392e1/iso-8258-1991

Numéro de référence
ISO 8258:1991(F)

Sommaire

Page

1 Domaine d'application 1

2 Symboles 1

3 Nature des cartes de contrôle de Shewhart 2

4 Types de cartes de contrôle 3

4.1 Cartes de contrôle lorsque les valeurs types ne sont pas connues 3

4.2 Cartes de contrôle avec des valeurs types connues 3

4.3 Types de cartes de contrôle par mesures et par attributs 4

5 Carte de contrôle par mesures 4

5.1 Cartes des moyennes ($\overline{X}$) et carte de l'étendue (R) ou de l'écart-type (s) 5

5.2 Cartes de contrôle pour individus (X) 6

5.3 Cartes de contrôle des médianes (Me) 6

6 Règles de contrôle et interprétation pour les cartes de contrôle par mesures 7

7 Tests de modèles pour les causes assignables de variation 8

8 Contrôle du processus et aptitude du processus 8

9 Cartes de contrôle par attributs 10

10 Considérations préliminaires avant le début d'une carte de contrôle 12

10.1 Choix des caractères de qualité 12

10.2 Analyse du processus de production 12

10.3 Choix des sous-groupes rationnels 12

10.4 Fréquence et effectif des échantillons 12

10.5 Recueil des données préliminaires 13

11 Étapes de la construction des cartes de contrôle 13

12 Exemples illustratifs : Cartes de contrôle par mesures 14

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 8258:1991
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/850fcb35-1373-494b-84b4-e36073a392e1/iso-8258-1991

© ISO 1991
Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case Postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse
Imprimé en Suisse

12.1 Carte $\overline{X}$ et carte R : Valeurs types connues **14**

12.2 Carte $\overline{X}$ et carte R: Sans valeur type connue **16**

12.3 Carte de contrôle pour individus, X et étendue mobile, R: Sans valeur type connue **19**

12.4 Cartes de la médiane: Sans valeur type connue **21**

13 Exemples illustratifs: Cartes de contrôle par attributs **23**

13.1 Carte p et carte np: Sans valeur type connue **23**

13.2 Carte p: Sans valeur type donnée **25**

13.3 Carte c: Sans valeur type donnée **27**

13.4 Nombre de non-conformités par unité: Carte u **27**

Annexe

A Bibliographie **30**

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 8258:1991
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/850fcb33-1373-494b-84b4-e36073a392e1/iso-8258-1991

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

La Norme internationale ISO 8258 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 69, *Application des méthodes statistiques*.

ISO 8258:1991
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8f93b1b3-1373-494b-84b4-e36073a392e1/iso-8258-1991

L'annexe A de la présente Norme internationale est donnée uniquement à titre d'information.

Introduction

L'approche traditionnelle de la fabrication est de dépendre de la production pour faire le produit et du contrôle de la qualité pour contrôler le produit fini et faire ressortir les unités ne répondant pas aux spécifications. Cette stratégie de détection est souvent non économique et cause de gaspillage car cela entraîne un contrôle après les faits, lorsque la production non correcte existe déjà. En fait, il est beaucoup plus efficace d'instituer une stratégie de prévention pour éviter, en premier lieu, une production inutilisable. Ceci peut être fait par la collecte et l'analyse de l'information sur le processus, de façon à agir sur le processus lui-même.

La carte de contrôle, comme moyen graphique d'application des principes statistiques de signification au contrôle du processus de production, a d'abord été proposée par le Dr. Walter Shewhart en 1924[1]. La carte de contrôle identifie deux types de variabilité. Le premier type est une variabilité aléatoire due à des «causes non assignables» (également connues sous le terme «causes ordinaires»). Celle-ci est la conséquence de la grande variété de causes régulièrement présentes mais non facilement identifiables, chacune d'entre elles constituant une très petite composante de la variabilité totale, mais aucune ne contribuant dans une quantité significative. Néanmoins, la somme des contributions de toutes ces causes aléatoires non identifiées est mesurable et est estimée comme étant inhérente au processus. L'élimination ou la correction de causes non assignables nécessite une décision de la direction pour l'allocation de ressources afin d'améliorer le processus et le système.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 8258:1991
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/850fcb33-1373-494b-84b4-e36073c392e1/iso-8258-1991

Le second type de variabilité représente une modification réelle du processus. Un tel changement peut être attribué à des causes identifiables qui ne sont pas une partie inhérente au processus et qui peuvent, au moins théoriquement, être éliminées. Ces causes identifiables sont appelées «causes assignables» ou «causes spéciales» de variation. Elles peuvent être attribuables au manque d'uniformité dans le matériel, à un outil cassé, à l'équipe de travail, à la procédure, ou à la performance irrégulière de la fabrication ou des essais d'équipement.

Les cartes de contrôle aident à la détection de facteurs non naturels de variation dans les données résultant de processus répétitifs et fournissent des critères de détection pour le manque de contrôle statistique. Un processus est sous contrôle statistique lorsque la variabilité résulte uniquement de causes aléatoires. Une fois que ce niveau de variation acceptable est déterminé, toute déviation par rapport à ce niveau est estimée être le résultat de causes assignables qui devraient être identifiées et éliminées ou réduites.

Le but du contrôle statistique du processus est d'établir et de maintenir un niveau acceptable et stable de façon à assurer la conformité des produits et services aux besoins spécifiés. L'outil statistique majeur utilisé pour cela est la carte de contrôle, qui est une méthode graphique de présentation et de comparaison de l'information basée sur une sé-

quence d'échantillons représentant l'état actuel du processus par rapport à des limites établies après considération de la variabilité inhérente au processus. La méthode de la carte de contrôle permet, premièrement, d'évaluer si un processus atteint ou non, ou se trouve sous état de contrôle statistique pour un niveau exact spécifié, et ensuite d'obtenir et de maintenir le contrôle et un haut degré d'uniformité pour des caractères importants de produit ou service en gardant un enregistrement continu de la qualité du produit pendant le processus de production. L'utilisation d'une carte de contrôle et une analyse attentionnée de celle-ci conduisent à une meilleure compréhension et à l'amélioration du processus.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 8258:1991
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/850fcb33-1373-494b-84b4-e36073a392e1/iso-8258-1991

Cartes de contrôle de Shewhart

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale est un guide pour l'utilisation et la compréhension de l'approche de la carte de contrôle de Shewart aux méthodes de contrôle statistique d'un processus.

La présente Norme internationale est limitée au traitement des méthodes de contrôle statistique de processus utilisant uniquement le système des cartes de Shewhart. Des notions supplémentaires logiques avec l'approche de Shewhart telles que l'utilisation de limites de surveillance, l'analyse de modèles de tendance et l'aptitude du processus sont introduites brièvement. Il existe, cependant, plusieurs autres types de méthodes de cartes de contrôle, dont une description générale est donnée dans l'ISO 7870.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 8258:1991
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/850fcb33-1373-494b-8bb4-e36073a392e1/iso-8258-1991

2 Symboles

n Effectif du sous-groupe; le nombre d'observations d'échantillon par sous-groupe

k Nombre de sous-groupes

X Valeur du caractère de qualité mesuré ($X_1, X_2, X_3, ...$) expriment les valeurs individuelles). Parfois, le symbole Y est utilisé à la place de X

$\overline{X}$ (X barre) Valeur moyenne du sous-groupe:

$$\overline{X} = \frac{\sum X_i}{n}$$

$\overline{\overline{X}}$ (X double barre) Valeur moyenne des moyennes des sous-groupes

μ Valeur vraie de la moyenne du processus

Me Valeur médiane d'un sous-groupe. Pour un ensemble de n nombres $X_1, X_2, ...X_n$ ordonnés par grandeurs croissantes ou décroissantes, la médiane est le nombre central de l'intervalle si n est impair et la moyenne des deux nombres centraux si n est pair

$\overline{Me}$ Valeur moyenne des médianes des sous-groupes

R Étendue de sous-groupes; la différence entre la plus grande et la plus petite observation d'un sous-groupe

NOTE 1 Dans le cas de cartes pour unités, R représente l'étendue mobile qui est la valeur absolue de la différence entre deux valeurs successives, $|X_1 - X_2|$, $|X_2 - X_3|$, etc.

$\overline{R}$ Valeur moyenne des valeurs R pour tous les sous-groupes

s Écart-type d'échantillon:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \overline{X})^2}{n-1}}$$

$\overline{s}$ Valeur moyenne des écarts-types d'échantillon des sous-groupes

σ Valeur vraie de l'écart-type du processus au sein d'un sous-groupe

$\hat{\sigma}$ Valeur estimée de l'écart-type du processus au sein d'un sous-groupe

p Proportion ou fraction d'unités non conformes dans un sous-groupe:

p = nombre d'unités non conformes dans un sous-groupe/effectif du sous-groupe

$\overline{p}$ Valeur moyenne de la proportion ou fraction de non conformes:

$\overline{p}$ = nombre d'unités non conformes dans tous les sous-groupes/nombre total d'unités contrôlées

np Nombre d'unités non conformes dans un sous-groupe

c Nombre de non-conformités dans un sous-groupe

$\bar{c}$ Valeur moyenne des valeurs c pour tous les sous-groupes

u Nombre de non-conformités par unité dans un sous-groupe

$\bar{u}$ Valeur moyenne des valeurs u:

$\bar{u}$ = nombre de non-conformités dans toutes les unités/nombre total d'unités contrôlées

3 Nature des cartes de contrôle de Shewhart

L'établissement d'une carte de contrôle Shewart nécessite des données recueillies par échantillonnage du processus à intervalles approximativement réguliers. Les intervalles peuvent être définis en fonction du temps (par exemple heure) ou en fonction de la quantité (par exemple chaque lot). Généralement, chaque sous-groupe est constitué du même produit ou du même service avec les mêmes unités de mesure et le même effectif de sous-groupe. À partir de chaque sous-groupe, un ou plusieurs caractères de sous-groupe sont retenus, tels que la moyenne du sous-groupe, $\bar{X}$, et l'étendue du sous-groupe, R, ou l'écart-type, s. La carte de contrôle de Shewhart est un graphique représentant les valeurs d'un caractère donné du sous-groupe et le numéro du sous-groupe. Elle possède une ligne centrale (LC) située à une valeur de référence du caractère étudié. Dans l'évaluation, pour savoir si un état de contrôle statistique existe, la valeur de référence est généralement la moyenne des données considérées. Dans le contrôle de processus, la valeur de référence est généralement la valeur à long terme du caractère établi dans les spécifications de produit ou une valeur nominale du caractère basée sur l'expérience passée du processus, ou à partir du produit en cause ou des valeurs de service visées. La carte de contrôle possède deux limites de contrôle déterminées statistiquement de part et d'autre de la ligne centrale, appelées limite de contrôle supérieure (LCS) et limite de contrôle inférieure (LCI) (voir figure 1).

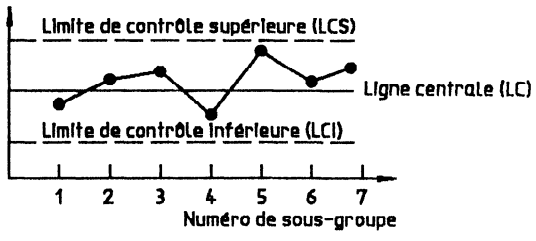

Figure 1 — Schéma d'une carte de contrôle

Les limites de contrôle sur les cartes de Shewhart se situent à une distance de 3σ de part et d'autre de la ligne centrale, où σ est l'écart-type de la population au sein d'un sous-groupe de la statistique étudiée. La variablilité au sein d'un sous-groupe est utilisée comme mesure de la variation aléatoire. Les écarts-types d'échantillon ou les coefficients appropriés des étendues des échantillons sont calculés pour donner une estimation de σ. Cette mesure de σ ne tient pas compte de la variation de sous-groupe à sous-groupe, mais uniquement des composantes au sein du sous-groupe. Les limites 3σ indiquent qu'approximativement 99,7 % des valeurs du sous-groupe seront compris à l'intérieur des limites de contrôle, à condition que le processus soit sous contrôle statistique. Cela signifie également qu'il existe approximativement 0,3 % de risque ou une moyenne de trois fois sur mille qu'un point tracé se trouve à l'extérieur des limites de contrôle, soit supérieure, soit inférieure, lorsque le processus est sous contrôle. Le mot «approximativement» est utilisé car des écarts aux hypothèses sous-jacentes, tels que la forme de la distribution, peuvent modifier les valeurs des probabilités.

Il convient de noter que certains praticiens préfèrent utiliser le facteur 3,09 au lieu de 3 pour obtenir une valeur de probabilité nominale de 0,2 %, ou une moyenne d'une mauvaise observation sur mille, mais Shewhart a choisi 3 afin de ne pas être amené à considérer les probabilités exactes. De même, certains praticiens utilisent les valeurs de probabilités réelles pour les cartes fondées sur des distributions non normales, telles que pour l'étendue et la fraction de non conformes. De nouveau, la carte de contrôle de Shewhart utilise les limites $\pm 3\sigma$ à la place des limites probabilistes, en vue d'insister sur une interprétation empirique.

La possibilité que le franchissement de ces limites soit vraiment un événement aléatoire plutôt qu'un signal réel est considérée si petite que, lorsqu'un point se situe en dehors des limites, une action doit être prise. Puisqu'une action est nécessaire à ce point, les limites de contrôle 3σ sont parfois appelées «limites d'action».

Souvent, il est également avantageux de construire des limites 2σ sur la carte. Dans ce cas, toute valeur de l'échantillon se situant au-delà des limites 2σ peut servir d'alarme à une situation de hors contrôle imminente. Comme telles, les limites de contrôle 2σ sont parfois appelées «limites de surveillance».

Deux types d'erreur sont possibles lorsque les cartes de contrôle sont utilisées. La première est l'erreur de type 1 qui survient lorsque le processus concerné reste sous contrôle, mais qu'un point tombe en dehors des limites de contrôle aléatoirement. Comme résultat, il est conclu incorrectement que le processus est hors contrôle, ce qui

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 8258:1991
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/850fcb33-1373-494b-84bd-c56073a392e1/iso-8258-1991

occasionne des frais afin de trouver la cause d'un problème inexistant.

La seconde erreur est l'erreur de type 2. Elle survient lorsque le processus contrôlé est hors contrôle. mais que le point généré tombe à l'intérieur des limites de façon aléatoire. Dans ce cas, il est incorrectement conclu que le processus est sous contrôle statistique, ce qui entraîne des frais associés à l'échec de la détection de l'augmentation de sortie de non conformes. Le risque de l'erreur de type 2 est cependant une fonction de trois facteurs: la largeur des limites de contrôle, le degré auquel le processus est hors contrôle et l'effectif de l'échantillon. La nature de ces trois facteurs est telle que, seule une généralisation peut être faite sur la grandeur du risque de l'erreur de type 2.

Le système de Shewhart ne prend en compte que l'erreur de type 1 et la grandeur de cette erreur est 0,3 % pour les limites 3σ. Puisqu'il est généralement impossible de faire une estimation sensée du coût de l'erreur de type 2 dans une situation donnée, et puisqu'il est commode de sélectionner arbitrairement un petit effectif de sous-groupe, tel que 4 ou 5, il est approprié et admissible d'utiliser les limites 3σ, et d'attirer l'attention sur la maîtrise et l'amélioration des performances du processus lui-même.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Lorsqu'un processus est sous contrôle statistique, la carte de contrôle fournit une méthode pour tester de façon continue une hypothèse statistique nulle que le processus n'a pas changé et reste sous contrôle statistique. Puisque les écarts spécifiques du caractère du processus de la valeur visée, qui peut être concernée, ne sont généralement pas définis à l'avance, avec de plus l'erreur de type 2, et l'effectif de l'échantillon qui n'est pas calculé pour satisfaire les niveaux de risques appropriés, la carte de contrôle de Shewhart ne doit pas être considérée dans le sens d'un test d'hypothèse (voir ISO 7966 et ISO 7870). Shewhart insiste sur l'utilité de la carte de contrôle pour reconnaître les écarts d'un processus sous contrôle et désamplifie l'interprétation probabiliste. Certains utilisateurs examinent les courbes d'efficacité comme moyen pour l'interprétation d'un test d'hypothèse.

ISO 8258:1991
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/850fcb23-1973-494b-84b4-
c8e8aa2a/iso-8258-1991

Lorsqu'une valeur tombe en dehors d'une des limites de contrôle ou qu'une série de valeurs rejette des effets inusuels tels que ceux discutés à l'article 7, l'état de contrôle statistique ne peut être accepté plus longtemps. Lorsque ceci arrive, une recherche est entreprise pour localiser la cause assignable et le processus peut être stoppé ou ajusté. Une fois la cause assignable déterminée et éliminée, le processus est prêt à continuer. Comme discuté pour l'erreur de type 1, en de rares occasions, aucune cause assignable ne peut être trouvée et il faut conclure que le point en dehors des limites représente un événement très rare, une cause aléatoire qui a résulté dans une valeur hors des limites de contrôle, bien que le processus soit sous contrôle.

Lorsque des cartes de contrôle sont mises au point pour la première fois pour un processus, il arrive fréquemment que le processus soit trouvé hors contrôle. Les limites de contrôle calculées à partir de données d'un processus hors contrôle devraient conduire à des conclusions erronées, car elles sont trop éloignées. En conséquence, il est toujours nécessaire d'amener sous contrôle un processus hors contrôle avant que les paramètres permanents de la carte de contrôle ne soient établis. Les règles pour établir les cartes de contrôle pour un processus seront discutées dans les articles suivants.

4 Types de cartes de contrôle

Il existe essentiellement deux types de cartes de contrôle de Shewhart: les cartes de contrôle par mesures et les cartes de contrôle par attributs. Pour chacune des cartes de contrôle, deux cas distincts se présentent:

a) si aucune valeur type n'est connue, et

b) lorsque les valeurs types sont connues.

Les valeurs types sont des exigences prescrites ou des valeurs cibles.

4.1 Cartes de contrôle lorsque les valeurs types ne sont pas connues

Il s'agit de découvrir si les valeurs observées pour les caractères étudiés, tels que $\overline{X}$, R ou autres statistiques, varient les unes par rapport aux autres dans une proportion supérieure à celle attribuée au seul hasard. Les cartes de contrôle, entièrement fondées sur le recueil des données provenant d'échantillons, sont utilisées pour rechercher les variations attribuables à des causes autres qu'aléatoires.

4.2 Cartes de contrôle avec des valeurs types connues

Il s'agit dans ce cas de voir si les valeurs observées de $\overline{X}$, etc., pour divers sous-groupes de n observations chacun, diffèrent des valeurs types correspondantes X_0 (ou μ_0), etc. dans une proportion supérieure à celle susceptible d'être due à des causes aléatoires. La différence entre les cartes de contrôle avec des valeurs types connues et celles où les valeurs types ne sont pas connues est la nécessité supplémentaire de localiser le centre et les variations du processus. Les valeurs prescrites peuvent être fondées sur l'expérience acquise en utilisant des cartes de contrôle sans aucune information préalable ni valeurs types prescrites. Elles peuvent également être fondées sur des valeurs

économiques établies en fonction de considération sur les besoins des services ou les coûts de production, ou être des valeurs nominales établies à partir des spécifications du produit.

De préférence, il convient de déterminer les valeurs prescrites à partir d'une recherche de données préliminaires qui sont supposées être représentatives de toutes les données futures. Les valeurs types devraient être compatibles avec la variabilité inhérente du processus pour un fonctionnement efficace des cartes de contrôle. Les cartes de contrôle fondées sur de telles valeurs types sont utilisées particulièrement pendant la production pour contrôler les processus et pour maintenir l'uniformité de la production au niveau désiré.

4.3 Types de cartes de contrôle par mesures et par attributs

Les cartes de contrôle suivantes sont étudiées:

a) Cartes de contrôle par mesures:

1) carte des moyennes ($\overline{X}$) et carte de l'étendue (R) ou de l'écart-type (s);

2) cartes pour individus (X) et d'étendue mobile (R);

3) carte de la médiane (Me) et carte de l'étendue (R).

b) Cartes de contrôle par attributs:

1) carte de proportion de non conformes (p) ou carte du nombre d'unités non conformes (np);

2) carte du nombre de non-conformités (c) ou carte de non-conformités par unité (u).

5 Carte de contrôle par mesures

Les données par mesures sont des observations obtenues en mesurant et en notant l'ordre de grandeur d'un caractère pour chacune des unités du sous-groupe étudié. Des exemples de mesures sont la longueur en mètres, la résistance en ohms, le bruit en décibels, etc. Les cartes par mesure — et spécialement dans leurs formes les plus habituelles, les cartes de $\overline{X}$ et R — représentent l'application classique du contrôle par carte pour maîtriser le processus.

Les cartes de contrôle par mesures sont particulièrement utiles pour plusieurs raisons:

a) De nombreux processus et leurs sorties ont des caractéristiques qui sont mesurables; donc le potentiel de l'application est large.

b) Une valeur de mesure contient plus d'informations qu'un simple état oui-non.

c) La performance d'un processus peut être analysée sans rapport avec la spécification. Les cartes traitent du processus lui-même et donnent une image indépendante de ce que ce processus peut faire. Par la suite, le processus peut être ou ne pas être comparé avec la spécification.

d) Bien qu'obtenir un échantillon de données mesurées soit généralement plus coûteux qu'obtenir un échantillon de données va/ne va pas, les effectifs des sous-groupes pour les mesures sont presque toujours plus petits que ceux pour les attributs et sont donc plus efficaces. Ceci permet de réduire le coût total du contrôle dans certains cas et de réduire les intervalles de temps entre la production de pièces et l'action corrective.

On pose comme hypothèse que la variabilité au sein d'un échantillon a une distribution normale (loi gaussienne) pour toutes les applications des cartes de contrôle par mesures considérées dans la présente Norme internationale et tout écart par rapport à cette hypothèse se répercute sur l'efficacité des cartes. Les facteurs pour le calcul des limites de contrôle dérivent de l'utilisation de l'hypothèse de normalité. Puisque beaucoup de limites de contrôle sont utilisées comme guide empirique pour la prise de décision, des écarts raisonnablement petits de la normalité ne devraient pas être concernés. De toute façon, suite au théorème central limite, les moyennes tendent à avoir une distribution normale, même lorsque les observations individuelles ne suivent pas une distribution normale, et ceci permet raisonnablement de supposer la normalité pour les cartes de $\overline{X}$, même pour des effectifs d'échantillon aussi petits que 4 ou 5 pour l'évaluation du contrôle. Lors d'un traitement par observations individuelles, dans le but d'étudier l'aptitude, la vraie forme de la distribution pourrait être importante. Des contrôles périodiques sur la continuité de la validité de telles hypothèses sont conseillés, particulièrement pour s'assurer que seules les données d'une population unique sont utilisées. Il convient de noter que les distributions des étendues et des écarts-types ne sont pas normales, bien qu'une normalité approximative soit supposée dans l'estimation des constantes pour le calcul des limites de contrôle, ce qui est satisfaisant pour une procédure de décision empirique.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 8258:1991
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/850fcb33-1373-494b-84b4-e36073a392e1/iso-8258-1991

5.1 Cartes des moyennes $(\overline{X})$ et carte de l'étendue (R) ou de l'écart-type (s)

Les cartes par mesures peuvent décrire le processus en termes à la fois de dispersion (variabilité échantillon à échantillon) et de localisation (moyenne du processus). De ce fait, les cartes de contrôle par mesures sont presque toujours préparées et analysées par paires — une carte pour la localisation et une autre pour la dispersion. La paire la plus communément utilisée est celle des cartes $\overline{X}$ et R. Le tableau 1 et le tableau 2 donnent respectivement les formules des limites de contrôle et les coefficients pour les cartes de contrôle par mesures.

Tableau 1 — Formules des limites de contrôle pour les cartes de contrôle de Shewhart par mesures

Statistique	Sans valeur type connue		Valeurs types connues	
	Ligne centrale	LCS et LCI	Ligne centrale	LCS et LCI
$\overline{X}$	$\overline{\overline{X}}$	$\overline{\overline{X}} \pm A_2\overline{R}$ ou $\overline{\overline{X}} \pm A_3\overline{s}$	X_0 ou μ	$X_0 \pm A\sigma_0$
R	$\overline{R}$	$D_3\overline{R}$, $D_4\overline{R}$	R_0 ou $d_2\sigma_0$	$D_1\sigma_0$, $D_2\sigma_0$
s	$\overline{s}$	$B_3\overline{s}$, $B_4\overline{s}$	s_0 ou $c_4\sigma_0$	$B_5\sigma_0$, $B_6\sigma_0$

NOTE — X_0, R_0, s_0, μ et σ_0 sont les valeurs types connues.

Tableau 2 — Coefficients permettant de calculer les lignes des cartes de contrôle

Observations du sous-groupe n	Coefficients pour les limites de contrôle											Coefficients pour la ligne centrale			
	A	A_2	A_3	B_3	B_4	B_5	B_6	D_1	D_2	D_3	D_4	C_4	$1/C_4$	d_2	$1/d_2$
2	2,121	1,880	2,659	0,000	3,267	0,000	2,606	0,000	3,686	0,000	3,267	0,797 9	1,253 3	1,128	0,886 5
3	1,732	1,023	1,954	0,000	2,568	0,000	2,276	0,000	4,358	0,000	2,574	0,886 2	1,128 4	1,693	0,590 7
4	1,500	0,729	1,628	0,000	2,266	0,000	2,088	0,000	4,698	0,000	2,282	0,921 3	1,085 4	2,059	0,485 7
5	1,342	0,577	1,427	0,000	2,089	0,000	1,964	0,000	4,918	0,000	2,114	0,940 0	1,063 8	2,326	0,429 9
6	1,225	0,483	1,287	0,030	1,970	0,029	1,874	0,000	5,078	0,000	2,004	0,951 5	1,051 0	2,534	0,394 6
7	1,134	0,419	1,182	0,118	1,882	0,113	1,806	0,204	5,204	0,076	1,924	0,959 4	1,042 3	2,704	0,369 8
8	1,061	0,373	1,099	0,185	1,815	0,179	1,751	0,388	5,306	0,136	1,864	0,965 0	1,036 3	2,847	0,351 2
9	1,000	0,337	1,032	0,239	1,761	0,232	1,707	0,547	5,393	0,184	1,816	0,969 3	1,031 7	2,970	0,336 7
10	0,949	0,308	0,975	0,284	1,716	0,276	1,669	0,687	5,469	0,223	1,777	0,972 7	1,028 1	3,078	0,324 9
11	0,905	0,285	0,927	0,321	1,679	0,313	1,637	0,811	5,535	0,256	1,744	0,975 4	1,025 2	3,173	0,315 2
12	0,866	0,266	0,886	0,354	1,646	0,346	1,610	0,922	5,594	0,283	1,717	0,977 6	1,022 9	3,258	0,306 9
13	0,832	0,249	0,850	0,382	1,618	0,374	1,585	1,025	5,647	0,307	1,693	0,979 4	1,021 0	3,336	0,299 8
14	0,802	0,235	0,817	0,406	1,594	0,399	1,563	1,118	5,696	0,328	1,672	0,981 0	1,019 4	3,407	0,293 5
15	0,775	0,223	0,789	0,428	1,572	0,421	1,544	1,203	5,741	0,347	1,653	0,982 3	1,018 0	3,472	0,288 0
16	0,750	0,212	0,763	0,448	1,552	0,440	1,526	1,282	5,782	0,363	1,637	0,983 5	1,016 8	3,532	0,283 1
17	0,728	0,203	0,739	0,466	1,534	0,458	1,511	1,356	5,820	0,378	1,622	0,984 5	1,015 7	3,588	0,278 7
18	0,707	0,194	0,718	0,482	1,518	0,475	1,496	1,424	5,856	0,391	1,608	0,985 4	1,014 8	3,640	0,274 7
19	0,688	0,187	0,698	0,497	1,503	0,490	1,483	1,487	5,891	0,403	1,597	0,986 2	1,014 0	3,689	0,271 1
20	0,671	0,180	0,680	0,510	1,490	0,504	1,470	1,549	5,921	0,415	1,585	0,986 9	1,013 3	3,735	0,267 7
21	0,655	0,173	0,663	0,523	1,477	0,516	1,459	1,605	5,951	0,425	1,575	0,987 6	1,012 6	3,778	0,264 7
22	0,640	0,167	0,647	0,534	1,466	0,528	1,448	1,659	5,979	0,434	1,566	0,988 2	1,011 9	3,819	0,261 8
23	0,626	0,162	0,633	0,545	1,455	0,539	1,438	1,710	6,006	0,443	1,557	0,988 7	1,011 4	3,858	0,259 2
24	0,612	0,157	0,619	0,555	1,445	0,549	1,429	1,759	6,031	0,451	1,548	0,989 2	1,010 9	3,895	0,256 7
25	0,600	0,153	0,606	0,565	1,435	0,559	1,420	1,806	6,056	0,459	1,541	0,989 6	1,010 5	3,931	0,254 4

SOURCE: ASTM. Philadelphia, PA, États-Unis.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 8258:1991
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/850fcb33-1573-4946-8464-e36073a392a1/iso-8258-1991

5.2 Cartes de contrôle pour individus (X)

Dans certaines situations de contrôle de processus, il est soit impossible, soit non pratique, d'obtenir des sous-groupes rationnels. Le temps ou le coût nécessaire à la mesure d'une observation est si important que la répétition des observations ne peut être envisagée. Ceci peut typiquement arriver lorsque les mesures sont chères (par exemple dans l'essai destructif) ou lorsque la sortie à tout moment dans le temps est relativement homogène. Dans d'autres situations, il n'existe qu'une valeur possible, par exemple une lecture d'instrument ou une propriété d'un lot de matériaux. Dans de telles situations, il est nécessaire de fonder le contrôle du processus sur des lectures individuelles.

Dans le cas de cartes pour individus, puisqu'il n'y a pas de sous-groupe rationnel pour fournir une estimation de variabilité au sein d'un lot, les limites de contrôle sont souvent fondées sur une mesure de la variation obtenue à partir d'étendues mobiles de deux observations. Une étendue mobile est la différence absolue entre des couples successifs de mesures dans une série, c'est-à-dire la différence entre la première et la seconde mesure, puis entre la seconde et la troisième et ainsi de suite. À partir des étendues mobiles, l'étendue moyenne mobile $\overline{R}$ est calculée et utilisée pour la construction des cartes de contrôle. Ainsi, à partir de toutes les données, la moyenne générale, $\overline{\overline{X}}$, est calculée. Le tableau 3 donne les formules des limites de contrôle pour les cartes de contrôle pour individus.

Certaines précautions doivent être prises pour les cartes de contrôle pour individus:

a) Les cartes pour individus ne sont pas aussi sensibles au changement du processus que les cartes de $\overline{X}$ et R.

b) Il faut faire attention à l'interprétation des cartes pour individus si la distribution du processus n'est pas normale.

c) Les cartes pour individus n'isolent pas la répétabilité échantillon à échantillon du processus et, donc, il peut être préférable, pour certaines applications, d'utiliser la carte conventionnelle de $\overline{X}$ et R avec de petits effectifs d'échantillon de sous-groupe (2 à 4) même si cela nécessite une longue période entre les sous-groupes.

5.3 Cartes de contrôle des médianes (Me)

Les cartes des médianes sont des alternatives aux cartes de $\overline{X}$ et R pour le contrôle d'un processus avec des données de mesures; elles entraînent des conclusions similaires et possèdent des avantages spécifiques. Elles sont d'utilisation facile et ne nécessitent pas autant de calculs. Ceci peut accélérer l'acceptation d'un magasin de l'approche de la carte de contrôle. Puisque les valeurs individuelles (aussi bien que les médianes) sont indiquées, la carte de la médiane montre la dispersion des sorties du processus et donne une image continue de la variation du processus.

Les limites de contrôle des cartes de la médiane sont calculées de deux façons: en utilisant la moyenne des médianes des sous-groupes et la moyenne des étendues ou en utilisant la médiane des médianes des sous-groupes et la moyenne des étendues. Seule la dernière approche, qui est plus facile et plus convenable, est prise en considération dans la présente Norme internationale.

Les limites de contrôle sont calculées comme suit.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 8258:1991
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0f0f0f50-0e33-4b7b-a7b8-8f0f3
e36073a392e/iso-8258-1991

Tableau 3 — Formules des limites de contrôle pour les cartes de contrôle pour individus

Statistique	Sans valeur type connue		Valeurs types connues	
	Ligne centrale	LCS et LCI	Ligne centrale	LCS et LCI
Individus, X	$\overline{X}$	$\overline{X} \pm E_2\overline{R}$	X_0 ou μ	$X_0 \pm 3\sigma_0$
Étendue mobile, R	$\overline{R}$	$D_4\overline{R}$, $D_3\overline{R}$	R_0 ou $d_2\sigma_0$	$D_2\sigma_0$, $D_1\sigma_0$

NOTES

1 X_0, R_0, μ et σ_0 sont les valeurs types connues.

2 $\overline{R}$ représente l'étendue mobile moyenne de $n = 2$ observations.

3 Les valeurs des coefficients d_2, D_1, D_2, D_3, D_4 et indirectement E_2 ($= 3/d_2$) peuvent être obtenues à partir du tableau 2 pour $n = 2$

5.3.1 Carte de la médiane

Ligne centrale $= \overline{Me} =$ moyenne des médianes des sous-groupes

$$LCS_{Me} = \overline{Me} + A_4\overline{R}$$

$$LCI_{Me} = \overline{Me} - A_4\overline{R}$$

La carte de l'étendue est construite de la même façon que dans le cas des cartes de $\overline{X}$ et R en 5.1 .

Les valeurs du coefficient A_4 sont données au tableau 4.

Tableau 4 — Valeurs de A_4

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A_4	1,88	1,19	0,80	0,69	0,55	0,51	0,43	0,41	0,36

Il est recommandé de noter que la carte de la médiane avec des limites 3σ donne une réponse à des conditions de hors contrôle plus lentement que la carte $\overline{X}$.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

5.3.2 Carte de l'étendue

Ligne centrale $= \overline{R} =$ valeur moyenne des valeurs R pour tous les sous-groupes

ISO 8258:1991
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/850fcb33-1373-494b-84b4-e36073a392e1/iso-8258-1991

$$LCS_R = D_4\overline{R}$$

$$LCI_R = D_3\overline{R}$$

Les valeurs des coefficients D_3 et D_4 sont données au tableau 2.

6 Règles de contrôle et interprétation pour les cartes de contrôle par mesures

Le système de cartes de Shewhart stipule que, si la variabilité échantillon à échantillon du processus et la moyenne du processus restaient constantes à leur niveaux présents (comme estimées respectivement par $\overline{R}$ et $\overline{\overline{X}}$), les étendues des sous-groupes individuels (R) et les moyennes ($\overline{X}$) ne devraient varier qu'aléatoirement et ne devraient pour ainsi dire jamais aller au-delà des limites de contrôle. De la même façon, il ne devrait pas y avoir de tendances ni de modèles évidents dans les données au-delà de ce qui devrait vraisemblablement arriver de façon aléatoire.

La carte $\overline{X}$ montre si la moyenne des processus est centrée et indique la stabilité du processus. La carte $\overline{X}$ révèle les variations indésirables entre les sous-groupes, autant que leur moyenne est concernée. La carte R révèle toute variation indésirable au sein des sous-groupes et est un indicateur de l'amplitude de la variabilité du processus étudié. C'est une mesure de la stabilité ou uniformité du processus. La carte R reste sous contrôle si les variations au sein des sous-groupes sont essentiellement les mêmes. Ceci n'arrive que si tous les échantillons reçoivent le même traitement. Si la carte R ne reste pas sous contrôle, ou si son niveau s'élève, cela peut indiquer soit que différents sous-groupes ont subi différents traitements, soit que différents systèmes de cause à effet agissent sur le processus.

Les cartes $\overline{X}$ peuvent également être affectées par des conditions de hors contrôle sur la carte R. Puisque l'aptitude pour interpréter soit les étendues des sous-groupes, soit la moyenne des sous-groupes, dépend de l'estimation de la variabilité pièce-à-pièce, la carte R est analysée en premier. Il est recommandé de suivre les règles de contrôle suivantes.

6.1 Recueillir et analyser les données, les calculs des moyennes et les étendues.

6.2 Tracer la carte R en premier. Comparer les points par rapport aux limites de contrôle pour les points hors contrôle ou pour des modèles ou tendances inhabituels. Pour chaque indication d'une cause assignable dans les données des étendues, faire une analyse de l'opération du processus pour déterminer la cause; corriger cette situation et prévenir sa répétition.

6.3 Exclure tous les sous-groupes affectés par une cause assignable identifiable, puis recalculer et tracer la nouvelle étendue moyenne ($\overline{R}$) et les limites de contrôle. Confirmer que tous les points d'étendue montrent un contrôle statistique en comparaison avec les nouvelles limites, en répétant la séquence identification/correction/calcul, si nécessaire.

6.4 Si un sous-groupe a été supprimé de la carte R, suite à une cause assignable identifiée, il doit être également exclu de la carte $\overline{X}$. $\overline{R}$ et $\overline{\overline{X}}$ révisés doivent être utilisés pour recalculer les limites de contrôle de vérification pour les moyennes $\overline{\overline{X}} \pm A_2\overline{R}$.

NOTE 2 L'exclusion de sous-groupes représentant des conditions hors contrôle n'est pas juste «jeter de mauvaises données». Plutôt, par l'exclusion de points affectés par des causes assignables connues, nous avons une meilleure estimation du niveau historique des variations dues à des causes aléatoires. Ceci, en bref, donne la base la plus appropriée pour des limites de contrôle utilisées pour détecter plus efficacement les futures arrivées de causes assignables de variation.