
**Spécification géométrique des produits
(GPS) — Vérification par la mesure des
pièces et des équipements de mesure —**

Partie 2:

**Lignes directrices pour l'estimation de
l'incertitude dans les mesures GPS, dans
l'étalonnage des équipements de mesure
et dans la vérification des produits**

*Geometrical product specifications (GPS) — Inspection
by measurement of workpieces and measuring equipment —
Part 2: Guidance for the estimation of uncertainty in GPS measurement,
in calibration of measuring equipment and in product verification*



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 14253-2:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1afb1903-73da-487b-bc3f-de0e752e7d1e/iso-14253-2-2011>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2011

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, 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'ISO à l'adresse ci-après ou du 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	v
Introduction.....	vi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	2
3 Termes et définitions	2
4 Symboles.....	4
5 Concept de la méthode GUM itérative pour l'estimation de l'incertitude de mesure.....	5
6 Procédure pour le management de l'incertitude — PUMA.....	6
6.1 Généralités	6
6.2 Management de l'incertitude pour un processus donné de mesure	6
6.3 Management de l'incertitude pour la conception et le développement d'un processus/mode opératoire de mesure	7
7 Sources d'erreurs et incertitude de mesure	9
7.1 Types d'erreurs.....	9
7.2 Environnement pour la mesure.....	12
7.3 Élément de référence de l'équipement de mesure.....	12
7.4 Équipement de mesure.....	13
7.5 Mise en œuvre de la mesure (sauf la pose et le serrage de la pièce).....	13
7.6 Logiciel et calculs.....	13
7.7 Métrologue.....	13
7.8 Caractéristique de l'objet à mesurer, de la pièce ou de l'instrument de mesure	14
7.9 Définition de la caractéristique GPS, de la caractéristique de la pièce ou de l'instrument de mesure.....	14
7.10 Mode opératoire de mesure	14
7.11 Constantes physiques et facteurs de conversion	14
8 Outils pour l'estimation des composantes d'incertitude, de l'incertitude-type et de l'incertitude élargie.....	15
8.1 Estimation des composantes d'incertitude	15
8.2 Évaluation de Type A pour les composantes d'incertitude	15
8.3 Évaluation de Type B pour des composantes d'incertitude.....	16
8.4 Exemples courants d'évaluations de Types A et B	17
8.5 Modèles de la boîte noire et de la boîte transparente d'estimation de l'incertitude.....	21
8.6 Méthode de la boîte noire d'estimation de l'incertitude — Somme des composantes d'incertitude dans une incertitude-type composée, u_C.....	21
8.7 Méthode de la boîte transparente d'estimation de l'incertitude — Somme des composantes d'incertitude dans une incertitude-type composée, u_C.....	22
8.8 Évaluation de l'incertitude élargie, U, à partir de l'incertitude-type composée, u_C	23
8.9 Nature de l'incertitude des paramètres de mesure u_C et U	23
9 Estimation pratique de l'incertitude — Budgétisation de l'incertitude avec PUMA.....	23
9.1 Généralités	23
9.2 Conditions préalables pour un budget d'incertitude.....	23
9.3 Mode opératoire type pour la budgétisation de l'incertitude.....	24
10 Application	27
10.1 Généralités	27
10.2 Documentation et évaluation de la valeur de l'incertitude.....	28
10.3 Conception et documentation du mode opératoire de mesure ou d'étalonnage	28

10.4	Conception, optimisation et documentation de la hiérarchie de l'étalonnage.....	29
10.5	Conception et documentation d'un nouvel équipement de mesure	30
10.6	Exigence pour l'environnement et qualification de l'environnement.....	30
10.7	Exigence pour le personnel de mesure et qualification du personnel de mesure	30
Annexe A (informative)	Exemple de budgets d'incertitude — Étalonnage d'une bague de réglage	32
Annexe B (informative)	Exemple de budgets d'incertitude — Conception d'une hiérarchie de l'étalonnage	39
Annexe C (informative)	Exemple de budgets d'incertitude — Mesure de circularité.....	64
Annexe D (informative)	Relation avec la matrice GPS	70
Bibliographie		72

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 14253-2:2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1afb1903-73da-487b-bc3f-de0e752e7d1e/iso-14253-2-2011)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1afb1903-73da-487b-bc3f-de0e752e7d1e/iso-14253-2-2011>

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 Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. 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.

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.

L'ISO 14253-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 213, *Spécifications et vérification dimensionnelles et géométriques des produits* (standards.iteh.ai)

Cette première édition de l'ISO 14253-2 annule et remplace l'ISO/TS 14253-2:1999, qui a fait l'objet d'une révision technique. Elle incorpore également le Rectificatif technique ISO/TS 14253-2:1999/Cor.1:2007.

L'ISO 14253 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Spécification géométrique des produits (GPS) — Vérification par la mesure des pièces et des équipements de mesure*:

- *Partie 1: Règles de décision pour prouver la conformité ou la non-conformité à la spécification*
- *Partie 2: Lignes directrices pour l'estimation de l'incertitude dans les mesures GPS, dans l'étalonnage des équipements de mesure et dans la vérification des produits*
- *Partie 3: Lignes directrices pour l'obtention d'accords sur la déclaration des incertitudes de mesure*
- *Partie 4: Informations de base sur les limites fonctionnelles et les limites de spécification dans les règles de décision [Spécification technique]*

Introduction

La présente partie de l'ISO 14253 traite de la spécification géométrique des produits (GPS) et est à considérer comme une norme globale (voir ISO/TR 14638:1995). Elle influence les maillons 4, 5 et 6 de toutes les chaînes de normes.

Le schéma directeur ISO/GPS de l'ISO/TR 14638 donne une vue d'ensemble du système ISO/GPS, dont le présent document fait partie. Les principes fondamentaux du système ISO/GPS, donnés dans l'ISO 8015, s'appliquent au présent document et les règles de décision par défaut, données dans l'ISO 14253-1, s'appliquent aux spécifications faites conformément au présent document, sauf indication contraire.

Pour de plus amples informations sur la relation entre la présente Norme internationale et les autres normes de la matrice GPS, voir l'Annexe D.

La présente partie de l'ISO 14253 a été développée pour venir à l'appui de l'ISO 14253-1. Elle établit une procédure simplifiée et itérative du concept et de la façon d'évaluer et de déterminer l'incertitude (incertitude-type et incertitude élargie) de mesure, et les recommandations pour documenter et consigner les informations relatives à l'incertitude de mesure, telles qu'elles sont données dans le *Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure* (GUM). Dans la plupart des cas, des ressources très limitées sont seulement nécessaires pour estimer une incertitude de mesure au moyen de cette procédure simplifiée et itérative, mais cette dernière peut entraîner une légère surestimation de l'incertitude de mesure. Si une estimation plus exacte de l'incertitude de mesure est nécessaire, les procédures plus élaborées du GUM sont à appliquer.

Cette procédure simplifiée et itérative des méthodes du GUM est destinée aux mesures GPS, mais peut servir dans d'autres domaines de la métrologie industrielle (appliquée).

L'incertitude de mesure et le concept de prise en compte de l'incertitude de mesure sont importants pour toutes les fonctions techniques au sein d'une société. La présente partie de l'ISO 14253 concerne plusieurs fonctions techniques, par exemple la fonction de management, la fonction de conception et de développement, la fonction de fabrication, la fonction d'assurance qualité et la fonction métrologie.

La présente partie de l'ISO 14253 est particulièrement importante en ce qui concerne les systèmes d'assurance qualité ISO 9000. Ainsi, il est par exemple nécessaire que les méthodes de surveillance et de mesure des processus du système de management de la qualité soient appropriées.

L'incertitude de mesure est une mesure de l'adéquation du processus.

Dans la présente partie de l'ISO 14253, l'incertitude sur le résultat d'un processus d'étalonnage et d'un processus de mesure est abordée de la même façon:

- l'étalonnage est traité comme «une mesure des caractéristiques métrologiques d'un équipement de mesure ou d'un étalon»;
- la mesure est traitée comme «une mesure des caractéristiques géométriques d'une pièce».

Par conséquent, dans la plupart des cas, il n'existe pas de distinction dans le texte entre mesure et étalonnage. Le terme «mesure» est utilisé comme synonyme des deux.

Spécification géométrique des produits (GPS) — Vérification par la mesure des pièces et des équipements de mesure —

Partie 2:

Lignes directrices pour l'estimation de l'incertitude dans les mesures GPS, dans l'étalonnage des équipements de mesure et dans la vérification des produits

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 14253 donne des lignes directrices pour la mise en œuvre du concept de «Guide pour l'estimation de l'incertitude de mesure» (en abrégé GUM), à appliquer dans l'industrie pour l'étalonnage d'étalons et d'équipements de mesure dans le domaine GPS et la mesure des caractéristiques GPS de pièces. L'objectif est de présenter des informations complètes sur la façon d'obtenir les composantes d'incertitude et de fournir la base d'une comparaison internationale des résultats de mesure et de leurs incertitudes (relation entre le client et le fournisseur).

La présente partie de l'ISO 14253 vient à l'appui de l'ISO 14253-1. Ces deux parties sont bénéfiques à toutes les fonctions techniques d'une société dans l'interprétation des spécifications GPS [à savoir les tolérances des caractéristiques d'une pièce et les valeurs des erreurs maximales tolérées (MPE: **Maximum Permissible Errors**) pour les caractéristiques métrologiques de l'équipement de mesure].

La présente partie de l'ISO 14253 introduit la procédure pour le management de l'incertitude (PUMA: **Procedure for Uncertainty Management**), qui est une procédure pratique et itérative fondée sur le GUM pour estimer l'incertitude de mesure sans modifier les concepts de base du GUM. Elle est destinée à être utilisée d'une façon générale pour estimer l'incertitude de mesure et pour donner des composantes d'incertitude concernant:

- des résultats de mesure unitaires;
- la comparaison de deux résultats de mesure ou plus;
- la comparaison de résultats de mesure — à partir d'une ou de plusieurs pièces ou équipements de mesure — avec des spécifications données [à savoir les erreurs maximales tolérées (MPE) pour une caractéristique métrologique d'un instrument de mesure ou d'un étalon, et les limites de tolérance pour une caractéristique de pièce, etc.] pour prouver la conformité ou la non-conformité aux spécifications.

La méthode itérative est fondamentalement basée sur une stratégie de limite supérieure, à savoir la surestimation de l'incertitude à tous les niveaux, mais les itérations déterminent la quantité de surestimation. Une surestimation intentionnelle, et non une sous-estimation, est nécessaire pour empêcher la prise de mauvaises décisions sur la base de résultats de mesure. La quantité de surestimation est contrôlée par l'évaluation économique de la situation.

La méthode itérative est un outil pour maximiser les profits et réduire les coûts des activités métrologiques d'une société. La méthode/procédure itérative est autorégulante sur le plan économique et est également un outil permettant de modifier/réduire l'incertitude de mesure existante avec pour but de réduire le coût de la métrologie (fabrication). La méthode itérative rend possible un compromis entre le risque, l'effort et le coût dans l'estimation et la budgétisation de l'incertitude.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour 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 14253-1:1998, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Vérification par la mesure des pièces et des équipements de mesure — Partie 1: Règles de décision pour prouver la conformité ou la non-conformité à la spécification*

ISO 14660-1:1999, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Éléments géométriques — Partie 1: Termes généraux et définitions*

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

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

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 14253-1, l'ISO 14660-1, le Guide ISO/CEI 98-3, le Guide ISO/CEI 99 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1
modèle de la boîte noire pour l'estimation de l'incertitude
modèle pour l'estimation de l'incertitude dans laquelle les incertitudes liées aux grandeurs d'entrée pertinentes sont directement représentées par leur influence sur la valeur de la grandeur attribuée à un mesurande (dans les unités du mesurande)

NOTE 1 La «valeur de la grandeur attribuée à un mesurande» est, typiquement, une valeur mesurée.

NOTE 2 Dans de nombreux cas, une méthode complexe de mesure peut être envisagée comme une simple boîte noire avec un stimulus entrant et un résultat sortant de la boîte noire. Lorsqu'on ouvre une boîte noire, elle peut s'avérer contenir plusieurs boîtes noires «plus petites» ou plusieurs boîtes transparentes, ou les deux.

NOTE 3 La méthode d'estimation de l'incertitude reste une méthode de la boîte noire même s'il est nécessaire d'effectuer des mesures supplémentaires pour déterminer les valeurs des grandeurs d'influence afin de réaliser les corrections correspondantes.

3.2
modèle de la boîte transparente pour l'estimation de l'incertitude
modèle pour l'estimation de l'incertitude dans laquelle la relation entre les quantités entrantes et la valeur quantité attribuée à un mesurande est explicitement exprimée avec des équations ou des algorithmes

3.3
opération de mesure
évaluation d'un mesurande selon sa définition

3.4
opération de mesure globale
opération de mesure qui quantifie le mesurande final

3.5
opération de mesure intermédiaire
opération de mesure obtenue en subdivisant l'opération globale de mesure en parties plus simples

NOTE 1 La subdivision de l'opération globale de mesure a pour objectif la simplification de l'évaluation de l'incertitude.

NOTE 2 Les subdivisions spécifiques sont arbitraires, comme l'est la subdivision totale.

3.6**incertitude cible** U_T

(pour une mesure ou un étalonnage) incertitude déterminée comme étant l'optimum pour l'opération de mesure

NOTE 1 L'incertitude cible est le résultat d'une décision de direction impliquant, par exemple, la conception, la fabrication, le service d'assurance qualité, la commercialisation, les ventes et la distribution.

NOTE 2 L'incertitude cible est déterminée (optimisée) en tenant compte de la spécification [tolérance ou erreur maximale tolérée (MPE)], de l'aptitude du processus, des coûts, de la criticité et des exigences de l'ISO 9001, de l'ISO 9004 et de l'ISO 14253-1.

NOTE 3 Voir également 8.8.

3.7**incertitude requise de mesure** U_R

incertitude requise pour un processus et une opération donnés de mesure

NOTE Voir également 6.2. L'incertitude requise peut être spécifiée par un client, par exemple.

3.8**management de l'incertitude**

processus consistant à dériver un mode opératoire de mesure adéquat à partir d'une opération de mesure et de l'incertitude cible en utilisant des techniques de budgétisation de l'incertitude

3.9**budget d'incertitude**

(pour une mesure ou un étalonnage) déclaration résumant l'estimation des composantes d'incertitude qui contribuent à l'incertitude d'un résultat de mesure

NOTE 1 L'incertitude du résultat de la mesure n'est pas ambiguë uniquement lorsque le mode opératoire de mesure (y compris l'objet de mesure, le mesurande, la méthode et les conditions de mesure) est défini.

NOTE 2 Le terme «budget» est utilisé pour l'attribution de valeurs numériques aux composantes d'incertitude, à leur combinaison et leur élargissement, sur la base du mode opératoire de mesure, des conditions et hypothèses de mesure.

3.10**composante d'incertitude** xx

source d'incertitude de mesure pour un processus de mesure

3.11**valeur limite (limite d'écart) pour une composante d'incertitude** a_{xx}

valeur absolue de la (ou des) valeur(s) extrême(s) de la composante d'incertitude, xx

3.12**composante d'incertitude** u_{xx}

incertitude-type de la composante d'incertitude, xx

NOTE La méthode d'itération utilise la désignation u_{xx} pour toutes les composantes d'incertitude.

3.13**grandeur d'influence d'un instrument de mesure**

caractéristique d'un instrument de mesure qui affecte le résultat d'une mesure effectuée par l'instrument

3.14**grandeur d'influence d'une pièce**

caractéristique d'une pièce qui affecte le résultat d'une mesure effectuée sur cette pièce

4 Symboles

Pour les besoins du présent document, les symboles génériques du Tableau 1 s'appliquent.

Tableau 1 — Symboles génériques

Symbole/ terme abrégé	Description
a	valeur limite pour une distribution
a_{xx}	valeur limite pour une erreur ou une composante d'incertitude (dans l'unité du résultat de mesure, du mesurande)
a_{xx}^*	valeur limite pour une erreur ou une composante d'incertitude (dans l'unité de la grandeur d'influence)
α	coefficient de dilatation thermique linéaire
b	coefficient pour la transformation de a_{xx} en u_{xx}
C	correction (valeur)
d	résolution d'un équipement de mesure
E	module de Young
ER	erreur (valeur d'une mesure)
G	fonction de plusieurs valeurs de mesure [$G(X_1, X_2, \dots, X_p, \dots)$]
h	valeur d'hystérésis
k	facteur d'élargissement
m	nombre d'écart-types dans la moitié d'un intervalle de confiance
MR	résultat de mesure (valeur)
n	nombre de ...
N	nombre d'itérations
ν	nombre de Poisson
p	nombre de composantes d'incertitude totale non corrélées
r	nombre de composantes d'incertitude totale corrélées
ρ	coefficient de corrélation
t	facteur de sécurité calculé sur la base de la distribution t de Student
TV	valeur vraie d'une mesure
u, u_i	incertitude-type (écart-type)
s_x	écart-type d'un échantillon
$s_{\bar{x}}$	écart-type d'une valeur moyenne d'un échantillon
u_c	incertitude-type composée
u_{xx}	écart-type de la composante d'incertitude xx — composante d'incertitude
U	incertitude élargie de mesure
U_A	incertitude vraie de mesure
U_C	incertitude conventionnellement vraie de mesure
U_E	incertitude approchée d'une mesure (nombre d'itérations non indiqué)
U_{EN}	incertitude approchée d'une mesure du nombre d'itérations N
U_R	incertitude requise
U_T	incertitude cible
U_V	valeur d'incertitude (non estimée selon le GUM ou la présente partie de l'ISO 14253)
X	résultat de mesure (brut)
X_i	résultat de mesure (dans le modèle de la boîte transparente d'estimation de l'incertitude)
Y	résultat de mesure (corrigé)

5 Concept de la méthode GUM itérative pour l'estimation de l'incertitude de mesure

En appliquant entièrement la méthode GUM, on trouve une incertitude conventionnellement vraie de mesure, U_C .

La méthode simplifiée et itérative décrite dans la présente partie de l'ISO 14253 permet d'obtenir des incertitudes estimées de mesure, U_E , en surestimant les composantes d'influence de l'incertitude ($U_E \geq U_C$). Le processus de surestimation permet de prendre en compte les contributions dans le «cas le plus défavorable» à la limite supérieure de chaque composante d'incertitude connue ou prévisible, ce qui assure des résultats d'estimations raisonnablement prudentes, c'est-à-dire sans sous-estimation de l'incertitude de mesure. La méthode est fondée sur ce qui suit:

- toutes les composantes d'incertitude sont identifiées;
- il est décidé des éventuelles corrections qui doivent être effectuées (voir 8.4.6);
- l'influence de l'incertitude du résultat de mesure à partir de chaque composante est évaluée sous forme d'incertitude-type u_{xx} , dénommée la composante d'incertitude;
- un processus d'itération PUMA (voir l'Article 6) est entrepris;
- l'évaluation de chacune des composantes d'incertitude (incertitudes-types), u_{xx} , peut prendre place soit par une évaluation de Type A, soit par une évaluation de Type B;
- l'évaluation de Type B est préférable — si possible — dans la première itération de façon à obtenir une estimation grossière de l'incertitude pour établir un aperçu et économiser des coûts;
- l'effet total de toutes les composantes (dénommé incertitude-type composée) est calculé au moyen de l'Équation (1):

$$u_C = \sqrt{u_{x1}^2 + u_{x2}^2 + u_{x3}^2 + \dots + u_{xn}^2} \quad (1)$$

ISO 14253-2:2011
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1afb1903-73da-487b-bc3f-de0e752c7d1e/iso-14253-2-2011

- l'Équation (1) n'est valable que pour un modèle de la boîte noire d'estimation de l'incertitude et lorsque les composantes u_{xx} sont toutes non corrélées (pour plus de détails et d'autres équations, voir 8.6 et 8.7);
- pour simplifier, les seuls coefficients de corrélation entre les composantes concernées sont

$$\rho = 1, -1, 0 \quad (2)$$

si la corrélation des composantes d'incertitude n'est pas connue, une corrélation complète est supposée, $\rho = 1$ ou $\rho = -1$. Les composantes corrélées sont additionnées arithmétiquement avant d'être insérées dans la formule ci-dessus (voir 8.5 et 8.6);

- l'incertitude élargie, U , est calculée au moyen de l'Équation (3):

$$U = k \times u_C \quad (3)$$

où $k = 2$; k est le facteur d'élargissement (voir également 8.8).

La méthode simplifiée et itérative consiste généralement en au moins deux itérations de l'estimation des composantes d'incertitude:

- a) la première itération très grossière, rapide et bon marché a pour objet d'identifier les composantes les plus importantes de l'incertitude (voir la Figure 1);
- b) les itérations suivantes, le cas échéant, ne consistent qu'à effectuer des estimations de «limite supérieure» plus exactes des plus importantes composantes pour abaisser l'estimation de l'incertitude (u_C et U) à un éventuel ordre de grandeur acceptable.

La méthode simplifiée et itérative peut être utilisée à deux fins:

- 1) le management de l'incertitude de mesure pour le résultat d'un processus de mesure donné (peut servir aux résultats à partir d'un processus connu de mesure ou pour la comparaison de deux ou plusieurs de ces résultats), voir 6.2;
- 2) le management de l'incertitude pour un processus de mesure. Pour le développement d'un processus de mesure adéquat, à savoir $U_E \leq U_T$, voir 6.3.

6 Procédure pour le management de l'incertitude — PUMA

6.1 Généralités

La condition préalable à la budgétisation et au management de l'incertitude est une opération de mesure clairement identifiée et définie, à savoir le mesurande à quantifier (une caractéristique GPS d'une pièce ou une caractéristique métrologique d'un équipement de mesure de GPS). L'incertitude de mesure est une mesure de la qualité de la valeur mesurée selon les définitions d'une caractéristique GPS de la pièce ou une caractéristique métrologique de l'équipement de mesure GPS donné dans les normes GPS.

Les normes GPS définissent les «valeurs conventionnellement vraies» des caractéristiques à mesurer par des chaînes de normes et des normes globales (voir l'ISO/TR 14638). Très souvent, les normes GPS définissent également le principe de mesure idéal — ou conventionnellement vrai — (voir le Guide ISO/CEI 99:2007, 2.4), la méthode de mesure (voir le Guide ISO/CEI 99:2007, 2.5), le mode opératoire de mesure (voir le Guide ISO/CEI 99:2007, 2.6) et les «conditions de référence» (voir le Guide ISO/CEI 99:2007, 4.11).

Les écarts par rapport aux valeurs normalisées conventionnellement vraies des caractéristiques, etc. (l'opérateur idéal) contribuent à l'incertitude de mesure.

ISO 14253-2:2011

6.2 Management de l'incertitude pour un processus donné de mesure

Le management de l'incertitude de mesure pour une opération de mesure donnée (case 1 de la Figure 1) et pour un processus de mesure existant est illustré à la Figure 1. Le principe de mesure (case 3), la méthode de mesure (case 4), le mode opératoire de mesure (case 5) et les conditions de mesure (case 6) sont fixés et donnés ou décidés dans ce cas, et ne peuvent être modifiés. La seule tâche consiste à évaluer la conséquence sur l'incertitude de mesure. Un U_R requis peut être donné ou décidé.

En utilisant la méthode GUM itérative, la première itération ne sert qu'à l'orientation et à la recherche des causes dominantes d'incertitude. La seule chose à faire, dans le processus de management dans ce cas, est d'affiner l'estimation des causes dominantes afin d'approcher une estimation vraie des composantes d'incertitude, en évitant ainsi une surestimation trop importante, si nécessaire.

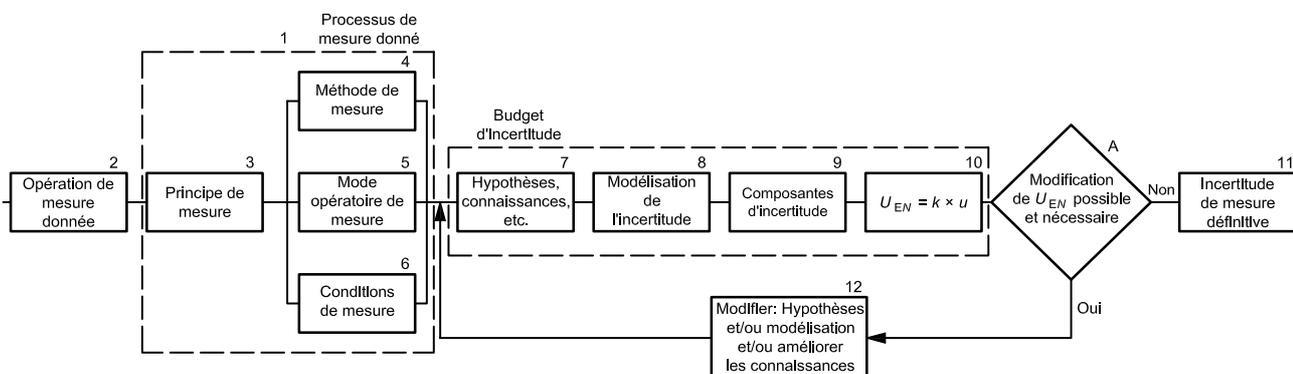


Figure 1 — Management de l'incertitude pour un résultat de mesure à partir d'un processus de mesure donné

La procédure est la suivante.

- a) Effectuer la première itération de préférence sur la base d'un modèle de boîte noire du processus d'estimation d'incertitude et établir un budget d'incertitude préliminaire (cases 7 à 9) aboutissant à la première estimation grossière de l'incertitude élargie, U_{E1} (case 10). Pour des détails concernant l'estimation de l'incertitude, voir l'Article 9. Toutes les estimations des incertitudes U_{EN} s'effectuent sous la forme d'estimations de limite supérieure.
- b) Comparer la première incertitude estimée, U_{E1} , avec l'incertitude requise, U_R , (case A) pour l'opération de mesure réelle.
 - 1) Si U_{E1} est acceptable (c'est-à-dire si $U_{E1} \leq U_R$), alors le budget d'incertitude de la première itération a prouvé que le mode opératoire de mesure donné est adapté à l'opération de mesure (case 11).
 - 2) Si U_{E1} n'est pas acceptable (c'est-à-dire si $U_{E1} > U_R$), ou s'il n'y a pas d'incertitude requise, mais qu'une valeur inférieure et plus vraie est souhaitée, le processus d'itération se poursuit.
- c) Avant la nouvelle itération, analyser l'ordre de grandeur relatif des composantes d'incertitude. Dans de nombreux cas, quelques composantes d'incertitude dominent l'incertitude-type composée et l'incertitude élargie.
- d) Modifier les hypothèses ou améliorer les connaissances au sujet des composantes d'incertitude afin d'effectuer une estimation de limite supérieure plus exacte (voir le Guide ISO/CEI 99:2007, 2.13) des composantes d'incertitude les plus importantes (dominantes) (case 12).

Modifier pour un modèle plus détaillé du processus d'estimation d'incertitude ou une résolution supérieure du processus de mesure (case 12).

- e) Effectuer la seconde itération du budget d'incertitude (cases 7 à 9) aboutissant à la seconde estimation, inférieure et plus exacte (voir le Guide ISO/CEI 99:2007, 2.13), de limite supérieure de la mesure d'incertitude, U_{E2} (case 10).
- f) Comparer la seconde incertitude estimée, U_{E2} , (case A) avec l'incertitude requise, U_R , pour l'opération de mesure réelle.
 - 1) Si U_{E2} est acceptable (c'est-à-dire si $U_{E2} \leq U_R$), alors le budget d'incertitude de la seconde itération a prouvé que le mode opératoire de mesure donné est adapté à l'opération de mesure (case 11).
 - 2) Si U_{E2} n'est pas acceptable (c'est-à-dire si $U_{E2} > U_R$), ou s'il n'y a pas d'incertitude requise, mais qu'une valeur inférieure et plus exacte est souhaitée, alors une troisième (et éventuellement d'autres) itération(s) est (sont) nécessaire(s). Répéter l'analyse des composantes d'incertitude [modifications additionnelles des hypothèses, amélioration des connaissances, modifications de la modélisation, etc. (case 12)], et se concentrer sur les composantes d'incertitude courantes les plus importantes.
- g) Lorsque toutes les possibilités ont été utilisées pour effectuer des estimations de limite supérieure plus exactes (inférieures) des incertitudes de mesure sans arriver à une incertitude de mesure acceptable $U_{EN} \leq U_R$, alors il est prouvé qu'il n'est pas possible de satisfaire à l'exigence donnée U_R .

6.3 Management de l'incertitude pour la conception et le développement d'un processus/mode opératoire de mesure

Le management de l'incertitude dans ce cas est effectué pour développer un mode opératoire de mesure adéquat [mesure des caractéristiques géométriques d'une pièce ou des caractéristiques métrologiques d'un équipement de mesure (étalonnage)]. Le management de l'incertitude s'effectue sur la base d'une opération de mesure définie (case 1 de la Figure 2) et sur une incertitude cible donnée, U_T (case 2). La définition de l'opération de mesure et de l'incertitude cible est une décision de la société qui doit être prise à un niveau de direction suffisamment élevé. Un mode opératoire de mesure adéquat est un mode opératoire qui aboutit à une incertitude estimée de mesure inférieure ou égale à l'incertitude cible. Si l'incertitude de mesure estimée

est bien inférieure à l'incertitude cible, le mode opératoire de mesure peut ne pas être (économiquement) optimal pour exécuter l'opération de mesure (c'est-à-dire que le processus de mesure est trop onéreux).

Le PUMA, fondé sur une opération de mesure donnée (case 1) et une incertitude cible donnée, U_T , (case 2), comporte ce qui suit (voir la Figure 2).

- a) Choisir le principe de mesure (case 3) sur la base de l'expérience et des éventuels instruments de mesure présents dans la société.
- b) Établir et documenter une méthode de mesure préliminaire (case 4) un mode opératoire de mesure (case 5) et des conditions de mesure (case 6) sur la base de l'expérience et des possibilités connues dans la société.
- c) Effectuer la première itération de préférence sur la base d'un modèle de boîte noire du processus d'estimation de l'incertitude et établir un budget préliminaire d'incertitude (cases 7 à 9) aboutissant à la première estimation grossière de l'incertitude élargie, U_{E1} (case 10). Pour des détails concernant l'estimation de l'incertitude, voir l'Article 9. Toutes les estimations des incertitudes U_{EN} s'effectuent sous la forme d'estimations de limite supérieure.
- d) Comparer la première incertitude estimée, U_{E1} , avec l'incertitude cible donnée, U_T , (case A).
 - 1) Si U_{E1} est acceptable (c'est-à-dire si $U_{E1} \leq U_T$), alors le budget d'incertitude de la première itération a prouvé que le mode opératoire de mesure est adapté à l'opération de mesure (case 11).
 - 2) Si $U_{E1} \ll U_T$, alors le mode opératoire de mesure est techniquement acceptable mais il peut exister une possibilité de modifier la méthode ou le mode opératoire (case 13), ou les deux, afin de rendre le processus de mesure plus rentable tout en augmentant l'incertitude. Une nouvelle itération est alors nécessaire pour estimer l'incertitude de mesure qui en résulte, U_{E2} (case 10).
 - 3) Si U_{E1} n'est pas acceptable (c'est-à-dire si $U_{E1} > U_T$), le processus d'itération se poursuit, ou il est conclu qu'aucun mode opératoire de mesure adéquat n'est possible.
- e) Avant la nouvelle itération, analyser l'ordre de grandeur relatif des composantes d'incertitude; dans de nombreux cas, quelques composantes d'incertitude prédominent sur l'incertitude-type composée et l'incertitude élargie.
- f) Si $U_{E1} > U_T$, alors modifier les hypothèses ou la modélisation ou améliorer les connaissances au sujet des composantes d'incertitude (case 12) afin d'effectuer une estimation plus exacte (voir le Guide ISO/CEI 99:2007, 2.13) de limite supérieure des composantes d'incertitude les plus importantes (dominantes).
- g) Effectuer la seconde itération du budget d'incertitude (cases 7 à 9) aboutissant à la seconde estimation de limite supérieure, inférieure et plus exacte (voir le Guide ISO/CEI 99:2007, 2.13), de la mesure d'incertitude, U_{E2} (case 10).
- h) Comparer la seconde incertitude estimée, U_{E2} , avec l'incertitude cible donnée, U_T , (case A).
 - 1) Si U_{E2} est acceptable (c'est-à-dire si $U_{E2} \leq U_T$), alors le budget d'incertitude de la seconde itération a prouvé que le mode opératoire de mesure donné est adapté à l'opération de mesure (case 11).
 - 2) Si U_{E2} n'est pas acceptable (c'est-à-dire si $U_{E2} > U_T$), alors une troisième (et éventuellement d'autres) itération(s) est (sont) nécessaire(s). Répéter l'analyse des composantes d'incertitude [modifications supplémentaires des hypothèses, amélioration des connaissances, modifications de la modélisation (case 12)], et se concentrer sur les composantes d'incertitude courantes les plus importantes.

- i) Lorsque toutes les possibilités ont été utilisées pour effectuer des estimations de limite supérieure plus exactes (inférieures) des incertitudes de mesure sans arriver à une incertitude de mesure acceptable $U_{EN} \leq U_T$, alors il est nécessaire de modifier la méthode de mesure ou le mode opératoire de mesure ou les conditions de mesure (case 13) pour (éventuellement) réduire l'ordre de grandeur de l'incertitude estimée, U_{EN} . Le mode opératoire d'itération recommence avec une première itération.
- j) Si des modifications dans la méthode de mesure ou le mode opératoire ou les conditions de mesure (case 13) n'aboutissent pas à une incertitude de mesure acceptable, il est possible de modifier le principe de mesure (case 14) et de recommencer le mode opératoire mentionné ci-dessus.
- k) Si la modification du principe de mesure et des itérations liées décrites ci-dessus n'aboutit pas à une incertitude de mesure acceptable, la toute dernière possibilité est de modifier l'opération de mesure ou l'incertitude cible (case 15), ou les deux, et de recommencer le mode opératoire mentionné ci-dessus.
- l) Si la modification de l'opération de mesure ou de l'incertitude cible n'est pas possible, il a été démontré qu'aucun mode opératoire de mesure adéquat n'existe (case 16).

7 Sources d'erreurs et incertitude de mesure

7.1 Types d'erreurs

Différents types d'erreurs se produisent régulièrement dans les résultats de mesure:

- erreurs systématiques;
- erreurs aléatoires;
- dérives;
- valeurs aberrantes.

Iteh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 14253-2:2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1afb1903-73da-487b-bc3f-de0e752e7d1e/iso-14253-2-2011)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1afb1903-73da-487b-bc3f-de0e752e7d1e/iso-14253-2-2011>

Toutes les erreurs sont systématiques par nature. Lorsque des erreurs sont perçues comme n'étant pas systématiques, c'est que la cause de l'erreur n'est pas recherchée ou que le niveau de résolution n'est pas suffisant. Les erreurs systématiques peuvent être caractérisées par la taille et le signe (+ ou -).

$$ER = MR - TV$$

où

ER est l'erreur;

MR est le résultat de mesure;

TV est la valeur vraie.

Les erreurs aléatoires sont des erreurs systématiques causées par des grandeurs d'influence aléatoires non contrôlées. Les erreurs aléatoires peuvent être caractérisées par l'écart-type et le type de distribution. La valeur moyenne des erreurs aléatoires est souvent considérée comme une base d'évaluation de l'erreur systématique (voir la Figure 3).