
**Méthodes statistiques dans la
gestion de processus — Aptitude et
performance —**

**Partie 8:
Aptitude machine d'un procédé de
production multimodal**

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

*Statistical methods in process management — Capability and
performance —*

Part 8: Machine performance of a multi-state production process

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8152910d-e888-4087-9153-16c470deaf43/iso-22514-8-2014>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 22514-8:2014](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8152910d-e888-4087-9153-16c470deaf43/iso-22514-8-2014)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8152910d-e888-4087-9153-16c470deaf43/iso-22514-8-2014>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2014

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	2
3 Termes et définitions	2
4 Symboles et abréviations	6
5 Analyse technique préliminaire du processus	7
5.1 Généralités.....	7
5.2 Identification des facteurs intrinsèques.....	7
5.3 Détermination des modes spécifiques au processus.....	7
6 Vérifications préliminaires avant de calculer les indices de performance machine	8
6.1 Système de mesure.....	8
6.2 Définition du plan d'échantillonnage pour l'estimation de la dispersion intrinsèque globale.....	8
7 Estimation de la dispersion intrinsèque globale et calcul des indices de performance machine	9
7.1 Généralités.....	9
7.2 Vérification de l'absence de valeurs aberrantes dans l'ensemble des résultats de mesure obtenus.....	10
7.3 Détermination des étendues des dispersions intrinsèques locales.....	11
7.4 Détermination des positions des dispersions intrinsèques locales.....	12
7.5 Dispersion intrinsèque globale: type et estimation.....	13
7.6 Calcul des indices d'aptitude P_m et P_{mk}	15
7.7 Seuils d'acceptation des indices de performance machine.....	16
Annexe A (informative) Modes qualifiant un procédé de traitement	18
Annexe B (normative) Tests statistiques	35
Bibliographie	40

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 (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'OMC concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: [Avant-propos — Informations supplémentaires](http://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8152910d-c688-4687-9153-16c470deaf43/iso-22514-8-2014).

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 69, *Application des méthodes statistiques*, sous-comité SC 4, *Application de méthodes statistiques au management de processus*.

L'ISO 22514 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Méthodes statistiques dans la gestion de processus — Aptitude et performance*:

- *Partie 1: Principes et concepts généraux*
- *Partie 2: Aptitude de processus et performance des modèles de processus dépendants du temps*
- *Partie 3: Études de performance de machines pour des données mesurées sur des parties discrètes*
- *Partie 4: Estimations de l'aptitude de processus et mesures de performance [Rapport technique]*
- *Partie 6: Statistiques de capacité pour un processus caractérisé par une distribution normale multivariée*
- *Partie 7: Aptitude des processus de mesure*
- *Partie 8: Aptitude machine d'un procédé de production multimodal*

Introduction

La méthodologie présentée dans la présente partie de l'ISO 22514 fournit la plate-forme permettant de produire les éléments requis pour déterminer l'aptitude d'un processus à long terme et sa conduite, pour une caractéristique donnée du produit. Elle peut, par exemple, permettre de:

- définir la procédure d'échantillonnage dans ou en cours de processus;
- prédire, pour des fours à charge, une plage de variation d'aptitude du processus couvrant toutes les pièces d'une même charge, après qu'une variation de charge partielle a été observée et caractérisée; et
- suivre, pour un moulage multi-empreintes, les évolutions des plages de variations extrêmes en considérant différentes positions dans le moule, chaque variation des empreintes du moule ayant été préalablement caractérisée.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 22514-8:2014](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8152910d-e888-4087-9153-16c470deaf43/iso-22514-8-2014)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8152910d-e888-4087-9153-16c470deaf43/iso-22514-8-2014>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 22514-8:2014

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8152910d-e888-4087-9153-16c470deaf43/iso-22514-8-2014>

Méthodes statistiques dans la gestion de processus — Aptitude et performance —

Partie 8: Aptitude machine d'un procédé de production multimodal

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 22514 a pour objectif de définir la méthode d'évaluation permettant de quantifier l'aptitude à court terme d'un processus de production (aptitude du moyen de production, couramment appelée capabilité), c'est-à-dire l'indice de performance machine, à assurer la conformité d'une caractéristique tolérancée mesurable du produit, lorsque ledit processus ne comporte aucun système de tri.

Si le processus de production intègre un système de tri, alors celui-ci (écartant les pièces non conformes), devrait être analysé indépendamment.

La présente partie de l'ISO 22514 n'a pas pour objectif de définir des méthodes d'évaluation de l'aptitude d'un processus de production fondées sur une observation à long terme (indices d'aptitude ou de performance de processus).

La présente partie de l'ISO 22514 définit:

- les principes de développement d'indicateurs pour quantifier l'aptitude, et
- les méthodes statistiques à employer.

Les caractéristiques utilisées pour évaluer l'aptitude d'un processus de production ont des distributions statistiques et il est supposé a priori qu'au moins l'une de ces distributions est multimodale. Une distribution est présumée multimodale si elle résulte de l'effet marqué d'au moins une cause induisant une différence significative entre les éléments produits.

La présente partie de l'ISO 22514 s'applique, par exemple, à des caractéristiques générées par les processus, telles que:

- le moulage multi-empreintes: produisant simultanément plusieurs pièces identiques à l'aide d'un moule comportant plusieurs empreintes.

Étant donné que chaque empreinte a sa propre géométrie et sa propre position dans l'architecture du moule, elle peut créer une différence systémique sur le résultat obtenu;

- usinage multi-posage: une pièce produite simultanément, mais les pièces produites sont positionnées par rapport au moyen de production par différents systèmes de posage.

Étant donné que chaque posage a sa propre géométrie, ses propres dispositifs de bridage, etc., il peut créer une différence systématique sur le résultat obtenu;

- traitements par charge: traitement thermique appliqué en même temps à un ensemble de pièces identiques (charge) réparties dans un espace prédéfini du four. L'exposition d'un élément du lot par rapport au four peut influencer sur le résultat obtenu.

Chaque empreinte, montage ou position dans la fournée correspond à un état différent. Le processus multi-états peut être considéré comme le résultat de la combinaison de différents états dans le même processus (par exemple empreinte, posage, position dans la charge).

NOTE Il est nécessaire de s'assurer que de telles différences systématiques, si elles existent, ne constituent qu'une très faible proportion de l'erreur admissible de sorte que leur impact soit inoffensif et n'affecte pas les aptitudes du processus.

2 Références normatives

Les documents ci-après, dans leur intégralité ou non, sont des références normatives indispensables à l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 3534 (toutes les parties), *Statistique — Vocabulaire et symboles*

ISO 5725 (toutes les parties), *Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure*

ISO 22514-3, *Méthodes statistiques dans la gestion de processus — Aptitude et performance — Partie 3: Études de performance de machines pour des données mesurées sur des parties discrètes*

Guide ISO/IEC 98-3:2008, *Incertitude de mesure — Partie 3: Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM:1995)*

Guide ISO/IEC 99:2007, *Vocabulaire international de métrologie — Concepts fondamentaux et généraux et termes associés (VIM)*

ITeC STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

3 Termes et définitions

ISO 22514-8:2014

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8152910d-e888-4087-9153-16c470deaf43/iso-22514-8-2014>

3.1

moyen de production

machine ou ensemble de machines de production réalisant toutes les opérations nécessaires pour la production, des fournitures livrées jusqu'au produit livrable

3.2

processus

ensemble d'activités corrélées ou interactives qui transforme des éléments d'entrée en éléments de sortie

Note 1 à l'article: Les éléments d'entrée d'un processus sont généralement les éléments de sortie d'autres processus.

Note 2 à l'article: Les processus d'un organisme sont généralement planifiés et mis en œuvre dans des conditions maîtrisées afin d'apporter une valeur ajoutée.

Note 3 à l'article: Lorsque la conformité du produit résultant ne peut être immédiatement ou économiquement vérifiée, le processus est souvent qualifié de «procédé spécial».

Note 4 à l'article: Cet ensemble englobe toutes les ressources nécessaires: moyens de production, main d'œuvre, procédures d'exploitation, maintenance, etc.

[SOURCE: ISO 9000:2005, 3.4.1]

3.3**équipement (ou outillage)**

élément interchangeable d'un moyen de production permettant de fabriquer des produits différents et qui ne peut pas être considéré comme un élément d'usure

EXEMPLE Moule d'une machine de moulage par injection – Contre-exemple: en usinage, un outil de coupe ne peut pas être considéré comme un élément d'équipement.

3.4**opération du processus**

étape du processus de production conduisant à un état final ou intermédiaire du produit

3.5**caractéristique tolérancée du produit**

caractéristique quantitative du produit pour laquelle les *limites de spécification supérieures* (ISO 3534-2) et/ou les *limites de spécification inférieures* (ISO 3534-2) sont prescrites

3.6**intervalle de dispersion (ou dispersion d'une caractéristique)**

intervalle dans lequel tous les éléments sont produits

Note 1 à l'article: Lorsque l'intervalle de dispersion est estimé à partir de méthodes statistiques, il est estimé à partir de son intervalle de référence (ISO 3534-2).

Note 2 à l'article: Tout processus comporte autant d'intervalles de dispersion que de caractéristiques produites. Par exemple, un produit présentant quatre caractéristiques différentes, à savoir longueur, largeur, hauteur et poids, est produit en incluant des sources de variation systématiques (maîtrisables) et aléatoires (non maîtrisables) par un seul moyen de production au cours d'une seule opération. Cette opération est donc associée à quatre intervalles de dispersion différents.

3.7**intervalle de dispersion intrinsèque (ou dispersion instantanée)**

intervalle de dispersion observable pour une caractéristique observée sur des éléments produits sur une période durant laquelle les paramètres de mise en œuvre du processus n'ont pas varié: même opérateur, même méthode, même équipement, même lot de matières premières homogènes, même température, etc.

Note 1 à l'article: La distribution statistique sous-jacente est appelée distribution intrinsèque (ou instantanée).

Note 2 à l'article: En cas de dérive du paramétrage d'un processus (par exemple la dérive provoquée par une usure de l'outil), il est de pratique courante d'inclure cette dérive dans la dispersion de la production au lieu de l'intégrer à l'estimation de la dispersion intrinsèque.

Note 3 à l'article: Cet intervalle de dispersion intrinsèque est également appelé dispersion instantanée car il affecte la production à un instant donné.

Note 4 à l'article: Une opération de traitement comporte autant d'intervalles de dispersion intrinsèque que de caractéristiques produites. Un produit présentant quatre caractéristiques différentes, à savoir longueur, largeur, hauteur et poids, est produit en une seule opération. Cette opération est donc associée à quatre intervalles de dispersion intrinsèque différents.

Note 5 à l'article: L'intervalle de dispersion intrinsèque est identique à la dispersion naturelle ou propre.

Note 6 à l'article: Dans certaines industries, l'intervalle de dispersion intrinsèque est appelé «dispersion du moyen de production», le moyen de production englobant la machine et son équipement.

3.8**facteur intrinsèque**

condition interne au processus de production et impliquée dans l'intervalle de dispersion intrinsèque, et qui a différentes modalités, chaque élément produit provient d'une seule de ces modalités

EXEMPLE 1 Les empreintes d'un moule: chaque empreinte définit une modalité du facteur «empreinte»; posages d'usinage supposés être identiques; chaque posage définit une modalité du facteur «posage».

EXEMPLE 2 Si deux vitesses différentes sont appliquées pendant le même processus de production pour fabriquer le produit (un premier cycle à faible vitesse suivi d'un deuxième cycle à vitesse élevée), la vitesse n'est alors pas un facteur intrinsèque.

3.9
mode (d'un processus)
état d'un processus

configuration spécifique de l'ensemble complet des facteurs intrinsèques, où chaque facteur intrinsèque prend l'un de ses états

EXEMPLE Voir [Figure 1](#).

Cette configuration implique six modes:

- état C1 F1;
- état C2 F1;
- état C3 F1;
- état C1 F2;
- état C2 F2;
- état C3 F2;

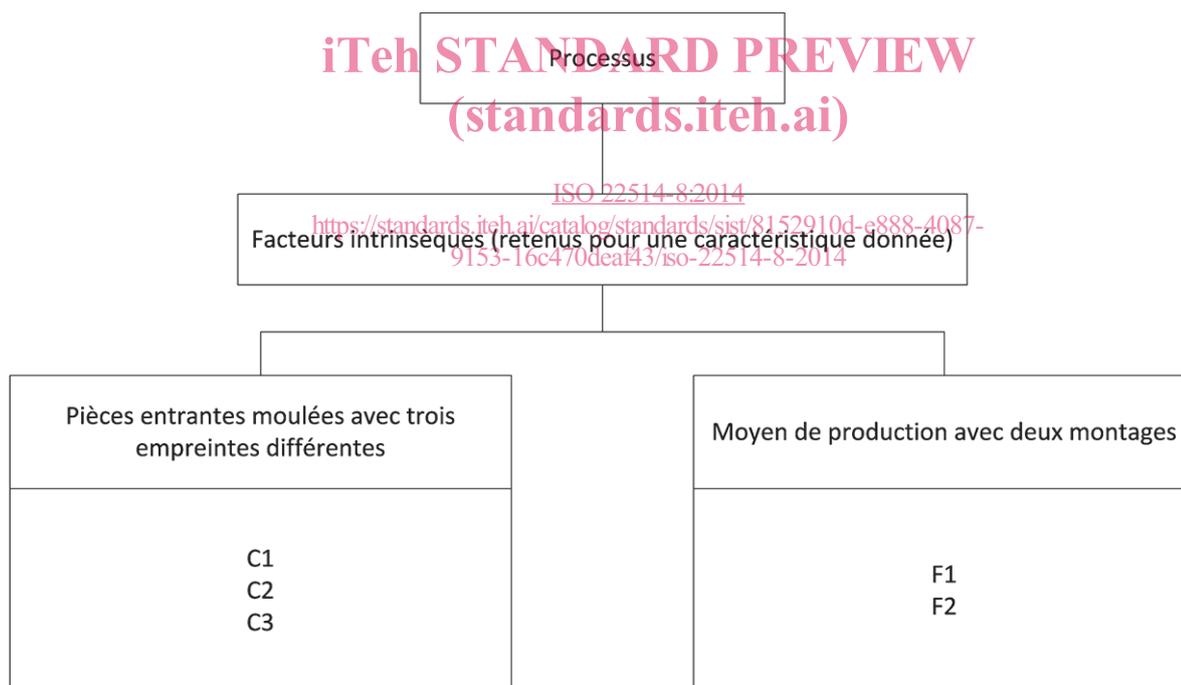


Figure 1 — Processus avec deux facteurs intrinsèques (identifiant d’empreinte, identifiant de montage)

Note 1 à l'article: Un mode du processus génère une distribution statistique. Les distributions statistiques associées aux différents modes du processus peuvent être similaires ou différentes.

Note 2 à l'article: Pour un processus simple qui ne produit qu'une seule pièce à la fois en utilisant un seul équipement et une seule qualité d'entrants, il n'y aura a priori qu'un seul mode. À partir du moment où plusieurs pièces sont produites simultanément dans différentes conditions (équipements différents, positions différentes dans la charge, etc.), il y aura a priori différents modes.

Note 3 à l'article: Si le processus de production gère simultanément un ensemble de p pièces, il peut y avoir p modes différents.

3.10**processus (de production) multi-modal**

processus par lequel différents modes génèrent des distributions statistiques qui ont différentes étendues de dispersion et/ou positions de dispersion (voir [Figure 2](#))

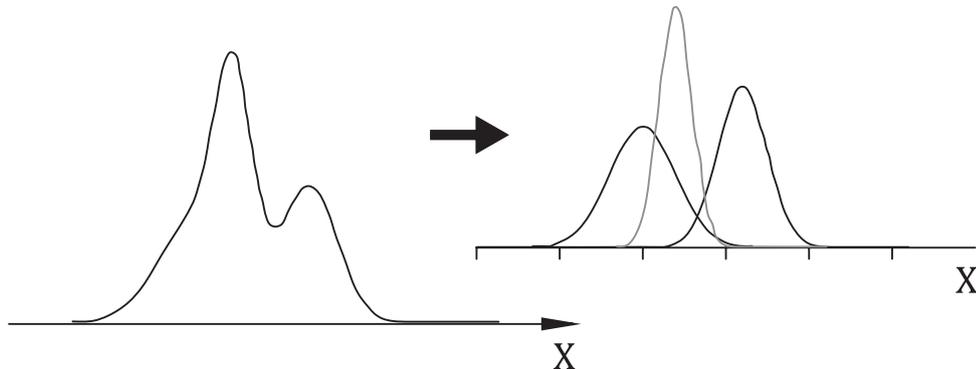


Figure 2 — Exemple illustrant la distribution d'un processus multi modal et sa décomposition en mode qui suivent chacun une loi normale

3.11**(intervalle de) dispersion intrinsèque locale**

intervalle de dispersion intrinsèque observable associé à l'un des modes du processus

EXEMPLES

- intervalle de dispersion intrinsèque locale associé au moule n° 2 sur l'empreinte n° 5;
- intervalle de dispersion intrinsèque locale aux coordonnées $X = 500$, $Y = 500$, $Z = 500$ à l'intérieur du four à charge; <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8152910d-e888-4087-9153-16c470deaf43/iso-22514-8-2014>
- intervalle de dispersion intrinsèque locale du côté gauche du tapis (convoyeur) sur un intervalle de temps donné dans un four à tapis.

3.12**(intervalle de) dispersion intrinsèque globale**

intervalle de dispersion intrinsèque observable lors de la mise en commun des résultats de la combinaison de différents modes du processus

3.13**(intervalle de) dispersion de la production**

intervalle de dispersion observable pour une caractéristique observée sur des éléments produits sur une période représentative typique durant laquelle les différents paramètres de mise en œuvre du processus peuvent avoir varié

Note 1 à l'article: Le paramètre qui a varié dans l'intervalle de dispersion de la production peut être, par exemple:

- changement d'opérateurs,
- réglages, ou
- changement de lot de matières premières, etc.

Note 2 à l'article: La distribution statistique sous-jacente est appelée distribution de la production.

Note 3 à l'article: La période de production observée n'est pas normalisée. Selon la manière dont les indices d'aptitude sont utilisés, cette période est fixée soit en interne par le fabricant du produit soit contractuellement par accord entre le fournisseur et le client.

3.14

incertitude de mesure

paramètre associé au résultat d'un mesurage, qui caractérise la dispersion des valeurs qui pourraient raisonnablement être attribuées au mesurande (grandeur à observer)

Note 1 à l'article: Le paramètre définissant un intervalle, autour du résultat d'un mesurage, dont on puisse s'attendre à ce qu'il comprenne une fraction élevée de la distribution des valeurs qui pourraient être attribuées raisonnablement au mesurande, est appelée incertitude élargie.

[SOURCE: adapté au VIM]

Note 2 à l'article: La présente partie de l'ISO 22514 s'appuie sur le principe que l'incertitude élargie est évaluée à un niveau de confiance de 95,44 %, selon une pratique courante.

4 Symboles et abréviations

Pour les besoins du présent document, les symboles et abréviations suivants s'appliquent.

L	limite de spécification inférieure
U	limite de spécification supérieure
T	tolérance spécifiée (= $U - L$)
D_i	terme générique utilisé pour désigner l'étendue de la dispersion intrinsèque
D_{ig}	étendue de la dispersion intrinsèque globale
k	nombre de modes étudiés
n	effectif d'échantillonnage (nombre de pièces mesurées par mode), qui est considéré le même pour tous les modes
N	effectif total de l'échantillon (nombre total de pièces échantillonnées: $N = n \cdot k$)
D_{ij}	étendue de la dispersion intrinsèque locale du mode j
D_{il}	étendue de la dispersion intrinsèque locale lorsque les largeurs ne dépendent pas du mode
$D_{i,l,j}$	demi-étendue du côté de la pente inférieure de l'intervalle de dispersion intrinsèque locale du mode j (voir Figure 3)
$D_{i,u,j}$	demi-étendue du côté de la pente supérieure de l'intervalle de dispersion intrinsèque locale du mode j (voir Figure 3)
$D_{i,el}$	demi-étendue du côté de la pente inférieure de l'intervalle de dispersion intrinsèque locale du mode ayant la limite de dispersion la plus petite
$D_{i,u,er}$	demi-étendue du côté de la pente supérieure de l'intervalle de dispersion intrinsèque locale du mode ayant la limite de dispersion la plus élevée
D_{i_l}	demi-étendue du côté de la pente inférieure de la dispersion intrinsèque locale lorsque les largeurs ne dépendent pas du mode
D_{i_u}	demi-étendue du côté de la pente supérieure de la dispersion intrinsèque locale lorsque les largeurs ne dépendent pas du mode
$X_{\alpha\%}$	fractile à $\alpha\%$ de la distribution sans tenir compte des différents modes
$X_{\alpha\%,j}$	fractile à $\alpha\%$ de la distribution du mode j
\bar{x}_j	moyenne du mode j

\tilde{x}_j	médiane du mode j
\bar{X}	moyenne des valeurs des échantillons, une fois les valeurs aberrantes éliminées
Δm	plage des positions extrêmes des intervalles de dispersion intrinsèque locale lorsque cette différence est nettement différente de zéro
Δm^*	valeur maximale de Δm observable lorsque les positions relatives des différents intervalles de dispersion intrinsèque locale varient indépendamment les unes des autres dans le temps
Δa	amplitude de la valeur aberrante (exprimée de façon algébrique), lorsqu'une valeur aberrante est enregistrée

5 Analyse technique préliminaire du processus

5.1 Généralités

L'analyse préliminaire est conçue pour déterminer les facteurs intrinsèques et leurs modalités, et donc définir les états du processus susceptibles d'être rencontrés.

Pour une opération du processus, il convient de poser une hypothèse, par caractéristique, sur le fait que le processus produit ou non une distribution multimodale. Si elle est supposée être multimodale, il sera alors nécessaire de définir les modes susceptibles d'être rencontrés.

5.2 Identification des facteurs intrinsèques

L'analyste chargé de cette analyse préliminaire en amont doit tout d'abord définir les facteurs intrinsèques susceptibles d'agir comme des sources de différenciation et donc générer différentes distributions statistiques. L'analyste doit également définir les différentes modalités possibles pour chaque facteur intrinsèque identifié.

EXEMPLES

- Mise en position de la pièce par rapport à la machine (montages multi-postes, charge de traitement thermique);
- interface produit-machine (montages différents, dispositifs de bridage différents, etc.);
- différentes configurations de montage (rainures-guides, empreintes de moulage, positions sur le convoyeur, etc.).

5.3 Détermination des modes spécifiques au processus

L'analyste du processus doit intégrer différents facteurs de contrainte (économiques, organisationnels, etc.) de manière à établir une liste restreinte des modes particuliers jugés représentatifs des modes extrêmes du processus.

EXEMPLES

- pour un procédé de traitement thermique impliquant un four à charge, dans lequel chaque charge contient 300 pièces, l'analyste du procédé pourrait, par exemple, sélectionner quatre positions parmi les 300 modes possibles: une au niveau de la porte du four, une proche de l'arrière du four et deux proches du centre (une au centre de la charge et une au sommet de la charge), au niveau desquelles l'analyste pense observer les effets des modes extrêmes sur la base de sa connaissance du four;
- pour un procédé d'usinage de culasse utilisant 400 posages (adaptateurs), l'analyste du procédé pourrait sélectionner uniquement six posages. Sur la base d'une analyse des relevés géométriques