



**Norme
internationale**

ISO 22514-7

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

**Partie 7:
Aptitude des processus de mesure**

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

Part 7: Capability of measurement processes

**Troisième édition
2026-09**

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2026

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée 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 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
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	1
3 Termes et définitions	1
4 Symboles et termes abrégés	6
4.1 Symboles	6
4.2 Abréviations	9
5 Principes de base	9
5.1 Généralités	9
5.2 Résolution	10
5.3 Erreur maximale tolérée connue et utilisée	11
5.3.1 Généralités	11
5.3.2 Erreur maximale tolérée du système de mesure, MPE	11
5.4 Limites d'aptitude et de performance pour un système de mesure et un processus de mesure	12
6 Mise en œuvre	12
6.1 Généralités	12
6.2 Facteurs qui influencent le processus de mesure	12
6.2.1 Généralités	12
6.2.2 Composantes d'incertitude liées au système de mesure	13
6.2.3 Composantes d'incertitude supplémentaires liées au processus de mesure	15
7 Études pour le calcul des composantes d'incertitude	18
7.1 Système de mesure	18
7.1.1 Généralités	18
7.1.2 Répétabilité et biais fondés sur un étalon de référence	19
7.1.3 Incertitude-type due à l'écart de linéarité	20
8 Calcul de l'incertitude composée	23
8.1 Généralités	23
8.2 Calcul de l'incertitude élargie	24
9 Aptitude	25
9.1 Ratios de performance	25
9.1.1 Généralités	25
9.1.2 Ratio de performance du système de mesure	25
9.1.3 Ratio de performance du processus de mesure	25
9.2 Indicateurs d'aptitude	25
9.3 Aptitude d'un processus de mesure associé à des spécifications unilatérales	26
10 Aptitude du processus de mesure par rapport à l'aptitude du processus de production	30
10.1 Relation entre l'aptitude du processus observée et les ratios d'aptitude de mesure	30
10.2 Relation entre aptitude de processus observée et aptitude de mesure	32
11 Revue continue de la stabilité du processus de mesure	32
11.1 Revue continue de la stabilité	32
Annexe A (informative) Exemples	34
Annexe B (informative) Méthodes statistiques utilisées	40
Annexe C (informative) Exemple de calcul de l'aptitude de mesure	45
Bibliographie	54

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'ISO attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'ISO ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'ISO n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse www.iso.org/brevets. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié tout ou partie de tels droits de brevet.

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 nature volontaire des normes, 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'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 69, *Application des méthodes statistiques*, sous-comité SC 4, *Application de méthodes statistiques au management de produits et de processus*.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 22514-7:2021), qui a fait l'objet d'une révision technique. Elle intègre également l'Amendement ISO 22514-7:2021/Amd.1:2024.

Les principales modifications sont les suivantes:

- actualisation de la Norme internationale en y intégrant les modifications issues de l'Amendement;
- modification du domaine d'application;
- ajout d'une numérotation pour les formules;
- correction de la [Formule \(57\)](#);
- nouvelle numérotation de l'ancien Tableau 12 qui devient le [Tableau 10](#);
- suppression de l'Article 12, dont le contenu sera transféré dans l'ISO 22514-5;
- ajout de l'[Annexe C](#).

Une liste de toutes les parties de la série ISO 22514 se trouve sur le site web de l'ISO.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html.

Introduction

Le but d'un processus de mesure est de produire des résultats de mesure obtenus à partir de caractéristiques définies sur des parties ou des processus. L'aptitude d'un processus de mesure est déterminée à partir des propriétés statistiques des mesures issues d'un processus de mesure fonctionnant d'une manière prévisible.

Les calculs des indicateurs d'aptitude et de performance sont fondés sur les résultats de mesure. L'incertitude du processus de mesure utilisé pour produire des indicateurs d'aptitude et de performance est estimée avant que les indicateurs ne soient significatifs. Il convient que l'incertitude de mesure réelle soit suffisamment faible.

Si le processus de mesure est utilisé pour juger si une caractéristique d'un produit est conforme ou non à une spécification, l'incertitude du processus de mesure est comparée à la spécification proprement dite. Si le processus de mesure est utilisé pour la maîtrise de processus d'une caractéristique, il convient de comparer l'incertitude à la variation du processus. Les limites d'acceptabilité sont énoncées dans les deux cas.

La qualité des résultats de mesure est donnée par l'incertitude du processus de mesure. Cela est défini par les propriétés statistiques de mesures multiples, ou par les estimations des propriétés, sur la base de la connaissance du processus de mesure.

Les méthodes spécifiées dans le présent document portent sur l'incertitude de mise en œuvre (pour plus d'informations sur l'incertitude de mise en œuvre, voir l'ISO 17450-2). En conséquence, elles ne sont utiles que si l'on sait que l'incertitude liée à la méthode de mesure et l'incertitude engendrée par la spécification sont faibles par rapport à l'incertitude de mise en œuvre. Le présent document spécifie des méthodes pour définir et calculer des indicateurs d'aptitude relatifs à des processus de mesure sur la base d'incertitudes estimées. La présente approche est fondée sur l'approche donnée dans le Guide ISO/IEC 98-3 (GUM).

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai

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

Partie 7: Aptitude des processus de mesure

1 Domaine d'application

Le présent document définit une procédure pour valider des systèmes de mesure et un processus de mesure dans le but de déterminer si le processus de mesure peut satisfaire aux exigences relatives à une opération de mesure spécifique avec une recommandation de critères d'acceptation. Les critères d'acceptation sont définis par une valeur d'aptitude (C_{MS} pour le système de mesure, C_{MP} pour le processus de mesure) ou par un ratio d'aptitude (Q_{MS} pour le système de mesure, Q_{MP} pour le processus de mesure).

NOTE Le présent document utilise une approche fondée sur celle employée dans le Guide ISO/IEC 98-3 (GUM), et établit une procédure de base simplifiée permettant d'énoncer et de combiner les composantes d'incertitude utilisées pour estimer un indicateur d'aptitude (ou une "capabilité") pour un processus de mesure donné.

Le présent document est essentiellement destiné à être utilisé pour des processus de mesure simples à une dimension lorsque l'on sait que l'incertitude liée à la méthode de mesure et l'incertitude engendrée par la spécification sont faibles par rapport à l'incertitude de mise en œuvre. Il peut être également utilisé dans des cas similaires, lorsque les mesures sont utilisées pour estimer l'aptitude ou la performance d'un processus.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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 3534-1, *Statistique — Vocabulaire et symboles — Partie 1: Termes statistiques généraux et termes utilisés en calcul des probabilités*

ISO 3534-2, *Statistique — Vocabulaire et symboles — Partie 2: Statistique appliquée*

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

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

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de l'ISO 3534-1, l'ISO 3534-2 et l'ISO 5725 (toutes les parties) ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>

3.1

erreur maximale tolérée **erreur de mesure maximale tolérée** **limite d'erreur** **MPE**

valeur extrême de l'erreur de mesure, par rapport à une *valeur de référence* (3.15), connue, qui est tolérée par les spécifications ou règlements pour un mesurage, un instrument de mesure ou un système de mesure donné

Note 1 à l'article: Les termes "erreurs maximales tolérées" ou "limites d'erreur" sont généralement utilisés lorsqu'il y a deux valeurs extrêmes.

Note 2 à l'article: Le terme "tolérance" ne peut pas être utilisé pour désigner "l'erreur maximale tolérée".

[SOURCE: Guide ISO/IEC 99:2007, 4.26, modifié: L'abréviation "MPE" a été ajoutée et le terme toléré/synonyme "erreur maximale tolérée" a été défini comme le terme recommandé.]

3.2

mesurande grandeur que l'on veut mesurer

Note 1 à l'article: La spécification d'un mesurande nécessite la connaissance de la nature de grandeur et la description de l'état du phénomène, du corps ou de la substance dont la grandeur est une propriété, incluant tout constituant pertinent, et les entités chimiques en jeu.

Note 2 à l'article: Dans la troisième édition du VIM, le mesurande est défini comme la "grandeur soumise à mesurage".

Note 3 à l'article: Il se peut que le mesurage, incluant le système de mesure et les conditions sous lesquelles le mesurage est effectué, modifie le phénomène, le corps ou la substance de sorte que la grandeur mesurée peut différer du mesurande. Dans ce cas, une correction appropriée est nécessaire.

EXEMPLE 1 La différence de potentiel entre les bornes d'une batterie peut diminuer lorsqu'on la mesure en employant un voltmètre ayant une conductance interne importante. La différence de potentiel en circuit ouvert peut alors être calculée à partir des résistances internes de la batterie et du voltmètre.

EXEMPLE 2 La longueur d'une tige en équilibre avec la température ambiante de 23 °C sera différente de la longueur à la température spécifiée de 20 °C, qui est le mesurande. Dans ce cas, une correction est nécessaire.

Note 4 à l'article: En chimie, l'expression "substance à analyser", ou le nom d'une substance ou d'un composé, sont quelquefois utilisés à la place de "mesurande". Cet usage est erroné puisque ces termes ne désignent pas des grandeurs.

[SOURCE: Guide ISO/IEC 99:2007, 2.3, modifié: La Note 2 à l'article a été modifiée.]

3.3

incertitude de mesure **incertitude**

paramètre non négatif qui caractérise la dispersion des valeurs attribuées à un *mesurande* (3.2), à partir des informations utilisées

Note 1 à l'article: L'incertitude de mesure comprend des composantes provenant d'effets systématiques, telles que les composantes associées aux corrections et aux valeurs assignées des étalons, ainsi que l'incertitude définitionnelle. Parfois, on ne corrige pas des effets systématiques estimés, mais on insère plutôt des composantes associées de l'incertitude.

Note 2 à l'article: Le paramètre peut être, par exemple, un écart-type appelé *incertitude-type* (3.6) (ou un de ses multiples) ou la demi-étendue d'un intervalle ayant une probabilité de couverture déterminée.

Note 3 à l'article: L'incertitude de mesure comprend en général de nombreuses composantes. Certaines peuvent être évaluées par une *évaluation de type A de l'incertitude* (3.4) à partir de la distribution statistique des valeurs provenant de séries de mesurages et peuvent être caractérisées par des écarts-types. Les autres composantes, qui peuvent être évaluées par une *évaluation de type B de l'incertitude* (3.5), peuvent aussi être caractérisées par des écarts-types, évalués à partir de fonctions de densité de probabilité fondées sur l'expérience ou d'autres informations.

Note 4 à l'article: En général, pour des informations données, on sous-entend que l'incertitude de mesure est associée à une valeur déterminée attribuée au mesurande. Une modification de cette valeur entraîne une modification de l'incertitude associée.

[SOURCE: Guide ISO/IEC 99:2007, 2.26]

3.4 évaluation de type A de l'incertitude évaluation de type A

évaluation d'une composante de l'*incertitude de mesure* (3.3) par une analyse statistique des valeurs mesurées obtenues dans des conditions définies de mesurage

Note 1 à l'article: Pour divers types de conditions de mesurage, voir condition de répétabilité, condition de fidélité intermédiaire et condition de reproductibilité.

Note 2 à l'article: Voir par exemple le Guide ISO/IEC 98-3 pour des informations sur l'analyse statistique.

Note 3 à l'article: Voir aussi le Guide ISO/IEC 98-3:2008, 2.3.2, l'ISO 5725 (toutes les parties), l'ISO 13528, l'ISO 21748, l'ISO/TS 21749.

[SOURCE: Guide ISO/IEC 99:2007, 2.28]

3.5 évaluation de type B de l'incertitude évaluation de type B

évaluation d'une composante de l'*incertitude de mesure* (3.3) par d'autres moyens qu'une *évaluation de type A de l'incertitude* (3.4)

EXEMPLE Évaluation fondée sur des informations

- associées à des valeurs publiées faisant autorité,
- associées à la valeur d'un matériau de référence certifié,
- obtenues à partir d'un certificat d'étalonnage,
- concernant la dérive,
- obtenues à partir de la classe d'exactitude d'un instrument de mesure vérifié,
- obtenues à partir de limites déduites de l'expérience personnelle.

Note 1 à l'article: Voir aussi le Guide ISO/IEC 98-3:2008, 2.3.3.

[SOURCE: Guide ISO/IEC 99:2007, 2.29]

3.6 incertitude-type

incertitude de mesure (3.3) exprimée sous la forme d'un écart-type

[SOURCE: Guide ISO/IEC 99:2007, 2.30]

3.7 incertitude-type composée

incertitude-type (3.6) obtenue en utilisant les incertitudes-types individuelles associées aux grandeurs d'entrée dans un *modèle de mesure* (3.11)

Note 1 à l'article: Lorsqu'il existe des corrélations entre les grandeurs d'entrée dans un modèle de mesure, il faut aussi prendre en compte des covariances dans le calcul de l'incertitude-type composée; voir aussi le Guide ISO/IEC 98-3:2008, 2.3.4.

[SOURCE: Guide ISO/IEC 99:2007, 2.31]

3.8

incertitude élargie

produit d'une *incertitude-type composée* (3.7) et d'un facteur supérieur au nombre un

Note 1 à l'article: Le facteur dépend du type de la loi de probabilité de la grandeur de sortie dans un *modèle de mesure* (3.11) et de la probabilité de couverture choisie.

Note 2 à l'article: Le facteur qui intervient dans la définition est un facteur d'élargissement.

Note 3 à l'article: L'incertitude élargie est appelée "incertitude globale" au [paragraphe 5](#) de la Recommandation INC-1 (1980) (voir le GUM) et simplement "incertitude" dans les documents de l'IEC.

[SOURCE: Guide ISO/IEC 99:2007, 2.35, modifié: La modification apportée à la version anglaise n'entraîne aucune modification de la version française.]

3.9

biais de mesure

biais

estimation d'une erreur systématique

[SOURCE: Guide ISO/IEC 99:2007, 2.18]

3.10

résultat de mesure

ensemble de valeurs attribuées à un *mesurande* (3.2), complété par toute autre information pertinente disponible

Note 1 à l'article: Un résultat de mesure contient généralement des informations pertinentes sur l'ensemble de valeurs, certaines pouvant être plus représentatives du mesurande que d'autres. Cela peut s'exprimer sous la forme d'une fonction de densité de probabilité.

Note 2 à l'article: Le résultat de mesure est généralement exprimé par une valeur mesurée unique et une *incertitude de mesure* (3.3). Si l'on considère l'incertitude de mesure comme négligeable dans un certain but, le résultat de mesure peut être exprimé par une seule valeur mesurée. Dans de nombreux domaines, c'est la manière la plus usuelle d'exprimer un résultat de mesure.

Note 3 à l'article: Dans la littérature traditionnelle et dans l'édition précédente du VIM, le résultat de mesure était défini comme une valeur attribuée à un mesurande et pouvait se référer à une indication, un résultat brut ou un résultat corrigé, selon le contexte.

3.11

modèle de mesure

modèle

relation mathématique entre toutes les grandeurs qui interviennent dans un mesurage

Note 1 à l'article: Une forme générale d'un modèle de mesure est l'équation $h(Y, X_1, \dots, X_n) = 0$, où Y , la grandeur de sortie dans le modèle de mesure, est le *mesurande* (3.2), dont la valeur est à déduire de l'information sur les grandeurs d'entrée dans le modèle de mesure $X_1, \dots, X_n$.

Note 2 à l'article: Dans les cas plus complexes où il y a deux grandeurs de sortie ou plus, le modèle de mesure comprend plus d'une seule équation.

[SOURCE: Guide ISO/IEC 99:2007, 2.48]

3.12

opération de mesure

quantification d'un *mesurande* (3.2) selon sa définition

Note 1 à l'article: L'opération de mesure est synonyme d'application de la procédure de mesure.

Note 2 à l'article: L'opération de mesure peut être utilisée, par exemple, pour:

- comparer les *résultats de mesure* (3.10) à une ou deux limites de spécification afin de déterminer si la valeur du mesurande est une valeur admissible;

- déterminer si le mesurande caractérisant un processus de fabrication est conforme aux spécifications données; et
- obtenir un intervalle de confiance pour juger de la significativité de la différence entre deux valeurs du même mesurande.

3.13

processus de mesure

ensemble d'opérations permettant de déterminer la valeur d'une grandeur

[SOURCE: ISO 9000:2015, 3.11.5]

3.14

résolution

plus petite variation de la grandeur mesurée qui produit une variation perceptible de l'indication correspondante fournie par un instrument de mesure

Note 1 à l'article: La résolution peut dépendre, par exemple, du bruit (interne ou externe) ou du frottement. Elle peut aussi dépendre de la valeur de la grandeur mesurée.

Note 2 à l'article: Pour un dispositif d'affichage numérique, la résolution est égale à l'échelon numérique.

[SOURCE: Guide ISO/IEC 99:2007, 4.14, modifié: L'expression "fournie par un instrument de mesure" a été ajoutée dans la définition et la Note 3 à l'article a été ajoutée.]

3.15

valeur de référence

valeur d'une grandeur servant de base de comparaison pour les valeurs de grandeurs de même nature

Note 1 à l'article: La valeur de référence peut être une valeur vraie d'un *mesurande* (3.2), et est alors inconnue, ou une valeur conventionnelle, et est alors connue.

Note 2 à l'article: Une valeur de référence associée à son *incertitude de mesure* (3.3) se rapporte généralement à

- a) un matériau, par exemple un matériau de référence certifié,
- b) un dispositif, par exemple un laser stabilisé,
- c) une procédure de mesure de référence,
- d) une comparaison d'étalons.

[SOURCE: Guide ISO/IEC 99:2007, 5.18]

3.16

répétabilité

répétabilité de mesure

fidélité de mesure selon un ensemble de conditions de répétabilité

[SOURCE: Guide ISO/IEC 99:2007, 2.21, modifié: Le terme toléré/synonyme "répétabilité" a été défini comme le terme recommandé.]

3.17

reproductibilité

reproductibilité de mesure

fidélité de mesure selon un ensemble de conditions de reproductibilité

[SOURCE: Guide ISO/IEC 99:2007, 2.25, modifié: La note à l'article a été supprimée et le terme toléré/synonyme "reproductibilité" a été défini comme le terme recommandé.]

3.18

stabilité d'un processus de mesure

propriété d'un *processus de mesure* (3.13), selon laquelle celui-ci conserve ses propriétés constantes au cours du temps

3.19
individu
entité
objet

toute chose pouvant être décrite et considérée séparément

4 Symboles et termes abrégés

4.1 Symboles

a	demi-étendue d'une distribution de valeurs possibles d'une grandeur d'entrée
a_{OBJ}	défaut maximal de forme
α	risque utilisé pour les tests statistiques
α_T	coefficient de dilatation de température
B_I	biais
$B_{I\max}$	biais maximal constaté
$\bar{B}_I$	moyenne arithmétique des biais
C_{MP}	indicateur d'aptitude du processus de mesure
$C_{MP\min}$	indicateur minimal d'aptitude du processus de mesure
C_{MS}	indicateur d'aptitude du système de mesure
$C_{MS\min}$	indicateur minimal d'aptitude du système de mesure
C_p	indicateur d'aptitude potentielle du processus
C_{pk}	indicateur d'aptitude avérée du processus
$C_{p\text{ obs}}$	indicateur d'aptitude potentielle du processus observé
$C_{p\text{ real}}$	indicateur d'aptitude potentielle du processus réel
Δ	dispersion/variation du processus
Δ_U	dispersion/variation du processus de 50 % par rapport à la limite supérieure
Δ_L	dispersion/variation du processus de 50 % par rapport à la limite inférieure
$F_{1-\alpha/2}$	valeur critique dans un test F
k	facteur d'élargissement
K	nombre total de mesures répétées sur une référence. La référence peut être un étalon de référence ou une pièce
k_{CAL}	facteur d'élargissement issu du certificat d'étalonnage
l	longueur mesurée
L	limite de spécification inférieure
M_{PE1}	erreur maximale tolérée (de la première caractéristique)

M_{PE2}	erreur maximale tolérée (de la deuxième caractéristique)
M_{PE}	erreur maximale tolérée (du système de mesure) (valeur MPE)
N	nombre d'étalons
n	nombre de mesures
P_p	indicateur de performance potentielle du processus
$P_{p\text{ obs}}$	indicateur de performance potentielle du processus observé
$P_{p\text{ réel}}$	indicateur de performance potentielle du processus réel
$Q_{MS\text{ min}}$	ratio minimal d'aptitude du système de mesure
Q_{MS}	ratio d'aptitude du système de mesure
$Q_{MP\text{ min}}$	ratio minimal d'aptitude du processus de mesure
Q_{MP}	ratio d'aptitude du processus de mesure
R_E	résolution du système de mesure
s	écart-type estimé à partir d'un échantillon (sur le biais moyen)
s_A	écart-type estimé (sur la répétabilité du système de mesure, ANOVA)
S_{eff}	écart-type "vrai" estimé
s_{EV}	écart-type (sur la répétabilité du système de mesure)
s_{LIN}	écart-type (dû à la répétabilité du système de linéarité)
s_{obs}	écart-type (l'écart-type observé)
s_p	écart-type (dû au processus)
s_{RES}	écart-type (sur le biais moyen)
T	température
ΔT	différence de température
$t_{1-\alpha/2}$	valeur critique de la loi de Student pour un risque bilatéral
$U-L$	tolérance
U	limite de spécification supérieure
u	incertitude-type
u_α	incertitude-type du coefficient de dilatation
u_{AV}	incertitude-type due à la reproductibilité de l'opérateur
u_{BI}	incertitude-type due au biais de mesure
u_{CAL}	incertitude-type d'étalonnage pour un étalon
u_{EV}	incertitude-type due à la valeur maximale de répétabilité ou de résolution

u_{EVR}	incertitude-type due à la répétabilité des étalons
u_{EVO}	incertitude-type due à la répétabilité pour les pièces soumises à essai
u_{GV}	incertitude-type due à la reproductibilité du système de mesure
u_{IAi}	incertitude-type due aux interactions
u_{LIN}	incertitude-type due à la linéarité du système de mesure
u_{MP}	incertitude-type composée pour le processus de mesure
u_{MPE}	incertitude-type calculée sur la base de l'erreur maximale tolérée
u_{MS}	incertitude-type composée pour le système de mesure
$u_{\text{MS-REST}}$	incertitude-type due à l'influence d'autres composants non inclus dans l'analyse du système de mesure
u_{OBJ}	incertitude-type due à l'hétérogénéité des pièces soumises à essai
u_{RE}	incertitude-type due à la résolution du système de mesure
u_{REST}	incertitude-type due à l'influence d'autres composants non inclus dans l'analyse du processus de mesure
u_{STAB}	incertitude-type due à la non-stabilité du système de mesure
u_{T}	incertitude-type due à la température
u_{TA}	incertitude-type due aux coefficients de dilatation
u_{TD}	incertitude-type due à la différence de température entre la pièce et le système de mesure
U_{CAL}	incertitude élargie due à l'étalonnage
U_{MS}	incertitude élargie du système de mesure
U_{MP}	incertitude élargie du processus de mesure
U_{LIN}	incertitude élargie due à la linéarité du système de mesure
$X_{0,135\%}$	quantile à 0,135 % de la dispersion du processus
$X_{50\%}$	quantile à 50 % de la dispersion du processus
$X_{99,865\%}$	quantile à 99,865 % de la dispersion du processus
x_i	$i^{\text{ème}}$ grandeur d'entrée mesurée
x_m	valeur de référence
X_{mid}	point médian du processus
X_{nom}	valeur nominale/point de fonctionnement
$\bar{x}_g$	moyenne arithmétique de toutes les valeurs d'un échantillon
$\bar{y}$	moyenne de toutes les valeurs

4.2 Abréviations

ANOVA	analyse de la variance (ANalysis Of VAriance)
GPS	spécification géométrique des produits (Geometrical Product Specification)
GUM	guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (Guide to the expression of the Uncertainty of Measurement, Guide ISO/IEC 98-3)
MPE	erreur maximale tolérée (Maximum Permissible Error)
MPL	limite d'erreur maximale tolérée (Maximum Permissible error Limit)
MSP	maîtrise statistique des processus
VIM	vocabulaire international de métrologie (Guide ISO/IEC 99)

5 Principes de base

5.1 Généralités

La méthode décrite dans le présent document couvre une grande partie de l'estimation de l'incertitude de mesure ayant lieu dans la pratique. Dans certains cas, si les conditions préalables spécifiées pour l'application de la présente méthode (aucune corrélation entre composants d'influence, aucun facteur de sensibilité, présence d'un modèle linéaire simple) ne sont pas réunies, l'utilisateur doit utiliser la méthode courante générale de détermination de l'incertitude de mesure telle que décrite dans le Guide ISO/IEC 98-3 (GUM).

La méthode suivante traite de l'incertitude de mise en œuvre (voir également l'ISO 17450-2). En conséquence, il doit être déterminé avant la mise en application de la méthode que l'incertitude liée à la méthode de mesure et l'incertitude engendrée par la spécification sont faibles par rapport à l'incertitude de mise en œuvre. En outre, la méthode peut également être utilisée pour des processus de mesures géométriques plus complexes, telles que des mesures de coordonnées, des mesures d'état de surface et des mesures de localisation, qui reposent sur plusieurs points de mesure ou des mesures simultanées dans plusieurs directions, ou bien les deux à la fois (un exemple est donné à l'[Annexe C](#)).

L'Guide ISO/IEC 98-3 (GUM) permet l'évaluation des incertitudes-types par tous les moyens appropriés. Elle fait la distinction entre l'évaluation par le traitement statistique d'observations répétées, évaluation de type A de l'incertitude, et l'évaluation par tout autre moyen, évaluation de type B de l'incertitude. Lors de l'évaluation de l'incertitude-type composée, les deux types d'évaluations sont à caractériser par les carrés des incertitudes-types et à traiter de la même manière. Les incertitudes-types peuvent être cumulées pour obtenir l'incertitude-type composée. Cette évaluation de l'incertitude est effectuée, conformément à le Guide ISO/IEC 98-3 (GUM), en utilisant la loi de propagation de l'incertitude. L'Guide ISO/IEC 98-3 (GUM) fournit les détails complets de cette procédure ainsi que les hypothèses supplémentaires sur lesquelles elle est fondée.

Pour évaluer un système de mesure ou un processus de mesure, il est possible de calculer le ratio d'aptitude Q_{MS} ou Q_{MP} , ou encore l'indicateur d'aptitude C_{MS} ou C_{MP} , sur la base de l'incertitude-type de mesure composée et de la spécification.

Il convient que l'incertitude élargie composée soit nettement inférieure à la tolérance de la caractéristique mesurée.

Si les composantes d'incertitude estimées à partir d'expériences (évaluation de type A) ne correspondent pas à la variabilité attendue de ces composantes dans le processus de mesure réel, ces composantes ne peuvent pas être estimées de manière expérimentale. À défaut, il convient de les déduire par le biais d'un modèle mathématique (évaluation de type B, par exemple température constante dans un laboratoire de mesure lors de la réalisation d'une étude et les variations normales de température du lieu d'application future). Il convient que la personne mettant en œuvre la méthode comprenne parfaitement le modèle à utiliser.