

ISO/TC 69/SC 6

Date: 2017-~~avril~~

~~ISO 21748:2017(F)~~

ISO/TC 69/SC 6

Secrétariat: JISC

Style Definition: Balloon Text:  
Font: (Default) Cambria

Style Definition: Figure Graphic:  
Don't keep with next

Deleted: 02-06

Deleted: /FDIS

Deleted: 2016

**Lignes directrices relatives à l'utilisation d'estimations de la répétabilité, de la reproductibilité et de la justesse dans l'évaluation de l'incertitude de mesure**

*Guidance for the use of repeatability, reproducibility and trueness estimates in measurement uncertainty evaluation*

Formatted: English (U.S.)

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 21748:2017

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bd3dc2fb-f008-4114-9de5-b22a53cac716/iso-21748-2017>

Type du document : Norme internationale  
Sous-type du document :  
Stade du document : (50) Approbation  
Langue du document : F

Deleted: /FDIS  
 Formatted: English (U.S.)  
 Deleted: 2016  
 Formatted: English (U.S.)  
 Formatted: English (U.S.)  
 Formatted: English (U.S.)

## Sommaire

	Page
Avant-propos .....	4
Introduction .....	6
1 Domaine d'application .....	1
2 Références normatives .....	1
3 Termes et définitions.....	1
4 Symboles .....	5
5 Principes.....	7
5.1 Résultats individuels et performance du processus de mesure .....	7
5.2 Utilisation des données de reproductibilité.....	8
5.3 Équations fondamentales pour le modèle statistique .....	8
5.4 Données de répétabilité.....	9
6 Évaluation de l'incertitude de mesure en utilisant les estimations de la répétabilité, de la reproductibilité et de la justesse .....	9
6.1 Mode opératoire pour l'évaluation de l'incertitude de mesure .....	9
6.2 Différences entre fidélité attendue et fidélité effective .....	10
7 Établissement de la pertinence des données de performance de la méthode aux résultats de mesure à partir d'un processus de mesure particulier .....	10
7.1 Généralités.....	10
7.2 Démonstration du contrôle de la composante laboratoire du biais.....	10
7.2.1 Exigences générales .....	10
7.2.2 Méthodes de démonstration du contrôle de la composante laboratoire du biais.....	11
7.2.3 Détection d'une composante laboratoire du biais significative.....	13
7.3 Vérification de la répétabilité.....	13
7.4 Vérification continue de la performance.....	14
8 Établissement de la pertinence de l'entité d'essai .....	14
8.1 Généralités.....	14
8.2 Échantillonnage .....	15
8.2.1 Prise en compte du processus d'échantillonnage .....	15
8.2.2 Inhomogénéité .....	15
8.3 Préparation et traitement préalable des échantillons .....	15
8.4 Changements du type d'entité d'essai .....	15
8.5 Variation de l'incertitude avec le niveau de réponse.....	16
8.5.1 Ajustement de $s_R$ .....	16
8.5.2 Changements dans d'autres contributions à l'incertitude .....	16
9 Facteurs supplémentaires .....	16
10 Expression générale pour l'estimation de l'incertitude-type composée .....	17
11 Budgets d'incertitude fondés sur des données d'essais interlaboratoires.....	18
12 Évaluation de l'incertitude pour un résultat composé.....	19
13 Expression de l'incertitude.....	19
13.1 Expression générale.....	19
13.2 Choix du facteur d'élargissement.....	19
13.2.1 Généralités.....	19

Deleted: 2016

Deleted: /FDIS  
Formatted: English (U.S.)  
Deleted: 2016  
Formatted: English (U.S.)  
Formatted: English (U.S.)

13.2.2 Niveau de confiance souhaité.....	19
13.2.3 Degrés de liberté associés à l'estimation .....	20
14 Comparaison des valeurs de performance d'une méthode et des données d'incertitude .....	20
14.1 Hypothèses de base pour la comparaison .....	20
14.2 Mode opératoire de comparaison .....	21
14.3 Raisons des différences .....	21
Annexe A (informative) Méthode d'évaluation de l'incertitude .....	22
Annexe B (informative) Évaluation expérimentale de l'incertitude .....	28
Annexe C (informative) Exemples de calcul d'incertitude .....	30
Bibliographie.....	42

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 21748:2017

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bd3dc2fb-f008-4114-9de5-b22a53cac716/iso-21748-2017>

Deleted: 2016

## 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](http://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](http://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: [www.iso.org/iso/fr/foreword.html](http://www.iso.org/iso/fr/foreword.html).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 69, *Applications des méthodes statistiques, SC 6, Méthodes et résultats de mesure*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 21748:2010), dont elle constitue une révision mineure.

Les modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- dans le titre anglais, «estimation» a été remplacé par «évaluation» afin de refléter les choix terminologiques indiqués au troisième point de la liste;
- la rédaction et le formatage du texte ont fait l'objet de modifications mineures afin de respecter les Directives ISO en vigueur, notamment avec l'ajout de l'Article 2 et la nouvelle numérotation des articles et paragraphes qui suivent;
- les expressions «estimation de l'incertitude de mesure» (et autres emplois similaires du terme «estimer») et «évaluation de l'incertitude de mesure» (et autres emplois similaires du terme «évaluer») ont été modifiées afin d'établir une distinction entre les estimations quantitatives des composantes de l'incertitude et le processus des évaluations de l'incertitude de mesure, qui peuvent inclure d'autres considérations pertinentes;

Deleted: /FDIS

Formatted: English (U.S.)

Deleted: 2016

Formatted: English (U.S.)

Formatted: English (U.S.)

Formatted: English (U.S.)

Deleted: [www.iso.org/iso/fr/foreword.html](http://www.iso.org/iso/fr/foreword.html)

Formatted: std\_publisher

Formatted: std\_docNumber

Formatted: std\_year

Formatted: cite\_sec

Deleted: 2016

- le mot «type» a été ajouté après «incertitude» le cas échéant, pour des raisons de clarté;
- les définitions des termes exprimés en tant que quantités au carré, lorsque l'écart-type est également défini [ $s^2_b$ ,  $s^2_{inh}$ ,  $s^2_L$ ,  $s^2_r$ ,  $s^2_W$ ,  $u^2(y)$ ,  $\sigma^2_L$ ,  $\sigma^2_r$ ] ont été supprimées;
- dans la définition de  $r_{ij}$ , l'expression «dans l'intervalle compris entre -1 et +1» a été supprimée;
- dans la définition du terme  $s_{inh}$ , «incertitude» a été remplacé par «écart-type»;
- dans les définitions de  $u(y)$ ,  $u_i(y)$  et  $u(Y)$ ,  $U(y)$ , les équations ont été supprimées (car inutiles);
- les symboles qui figuraient dans les définitions des termes «incertitude-type composée», «facteur d'élargissement», «incertitude élargie» et «incertitude-type» ont été supprimés;
- la définition de  $y_0$  a été supprimée puisque le terme n'est pas utilisé dans le document;
- une NOTE a été ajoutée à l'Article 10 (Article 9 dans l'édition précédente);
- en 7.4, premier tiret, «cartes de contrôle de qualité» a été remplacé par «cartes de contrôle»;
- en 13.1, 14.1 et 14.3 (12.1 13.1 et 13.3 dans l'édition précédente), l'adjectif «composée» a été ajouté après «incertitude-type»;
- en 13.2.1 et 13.2.2 (12.2.1 et 12.2.2 dans l'édition précédente), l'adjectif «composée» a été supprimé après «incertitude élargie»;
- en A.1, l'italique précédemment appliqué aux expressions «incertitude-type» a été retiré;
- en A.1, 7ème paragraphe (3ème à partir de la fin), le texte «incertitudes-types composées [ $u(x_i)$ ]» a été remplacé par «incertitudes-types supplémentaires  $u(y)$ »;
- en C.3, titre, «Incertitude dans le cadre de la méthode AOAC 990.12» a été remplacé par «Incertitude des mesurages obtenus par la méthode AOAC 990.12»;
- en C.3.2, «huit laboratoires» a été remplacé par «douze laboratoires»;
- en C.4.4, le texte «0,07 g/kg (0,7 % en tant que fraction massique)» a été remplacé par «7 g/kg (0,7 % en tant que fraction massique)»;
- les Références [27] et [28] ont été mises à jour.

Deleted: /FDIS

Formatted: English (U.S.)

Deleted: 2016

Formatted: English (U.S.)

Formatted: English (U.S.)

Formatted: cite\_sec

Formatted: cite\_sec

Formatted: cite\_sec

Formatted: cite\_sec

Formatted: cite\_sec

Formatted: cite\_sec

Deleted: la Référence

Formatted: cite\_bib

Deleted: a

Deleted: mise

Deleted: 2016

## Introduction

Pour pouvoir interpréter des résultats, il est essentiel de connaître l'incertitude associée aux résultats des mesures. Sans une évaluation quantitative de l'incertitude, il est impossible de décider si les différences observées entre des résultats dépassent la variabilité expérimentale, si les entités d'essai sont conformes aux spécifications ou si des lois basées sur des limites ont été enfreintes. Sans information sur l'incertitude, il existe un risque d'estimation erronée des résultats. Des décisions incorrectes prises sur ces bases peuvent entraîner des dépenses inutiles pour l'industrie, des poursuites judiciaires inappropriées ou bien des conséquences néfastes sur la santé ou pour la société.

Par conséquent, les laboratoires accrédités selon l'ISO/IEC 17025 et les systèmes associés sont tenus d'évaluer l'incertitude de mesure pour leurs résultats d'essai et de mesure et, le cas échéant, d'établir un rapport sur cette incertitude. Le Guide ISO/IEC 98-3 (GUM) constitue une méthode normalisée largement adoptée. Néanmoins, il s'applique à des situations où un modèle du processus de mesure est disponible. Un très vaste ensemble de méthodes d'essai normalisées est toutefois l'objet d'essais interlaboratoires selon l'ISO 5725-2. Le présent document fournit une méthodologie appropriée et économique d'estimation de l'incertitude associée aux résultats de ces méthodes, en totale conformité avec les principes correspondants du GUM, tout en tenant compte des données de performance des méthodes obtenues par un essai interlaboratoires.

L'approche générale utilisée dans le présent document nécessite les conditions indiquées ci-après.

- Les estimations de la répétabilité, de la reproductibilité et de la justesse de la méthode utilisée, obtenues par des essais interlaboratoires tels que décrits dans l'ISO 5725-2, doivent être disponibles dans les informations publiées sur la méthode d'essai utilisée. Ces données fournissent des estimations des composantes intralaboratoire et interlaboratoires de la variance, accompagnées d'une estimation de l'incertitude associée à la justesse de la méthode.
- Le laboratoire doit confirmer que la mise en œuvre de la méthode d'essai est cohérente avec la performance définie de la méthode d'essai, en vérifiant son propre biais et sa propre fidélité. Cela confirme que les données publiées sont applicables aux résultats obtenus par le laboratoire.
- Toutes les influences sur les résultats de mesure qui ne sont pas correctement couvertes par l'essai interlaboratoires doivent être identifiées et la variance associée aux résultats qui peut découler de ces effets doit être quantifiée.

Une estimation de l'incertitude est effectuée en combinant les estimations pertinentes de la variance telles que spécifiées dans le GUM. Cette estimation, combinée à d'autres contributions, peut servir à l'évaluation de l'incertitude; dans certains cas, elle peut constituer l'incertitude spécifiée finale.

Le principe général d'utilisation des données de reproductibilité dans l'évaluation de l'incertitude est parfois qualifié d'approche «descendante».

La dispersion des résultats obtenue par un essai interlaboratoires est souvent comparée à l'incertitude de mesure évaluée en utilisant le mode opératoire GUM. De telles comparaisons seront plus efficaces une fois que l'on s'est donné une méthodologie cohérente d'estimation du même paramètre à partir de données d'un essai interlaboratoires.

Deleted: /FDIS

Formatted: English (U.S.)

Deleted: 2016

Formatted: English (U.S.)

Formatted: English (U.S.)

Formatted: English (U.S.)

Formatted: std\_publisher

Formatted: std\_docNumber

Formatted: std\_documentType

Formatted: std\_publisher

Formatted: std\_docNumber

Formatted: std\_docPartNumber

Formatted: std\_publisher

Formatted: std\_docNumber

Formatted: std\_docPartNumber

Formatted: std\_publisher

Formatted: std\_docNumber

Formatted: std\_docPartNumber

Deleted: 2016

Deleted: PROJET FINAL DE

Deleted: /FDIS

Deleted: 2016

# Lignes directrices relatives à l'utilisation d'estimations de la répétabilité, de la reproductibilité et de la justesse dans l'évaluation de l'incertitude de mesure

## 1 Domaine d'application

Le présent document donne des préconisations sur:

- l'évaluation des incertitudes de mesure à partir de données obtenues lors d'essais interlaboratoires menés conformément à l'ISO 5725-2; et
- la comparaison des résultats d'un essai interlaboratoires avec l'incertitude de mesure (MU) obtenue en appliquant les principes de la propagation de l'incertitude (voir Article 14).

Formatted: std\_publisher

Formatted: std\_docNumber

Formatted: std\_docPartNumber

Formatted: cite\_sec

Formatted: std\_publisher

Formatted: std\_docNumber

Formatted: std\_docPartNumber

L'ISO 5725-3 fournit des modèles supplémentaires d'étude de la fidélité intermédiaire. Cependant, bien que la même méthode générale puisse s'appliquer à l'utilisation de ces modèles étendus, l'évaluation de l'incertitude à partir de ces modèles n'est pas traitée dans le présent document.

Le présent document est applicable dans tous les domaines de mesure et d'essai nécessitant la détermination d'une incertitude associée à un résultat.

Le présent document ne décrit pas l'utilisation de données de répétabilité en l'absence de données de reproductibilité.

Le présent document suppose que les effets systématiques non négligeables reconnus sont corrigés, soit en appliquant une correction numérique dans le cadre de la méthode de mesure, soit en recherchant et en éliminant l'origine de ces effets.

Les recommandations du présent document sont avant tout indicatives. Il est reconnu que, même si les recommandations présentées constituent une méthode valable d'évaluation de l'incertitude à de nombreux égards, d'autres méthodes appropriées peuvent aussi être adoptées.

En général, il est entendu que les références faites dans le présent document à des résultats, méthodes et processus de mesure s'appliquent également à des résultats, méthodes et processus d'essai.

## 2 Références normatives

Le présent document ne comporte aucune référence normative.

## 3 Termes et définitions

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

NOTE Il est fait référence aux «conditions intermédiaires de fidélité», traitées en détail dans l'ISO 5725-3.

Formatted: std\_publisher

Formatted: std\_docNumber

Formatted: std\_docPartNumber

L'ISO et l'IEC maintiennent des bases de données terminologiques pour utilisation dans le domaine de la normalisation aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à <http://www.iso.org/obp>

Deleted: 2016

**ISO 21748:2017(F)**

**3.1  
biais**

différence entre l'espérance mathématique d'un résultat d'essai ou résultat de mesure et une valeur vraie

Note 1 à l'article: Le biais est l'erreur systématique totale par opposition à l'erreur aléatoire. Il peut y avoir une ou plusieurs composantes d'erreurs systématiques qui contribuent au biais. Une différence systématique importante par rapport à la valeur vraie est reflétée par une grande valeur du biais.

Note 2 à l'article: Le biais (erreur de justesse) d'un instrument de mesure est normalement estimé en prenant la moyenne de l'erreur d'indication sur un nombre approprié d'observations répétées. L'erreur d'indication est «l'indication d'un instrument de mesure moins une valeur vraie de la grandeur d'entrée correspondante».

Note 3 à l'article: Dans la pratique, la valeur de référence acceptée remplace la valeur vraie.

[SOURCE: ISO 3534-2:2006, 3.3.2]

**3.2  
incertitude-type composée**

incertitude-type du résultat d'un mesurage, lorsque ce résultat est obtenu à partir des valeurs d'autres grandeurs, égale à la racine carrée d'une somme de termes, ces termes étant les variances ou covariances de ces autres grandeurs, pondérées selon la variation du résultat de mesure en fonction de celle de ces grandeurs

[SOURCE: Guide ISO/IEC 98-3:2008, 2.3.4]

**3.3  
facteur d'élargissement**

facteur numérique utilisé comme multiplicateur de l'incertitude-type composée (3.2) pour obtenir l'incertitude élargie (3.4)

Note 1 à l'article: Un facteur d'élargissement,  $k$ , a sa valeur typiquement comprise entre 2 et 3.

[SOURCE: Guide ISO/IEC 98-3:2008, 2.3.6]

**3.4  
incertitude élargie**

grandeur 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

Note 1 à l'article: La fraction peut être considérée comme la probabilité ou le niveau de confiance de l'intervalle.

Note 2 à l'article: L'association d'un niveau de confiance spécifique à l'intervalle défini par l'incertitude élargie nécessite des hypothèses explicites ou implicites sur la loi de probabilité caractérisée par le résultat de mesure et son incertitude-type composée (3.2). Le niveau de confiance qui peut être attribué à cet intervalle ne peut être connu qu'avec la même validité que celle qui se rattache à ces hypothèses.

Note 3 à l'article: L'incertitude élargie est appelée «incertitude globale» au paragraphe 5 de la Référence [20].

[SOURCE: Guide ISO/IEC 98-3:2008, 2.3.5]

- Deleted: /FDIS
- Formatted: English (U.S.)
- Deleted: 2016
- Formatted: English (U.S.)
- Formatted: English (U.S.)
- Formatted: English (U.S.)

- Formatted: std\_publisher
- Formatted: std\_docNumber
- Formatted: std\_docPartNumber
- Formatted: std\_year
- Formatted: std\_section

- Formatted: std\_documentType
- Formatted: std\_publisher
- Formatted: std\_docNumber
- Formatted: std\_docPartNumber
- Formatted: std\_year
- Formatted: std\_section
- Formatted: cite\_sec
- Formatted: cite\_sec
- Formatted: std\_documentType
- Formatted: std\_publisher
- Formatted: std\_docNumber
- Formatted: std\_docPartNumber
- Formatted: std\_year
- Formatted: std\_section

- Formatted: cite\_sec
- Formatted: cite\_sec
- Formatted: cite\_bib
- Formatted: std\_documentType
- Formatted: std\_publisher
- Formatted: std\_docNumber
- Formatted: std\_docPartNumber
- Formatted: std\_year
- Formatted: std\_section
- Deleted: 2016



**3.5  
fidélité**

étroitesse d'accord entre des résultats d'essai/de mesure indépendants obtenus sous des conditions stipulées

Note 1 à l'article: La fidélité dépend uniquement de la distribution des erreurs aléatoires et n'a aucune relation avec la valeur vraie ou la valeur spécifiée.

Note 2 à l'article: La mesure de la fidélité est généralement exprimée en termes d'infidélité et est calculée à partir de l'écart-type des résultats d'essai ou des résultats de mesure. Une fidélité faible est reflétée par un grand écart-type.

Note 3 à l'article: Les mesures quantitatives de la fidélité dépendent de façon critique des conditions stipulées. Les conditions de répétabilité (3.7) et de reproductibilité (3.10) sont des ensembles particuliers de conditions extrêmes stipulées.

[SOURCE: ISO 3534-2:2006, 3.3.4]

**3.6  
répétabilité**

fidélité (3.5) sous des conditions de répétabilité (3.7)

Note 1 à l'article: La répétabilité peut s'exprimer quantitativement à l'aide des caractéristiques de dispersion des résultats.

[SOURCE: ISO 3534-2:2006, 3.3.5]

**3.7  
conditions de répétabilité**

conditions où les résultats d'essai/de mesure indépendants sont obtenus par la même méthode sur des individus d'essai/de mesure identiques sur la même installation d'essai ou de mesure, par le même opérateur, utilisant le même équipement et pendant un court intervalle de temps

Note 1 à l'article: Les conditions de répétabilité comprennent:

- le même mode opératoire ou procédure d'essai;
- le même opérateur;
- le même instrument de mesure ou d'essai utilisé dans les mêmes conditions;
- le même lieu;
- la répétition durant une courte période de temps.

[SOURCE: ISO 3534-2:2006, 3.3.6]

**3.8  
écart-type de répétabilité**

écart-type des résultats d'essai ou résultats de mesure obtenus sous des conditions de répétabilité (3.7)

Note 1 à l'article: C'est une mesure de la dispersion de la loi des résultats d'essai ou de mesure sous des conditions de répétabilité.

Note 2 à l'article: On peut définir de façon similaire la «variance de répétabilité» et le «coefficient de variation de répétabilité» et les utiliser comme mesures de la dispersion des résultats d'essai ou de mesure sous des conditions de répétabilité.

[SOURCE: ISO 3534-2:2006, 3.3.7]

Deleted: /FDIS  
Formatted: English (U.S.)  
Deleted: 2016  
Formatted: English (U.S.)  
Formatted: English (U.S.)

Formatted: cite\_sec  
Formatted: cite\_sec  
Formatted: std\_publisher  
Formatted: std\_docNumber  
Formatted: std\_docPartNumber  
Formatted: std\_year  
Formatted: std\_section  
Formatted: cite\_sec  
Formatted: cite\_sec  
Formatted: std\_publisher  
Formatted: std\_docNumber  
Formatted: std\_docPartNumber  
Formatted: std\_year  
Formatted: std\_section

Formatted: std\_publisher  
Formatted: std\_docNumber  
Formatted: std\_docPartNumber  
Formatted: std\_year  
Formatted: std\_section  
Formatted: cite\_sec  
Formatted: std\_publisher  
Formatted: std\_docNumber  
Formatted: std\_docPartNumber  
Formatted: std\_year  
Formatted: std\_section  
Deleted: 2016

3.9 reproductibilité

fidélité (3.5) sous des conditions de reproductibilité (3.10)

Note 1 à l'article: La reproductibilité peut s'exprimer quantitativement à l'aide des caractéristiques de dispersion des résultats.

Note 2 à l'article: Les résultats considérés sont habituellement des résultats corrigés.

[SOURCE: ISO 3534-2:2006, 3.3.10]

3.10 conditions de reproductibilité

conditions où les résultats d'essai/de mesure indépendants sont obtenus par la même méthode sur des individus d'essai/de mesure identiques sur différentes installations d'essai ou de mesure avec différents opérateurs et utilisant des équipements différents

[SOURCE: ISO 3534-2:2006, 3.3.11]

3.11 écart-type de reproductibilité

écart-type des résultats d'essai ou résultats de mesure obtenus sous des conditions de reproductibilité (3.10)

Note 1 à l'article: C'est une mesure de la dispersion de la loi des résultats d'essai ou de mesure sous des conditions de reproductibilité.

Note 2 à l'article: On peut définir de façon similaire la «variance de reproductibilité» et le «coefficient de variation de reproductibilité» et les utiliser comme mesures de la dispersion des résultats d'essai ou de mesure sous des conditions de reproductibilité.

[SOURCE: ISO 3534-2:2006, 3.3.12]

3.12 incertitude-type

incertitude (3.14) du résultat d'un mesurage exprimée sous la forme d'un écart-type

[SOURCE: Guide ISO/IEC 98-3:2008, 2.3.1]

3.13 justesse

étroitesse de l'accord entre l'espérance mathématique d'un résultat d'essai ou d'un résultat de mesure et une valeur vraie

Note 1 à l'article: La mesure de la justesse est généralement exprimée en termes de biais (3.1).

Note 2 à l'article: La justesse est parfois appelée «exactitude de la moyenne». Cet usage n'est pas recommandé.

Note 3 à l'article: Dans la pratique, la valeur de référence acceptée remplace la valeur vraie.

[SOURCE: ISO 3534-2:2006, 3.3.3]

- Deleted: /FDIS
- Formatted: English (U.S.)
- Deleted: 2016
- Formatted: English (U.S.)
- Formatted: English (U.S.)
- Formatted: English (U.S.)
- Formatted: cite\_sec
- Formatted: cite\_sec

- Formatted: std\_publisher
- Formatted: std\_docNumber
- Formatted: std\_docPartNumber
- Formatted: std\_year
- Formatted: std\_section

- Formatted: std\_publisher
- Formatted: std\_docNumber
- Formatted: std\_docPartNumber
- Formatted: std\_year
- Formatted: std\_section
- Formatted: cite\_sec

- Formatted: std\_publisher
- Formatted: std\_docNumber
- Formatted: std\_docPartNumber
- Formatted: std\_year
- Formatted: std\_section
- Formatted: cite\_sec
- Formatted: std\_documentType
- Formatted: std\_publisher
- Formatted: std\_docNumber
- Formatted: std\_docPartNumber
- Formatted: std\_year
- Formatted: std\_section
- Formatted: cite\_sec

- Formatted: std\_publisher
- Formatted: std\_docNumber
- Formatted: std\_docPartNumber
- Formatted: std\_year
- Formatted: std\_section
- Deleted: 2016

**3.14 incertitude (de mesure)**

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

Note 1 à l'article: Le paramètre peut être, par exemple, un écart-type (ou un multiple de celui-ci) ou la demi-largeur d'un intervalle de niveau de confiance déterminé.

Note 2 à l'article: L'incertitude de mesure comprend, en général, plusieurs composantes. Certaines peuvent être estimées à partir de la distribution statistique des résultats de séries de mesurages et peuvent être caractérisées par des écarts-types expérimentaux. Les autres composantes, qui peuvent aussi être caractérisées par des écarts-types, sont estimées en admettant des lois de probabilité, d'après l'expérience acquise ou d'après d'autres informations.

Note 3 à l'article: Il est entendu que le résultat du mesurage est la meilleure estimation de la valeur du mesurande, et que toutes les composantes de l'incertitude, y compris celles qui proviennent d'effets systématiques, telles que les composantes associées aux corrections et aux étalons de référence, contribuent à la dispersion.

[SOURCE: Guide ISO/IEC 98-3:2008, 2.2.3]

**3.15 budget d'incertitude**

liste de sources d'incertitude (3.14) et de leurs incertitudes-types associées, établie en vue d'évaluer l'incertitude-type composée (3.2) associée à un résultat de mesure

Note 1 à l'article: Souvent, cette liste comprend en outre des informations telles que les coefficients de sensibilité (variation du résultat selon modification d'une grandeur affectant le résultat), les degrés de liberté pour chaque incertitude-type et une identification des moyens d'estimer chaque incertitude-type en termes d'évaluation de Type A ou de Type B (voir Guide ISO/IEC 98-3).

**4 Symboles**

- $a$  coefficient indiquant l'ordonnée à l'origine de la relation empirique  $\hat{s}_R = a + bm$
- $B$  composante laboratoire du biais
- $b$  coefficient indiquant une pente de la relation empirique  $\hat{s}_R = a + bm$
- $c$  coefficient dans la relation empirique  $\hat{s}_R = cm^d$
- $c_i$  coefficient de sensibilité  $\partial y / \partial x_i$
- $d$  coefficient indiquant un exposant dans la relation empirique  $\hat{s}_R = cm^d$
- $e$  erreur aléatoire dans des conditions de répétabilité
- $k$  facteur numérique utilisé comme multiplicateur de l'incertitude-type composée  $u$  pour obtenir l'incertitude élargie  $U$
- $l$  numéro de laboratoire
- $m$  valeur moyenne des mesures
- $N$  nombre de contributions comprises dans le calcul d'une incertitude composée
- $n'$  nombre de contributions incorporées dans le calcul d'une incertitude composée, en plus des données d'un essai interlaboratoires

Deleted: /FDIS  
Formatted: English (U.S.)  
Deleted: 2016  
Formatted: English (U.S.)  
Formatted: English (U.S.)

Formatted: std\_documentType  
Formatted: std\_publisher  
Formatted: std\_docNumber  
Formatted: std\_docPartNumber  
Formatted: std\_year  
Formatted: std\_section  
Formatted: cite\_sec  
Formatted: cite\_sec  
Formatted: std\_documentType  
Formatted: std\_publisher  
Formatted: std\_docNumber  
Formatted: std\_docPartNumber  
Deleted: a

Deleted: b  
Deleted: c  
Deleted:  $c_i$   
Deleted: d

Deleted: 2016

$n_l$	nombre de répliques du laboratoire $l$ dans l'étude d'un matériau de référence certifié
$n_r$	nombre de mesurages répétés
$p$	nombre de laboratoires
$Q$	nombre d'entités d'essai provenant d'un plus grand lot
$q$	nombre de valeurs assignées par consensus dans le cadre d'un essai interlaboratoires
$r_{ij}$	coefficient de corrélation entre $x_i$ et $x_j$
$s_b$	composante intergroupes de la variance, exprimée comme un écart-type
$s_D$	écart-type, estimé ou expérimental, de résultats obtenus par mesurages répétés sur un matériau de référence utilisé pour vérifier le biais
$s_{inh}$	écart-type associé à l'inhomogénéité de l'échantillon
$s_l$	écart-type de répétabilité estimé avec $\nu_l$ degrés de liberté pour le laboratoire $l$ pendant la vérification de la répétabilité
$s_L$	écart-type interlaboratoires estimé ou expérimental
$\hat{s}_L$	estimation ajustée de l'écart-type interlaboratoires associé à $B$ dans le cas où $s_L$ dépend de la réponse
$s_r$	estimation de l'écart-type intralaboratoire; écart-type estimé pour $e$
$s'_r$	estimation ajustée de l'écart-type intralaboratoire, dans le cas où la contribution à l'incertitude dépend de la réponse
$s_R$	écart-type de reproductibilité estimé
$s'_R$	estimation de l'écart-type de reproductibilité ajustée pour une estimation en laboratoire de l'écart-type de répétabilité
$\hat{s}_R$	estimation ajustée de l'écart-type de reproductibilité, calculé à partir d'un modèle empirique, dans le cas où les contributions dépendent de la réponse
$s_w$	estimation de l'écart-type intralaboratoire issu de répliques ou d'autres études de répétabilité
$s_{\hat{\delta}}$	écart-type estimé du biais $\hat{\delta}$ mesuré dans le cadre d'un essai interlaboratoires
$s(\Delta y)$	écart-type de laboratoire des différences dans le cadre d'une comparaison d'une méthode de routine à une méthode d'essai définitive ou à des valeurs assignées par consensus
$u(\hat{\delta})$	incertitude associée à $\delta$ due à l'incertitude de l'estimation de $\delta$ en mesurant un étalon de mesure de référence ou un matériau de référence de valeur certifiée ( $\hat{\mu}$ )
$u(\hat{\mu})$	incertitude associée à la valeur certifiée ( $\hat{\mu}$ )
$u(x_i)$	incertitude associée à la valeur d'entrée $x_i$ ; également incertitude associée à $x'_i$ où $x_i$ et $x'_i$ diffèrent uniquement d'une constante
$u(y)$	incertitude-type composée, associée à $y$
$u_i(y)$	contribution à l'incertitude composée dans $y$ associée à la valeur $x_i$
$u(y_i)$	incertitude-type composée associée au résultat ou à la valeur assignée $y_i$
$u(Y)$	incertitude composée pour le résultat $Y = f(y_1, y_2, \dots)$
$u_{inh}$	incertitude associée à l'inhomogénéité de l'échantillon
$U$	incertitude élargie, égale à $k$ fois l'incertitude-type $u$

Deleted: /FDIS

Formatted: English (U.S.)

Deleted: 2016

Formatted: English (U.S.)

Formatted: English (U.S.)

Formatted: English (U.S.)

Deleted: 2016

$U(y)$	incertitude élargie de $y$
$x_i$	valeur de la $i$ ème grandeur d'entrée dans la détermination d'un résultat
$x'_i$	écart de la $i$ ème valeur d'entrée par rapport à la valeur nominale de $x$
$Y$	résultat composé exprimé comme une fonction des autres résultats $y_i$
$y_i$	résultat de la méthode définitive pour l'entité d'essai $i$ dans le cadre d'une comparaison de méthodes d'essai, ou valeur assignée dans une comparaison avec des valeurs assignées par consensus
$\hat{y}_i$	résultat de la méthode de routine pour l'entité d'essai $i$ dans le cadre d'une comparaison de méthodes d'essai

Deleted: /FDIS

Formatted: English (U.S.)

Deleted: 2016

Formatted: English (U.S.)

Formatted: English (U.S.)

$\Delta$	biais de laboratoire
$\Delta l$	estimation du biais de laboratoire $l$ , égale à la moyenne de laboratoire, $m$ , moins la valeur certifiée ( $\hat{\mu}$ )
$\bar{\Delta}_y$	biais moyen de laboratoire dans le cadre d'une comparaison d'une méthode de routine à une méthode d'essai définitive ou à des valeurs assignées par consensus
$\delta$	biais intrinsèque de la méthode de mesure utilisée
$\hat{\delta}$	biais estimé ou mesuré
$\mu$	espérance mathématique inconnue du résultat idéal
$\hat{\mu}$	valeur certifiée d'un matériau de référence
$\sigma_0$	écart-type dans le cadre d'un essai d'aptitude
$\sigma_D$	valeur vraie de l'écart-type de résultats obtenus par mesurages répétés sur un matériau de référence utilisé pour la vérification du biais
$\sigma_L$	écart-type interlaboratoires; écart-type de $B$
$\sigma_r$	écart-type intralaboratoire; écart-type de $e$
$\sigma_w$	écart-type intragroupe
$\sigma_{w0}$	écart-type requis pour une performance adéquate (voir Guide ISO 33)
$\nu_{\text{eff}}$	nombre réel de degrés de liberté pour l'écart-type de $y_i$ , ou pour l'incertitude associée au résultat $y_i$
$\nu_i$	nombre de degrés de liberté associés à la $i$ ème contribution à l'incertitude
$\nu_l$	nombre de degrés de liberté associés à une estimation $s_l$ de l'écart-type pour le laboratoire $l$ pendant la vérification de la répétabilité

Deleted:  $y_0$ 

... [1]

Formatted: Font: Not Italic

Deleted:  $\hat{\mu}$ 

Formatted: std\_documentType

Formatted: std\_publisher

Formatted: std\_docNumber

Formatted: std\_publisher

Formatted: std\_docNumber

Formatted: std\_documentType

Formatted: std\_publisher

Formatted: std\_docNumber

Formatted: std\_year

Formatted: std\_section

Deleted: 2016

## 5 Principes

### 5.1 Résultats individuels et performance du processus de mesure

**5.1.1** L'incertitude de mesure se réfère aux résultats individuels. En revanche, la répétabilité, la reproductibilité et le biais se rapportent à la performance d'un processus de mesure ou d'essai. Pour les études selon la série de normes ISO 5725, le processus de mesure ou d'essai sera une méthode de mesure unique, utilisée par tous les laboratoires participant à l'étude. Noter que pour les besoins du présent document, la méthode de mesure est supposée être appliquée sous la forme d'un mode opératoire de mesure unique détaillé (tel que défini dans le Guide ISO/IEC 99:2007, 2.6). Il est implicite

dans le présent document que les chiffres de performance du processus, dérivés d'études de performance de la méthode, s'appliquent à tous les résultats de mesure individuels produits par le processus. Il sera démontré plus loin que cette hypothèse nécessite des preuves sous la forme de données appropriées d'assurance et de contrôle de la qualité pour le processus de mesure (voir Article 7).

5.1.2 Il sera démontré ci-dessous qu'il peut être nécessaire également de tenir compte des différences entre les entités d'essai, mais, cette mise en garde étant faite, il n'est pas nécessaire d'entreprendre des études individuelles et détaillées d'incertitude pour chaque entité d'essai, pour un processus de mesure stable et bien caractérisé.

## 5.2 Utilisation des données de reproductibilité

Le présent document est fondé sur les deux principes suivants:

- le premier principe est le fait que l'écart-type de reproductibilité obtenu dans un essai interlaboratoires est une base valide pour l'évaluation de l'incertitude de mesure (voir A.2.1);
- le second principe est que l'on doit démontrer que les effets qui ne sont pas observés dans le cadre de l'essai interlaboratoires sont négligeables, ou les prendre en compte de manière explicite. Ce dernier principe est réalisé par une extension du modèle de base utilisé pour l'essai interlaboratoires (voir A.2.3).

## 5.3 Équations fondamentales pour le modèle statistique

5.3.1 Le modèle statistique sur lequel est fondé le présent document est exprimé selon la Formule (1):

$$y = \mu + \delta + B + \sum c_i x'_i + e \tag{1}$$

où

- $y$  est le résultat de mesure, supposé être calculé à partir d'une fonction appropriée;
- $\mu$  est l'espérance mathématique (inconnue) de résultats idéaux;
- $\delta$  est un terme représentant le biais intrinsèque de la méthode de mesure utilisée;
- $B$  est la composante laboratoire du biais;
- $x'_i$  est l'écart par rapport à la valeur nominale de  $x_i$ ;
- $c_i$  est le coefficient de sensibilité, égal à  $\partial y / \partial x_i$ ;
- $e$  est l'erreur aléatoire dans des conditions de répétabilité.

$B$  et  $e$  sont supposés être distribués selon une loi normale, avec des variances respectives de  $\sigma_L^2$  et  $\sigma_r^2$ .

Ces termes forment le modèle utilisé par l'ISO 5725-2 pour l'analyse des données de l'essai interlaboratoires.

Étant donné que les écarts-types observés du biais de la méthode,  $\delta$ , du biais de laboratoire,  $B$ , et de l'erreur aléatoire,  $e$ , sont des mesures globales de la dispersion dans les conditions de l'essai interlaboratoires, la somme  $\sum c_i x'_i$  est, en dehors de ces effets, soumise à des écarts *autres* que ceux donnant lieu à  $\delta$ ,  $B$  ou  $e$ , et fournit une méthode visant à intégrer des effets d'opérations qui ne sont pas réalisées au cours d'un essai interlaboratoires.

Des exemples de telles opérations incluent:

Deleted: /FDIS

Formatted: English (U.S.)

Deleted: 2016

Formatted: English (U.S.)

Formatted: English (U.S.)

Formatted: English (U.S.)

Formatted: cite\_sec

Formatted: cite\_sec

Formatted: cite\_sec

Formatted: cite\_eq

Formatted: std\_publisher

Formatted: std\_docNumber

Formatted: std\_docPartNumber

Formatted: Don't keep with next

Deleted: 2016

- a) la préparation de l'entité d'essai, faite en pratique pour chaque entité d'essai, mais menée avant la diffusion dans le cas d'un essai interlaboratoires;
- b) les effets de sous-échantillonnage en pratique quand les entités d'essai sujettes à l'essai interlaboratoires ont été, comme c'est couramment le cas, homogénéisées avant l'essai. Les  $x'_i$  sont supposés être distribués selon une loi normale d'espérance nulle et de variance  $u^2(x_i)$ .

Ce modèle est expliqué en détail à l'Annexe A, informative.

NOTE L'erreur est généralement définie comme la différence entre une valeur de référence et un résultat. Le GUM différencie clairement une «erreur» (une valeur) d'une «incertitude» (une dispersion de valeurs). Dans l'évaluation de l'incertitude de mesure, néanmoins, il est important de caractériser la dispersion due à des effets aléatoires et de l'inclure dans un modèle explicite. Pour le présent propos, cela revient à inclure un «terme d'erreur» avec une espérance zéro comme dans la Formule (1).

5.3.2 Étant donné le modèle de la Formule (1), l'incertitude-type  $u(y)$  associée à une observation peut être estimée à l'aide de la Formule (2):

$$u^2(y) = u^2(\hat{\delta}) + s_L^2 + \sum c_i^2 u^2(x_i) + s_r^2 \quad (2)$$

où

$s_L^2$  est la variance estimée de  $B$ ;

$s_r^2$  est la variance estimée de  $e$ ;

$u(\hat{\delta})$  est l'incertitude-type associée à  $\delta$  due à l'incertitude de l'estimation de  $\delta$  en mesurant un étalon de mesure de référence ou un matériau de référence de valeur certifiée ( $\hat{\mu}$ );

$u(x_i)$  est l'incertitude-type associée à  $x'_i$ .

Étant donné que l'écart-type de reproductibilité  $s_R$  est exprimé par  $s_R^2 = s_L^2 + s_r^2$ ,  $s_R^2$  peut être substitué à  $s_L^2 + s_r^2$  et la Formule (2) est alors réduite à la Formule (3):

$$u^2(y) = u^2(\hat{\delta}) + s_R^2 + \sum c_i^2 u^2(x_i) \quad (3)$$

## 5.4 Données de répétabilité

Les données de répétabilité sont utilisées dans le présent document principalement comme une vérification de la fidélité qui, associée à d'autres essais, confirme qu'un laboratoire particulier peut utiliser des données de reproductibilité et de justesse dans son évaluation de l'incertitude. Les données de répétabilité sont également employées dans le calcul de la composante de reproductibilité de l'incertitude (voir 7.3 et Article 11).

## 6 Évaluation de l'incertitude de mesure en utilisant les estimations de la répétabilité, de la reproductibilité et de la justesse

### 6.1 Mode opératoire pour l'évaluation de l'incertitude de mesure

Les principes sur lesquels est fondé ce document (voir 5.1) donnent lieu au mode opératoire suivant pour évaluer l'incertitude de mesure: