

---

---

**Qualité de l'air — Lignes directrices pour  
estimer l'incertitude de mesure**

*Air quality — Guidelines for estimating measurement uncertainty*

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 20988:2007](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08772d22-08d5-4540-b1fa-1ca280ad8723/iso-20988-2007)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08772d22-08d5-4540-b1fa-1ca280ad8723/iso-20988-2007>



**PDF – Exonération de responsabilité**

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 20988:2007](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08772d22-08d5-4540-b1fa-1ca280ad8723/iso-20988-2007)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08772d22-08d5-4540-b1fa-1ca280ad8723/iso-20988-2007>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2007

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](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	v
1 <b>Domaine d'application</b> .....	1
2 <b>Références normatives</b> .....	1
3 <b>Termes et définitions</b> .....	1
4 <b>Symboles et abréviations</b> .....	5
5 <b>Concepts fondamentaux</b> .....	7
5.1 <b>Lignes générales</b> .....	7
5.2 <b>Incertitude de mesurage</b> .....	8
5.3 <b>Correction des effets systématiques</b> .....	10
5.4 <b>Fourniture des données d'entrée</b> .....	11
6 <b>Définition de problème</b> .....	13
6.1 <b>Objectifs</b> .....	13
6.2 <b>Mesurage</b> .....	14
6.3 <b>Paramètres d'incertitude</b> .....	15
6.4 <b>Données d'entrée</b> .....	15
6.4.1 <b>Généralités</b> .....	15
6.4.2 <b>Évaluation de la représentativité</b> .....	16
6.5 <b>Effets non décrits par les séries d'observations</b> .....	17
7 <b>Analyse statistique</b> .....	18
7.1 <b>Objectives</b> .....	18
7.2 <b>Approche indirecte</b> .....	20
7.3 <b>Approche directe</b> .....	21
7.4 <b>Validité statistique</b> .....	22
8 <b>Estimation des variances et covariances</b> .....	23
8.1 <b>Généralités</b> .....	23
8.2 <b>Estimations de la variance de Type A</b> .....	23
8.3 <b>Estimations de la variance de Type B</b> .....	24
8.4 <b>Estimation des covariances</b> .....	24
9 <b>Évaluation des paramètres d'incertitude</b> .....	26
9.1 <b>Objectif</b> .....	26
9.2 <b>Incertitude type composée</b> .....	26
9.3 <b>Incertitude élargie</b> .....	27
9.3.1 <b>Généralités</b> .....	27
9.3.2 <b>Incertitude élargie de résultats présentant une distribution gaussienne</b> .....	27
10 <b>Rapport</b> .....	29
<b>Annexe A (informative) Essai de probabilité d'élargissement</b> .....	30
<b>Annexe B (informative) Méthodes d'évaluation de Type A pour les programmes expérimentaux A1 à A8</b> .....	34
<b>Annexe C (informative) Exemples</b> .....	49
<b>Bibliographie</b> .....	82

## 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 20988 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 146, *Qualité de l'air*, sous-comité SC 4, *Aspects généraux*.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 20988:2007  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08772d22-08d5-4540-b1fa-1ca280ad8723/iso-20988-2007>

## Introduction

Le concept général d'estimation de l'incertitude de mesure est décrit dans le *Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure* (GUM). Les aspects pratiques de ce guide GUM portent sur l'évaluation de séries d'observations non biaisées. Dans les mesurages de la qualité de l'air, les séries d'observations peuvent rarement être considérées comme non biaisées en raison de la présence d'effets aléatoires qui restent les mêmes tout au long d'une série d'observations.

La présente Norme internationale permet l'évaluation d'effets aléatoires sources de variations ou de biais dans des séries d'observations en vue d'une estimation de l'incertitude. Des données adéquates peuvent être recueillies dans des programmes expérimentaux permettant une comparaison avec des matériaux de référence, ou à l'aide d'instruments de référence ou de mesurages indépendants de même type. En fournissant des données expérimentales pour l'estimation de l'incertitude, il est important de s'assurer de la représentativité pour les variations et les biais se produisant lors de l'utilisation prévue de la méthode de mesurage.

Le guide générique et les modes opératoires statistiques développés dans la présente Norme internationale s'adressent aux experts techniques dans le domaine du mesurage de la qualité de l'air, agissant, par exemple, dans le cadre de la normalisation, de la validation ou de la documentation de méthodes de mesurage en air ambiant, en air intérieur, en émissions de sources fixes, en ambiances de travail ou en météorologie.

La présente Norme internationale ne fournit pas d'informations exhaustives sur la planification et le déroulement des programmes expérimentaux devant être évalués pour l'estimation de l'incertitude.

Les incertitudes des résultats de mesurage liées à une couverture temporelle incomplète des données de mesurage ne sont pas traitées dans le présent document, mais dans l'ISO 11222 [2]. Les incertitudes des résultats de mesurage liées à une couverture spatiale incomplète par les données de mesurage ne sont pas traitées dans le présent document.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 20988:2007

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08772d22-08d5-4540-b1fa-1ca280ad8723/iso-20988-2007>

# Qualité de l'air — Lignes directrices pour estimer l'incertitude de mesure

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale fournit un guide étendu et des modes opératoires statistiques spécifiques pour établir une estimation de l'incertitude dans le cadre des mesurages de la qualité de l'air, y compris les mesurages de l'air ambiant, de l'air à l'intérieur des bâtiments, des émissions de sources fixes, des ambiances de travail ou de la météorologie. Elle applique les recommandations générales du *Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure* (GUM) aux conditions limites rencontrées dans le mesurage de la qualité de l'air. Les conditions limites prises en considération incluent des mesurands qui varient rapidement avec le temps ainsi que la présence de biais dans des séries d'observations recueillies dans les conditions d'utilisation normale des méthodes de mesurage de la qualité de l'air.

Les méthodes de mesurage considérées incluent

- des méthodes corrigées en termes d'effets systématiques par des observations répétées de matériaux de référence,
- des méthodes étalonnées par mesurage par paires avec une méthode de référence,
- des méthodes non corrigées d'effets systématiques, parce qu'elles ne sont pas biaisées par conception, et
- des méthodes non corrigées d'effets systématiques, dans l'utilisation prévue et qui tiennent systématiquement compte d'un biais.

Les données expérimentales pour l'estimation de l'incertitude peuvent être fournies soit par un seul programme expérimental en approche directe, soit par une combinaison de programmes expérimentaux en approche indirecte.

## 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).

Guide ISO/CEI 98:1995, *Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure* (GUM)

## 3 Termes et définitions

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

### 3.1

#### **incertitude (de mesure)**

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

[Guide ISO/CEI 98:1995, B.2.18; VIM:1993, 3.9]

### 3.2

#### **incertitude type**

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

[Guide ISO/CEI 98:1995, 2.3.1]

NOTE L'incertitude type d'un résultat de mesurage est une estimation de l'écart-type de la population de tous les résultats de mesurage possibles qui peuvent être obtenus par la même méthode de mesurage du mesurande portant une valeur unique.

### 3.3

#### **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 les covariances de ces autres grandeurs, pondérées selon la variation du résultat de mesurage en fonction de celles de ces grandeurs

[Guide ISO/CEI 98:1995, 2.3.4]

NOTE L'adjectif «composée» peut être omis parfois sans perte de sens/d'applicabilité.

### 3.4

#### **incertitude élargie**

grandeur définissant un intervalle  $[y - U_p(y); y + U_p(y)]$  autour du résultat d'un mesurage  $y$  dont on puisse s'attendre à ce qu'il comprenne une fraction élevée  $p$  de la distribution des valeurs qui pourraient raisonnablement être attribuées au mesurande

NOTE 1 Adapté du Guide ISO/CEI 98:1995, 2.3.5.

NOTE 2 Si l'incertitude a été obtenue principalement par une évaluation de Type A, l'intervalle  $[y - U_p(y); y + U_p(y)]$  peut être compris comme étant un intervalle de confiance pour la valeur vraie du mesurande sur un niveau de confiance  $p$ .

NOTE 3 L'intervalle  $[y - U_p(y); y + U_p(y)]$  caractérise la plage de valeurs dans laquelle on s'attend en toute confiance à ce que la valeur vraie du mesurande se trouve (voir le Guide ISO/CEI 98:1995, 2.2.4).

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08772d22-08d5-4540-b1fa-1ca280ad8723/iso-20988-2007>

### 3.5

#### **facteur d'élargissement**

facteur numérique utilisé comme multiplicateur de l'incertitude type composée pour obtenir l'incertitude élargie

[Guide ISO/CEI 98:1995, 2.3.6]

### 3.6

#### **probabilité d'élargissement**

fraction des résultats de mesurage dont on s'attend à ce qu'elle soit comprise dans un intervalle spécifié

### 3.7

#### **évaluation de Type A (de l'incertitude)**

méthode d'évaluation de l'incertitude par l'analyse statistique de séries d'observations

[Guide ISO/CEI 98:1995, 2.3.2]

### 3.8

#### **évaluation de Type B (de l'incertitude)**

méthode d'évaluation de l'incertitude par des moyens autres que l'analyse statistique de séries d'observations

[Guide ISO/CEI 98:1995, 2.3.3]

### 3.9

#### **écart-type**

racine carrée positive de la variance

[Guide ISO/CEI 98:1995, C.2.12]

NOTE En règle générale, l'écart-type de la population d'une variable aléatoire  $X$  est estimé par la racine carrée positive de la variance de la population de  $X$ .



**3.10****écart-type expérimental**

pour une série de  $N$  mesurages du même mesurande, grandeur  $s(x)$  caractérisant la dispersion des résultats, donnée par la formule

$$s(x) = \sqrt{\sum_{j=1}^N \frac{(x(j) - \bar{x})^2}{N-1}}$$

où  $x(j)$  étant le résultat du  $j^{\text{ème}}$  mesurage et  $\bar{x}$  la moyenne arithmétique des  $N$  résultats considérés

NOTE 1 Adapté du Guide ISO/CEI 98:1995, B.2.17.

NOTE 2  $s^2(x)$  est une estimation non biaisée de la variance  $\sigma^2(X)$  de la variable aléatoire étudiée  $X$ , si la série d'observations  $x(j)$  avec  $j = 1$  à  $N$  est non biaisée.

**3.11****variance**

espérance mathématique du carré de la variable aléatoire centrée:

$$\sigma^2(X) = E\left\{\left[X - E(X)\right]^2\right\}$$

[Guide ISO/CEI 98:1995, C.2.11]

NOTE La variance de population  $\sigma^2(X)$  d'une variable aléatoire  $X$  peut être estimée par le carré de l'écart-type expérimental  $s^2(x)$  d'un échantillon aléatoire simple d'observations non biaisées  $x(j)$  avec  $j = 1$  à  $N$  de la variable aléatoire  $X$ . Sinon,  $s^2(x)$  sous-estime la variance de la population.

**3.12****covariance**

moyenne du produit de deux variables aléatoires centrées dans leur loi de probabilité combinée

NOTE 1 Adapté de l'ISO 3534-1:2006, 2.43.

NOTE 2 La covariance  $\text{cov}(x, y)$  est une statistique d'échantillons permettant d'estimer la covariance des populations de  $x$  et de  $y$ .

**3.13****espérance mathématique****valeur espérée**

- 1) pour une variable aléatoire discrète  $X$  prenant les valeurs  $x_i$  avec des probabilités  $p_i$ , l'espérance mathématique, si elle existe, est  $E(X) = \sum p_i x_i$ , la somme étant étendue à toutes les valeurs  $x_i$  susceptibles d'être prises par  $X$ ;
- 2) pour une variable aléatoire continue  $X$  ayant pour fonction de densité de probabilité  $f(x)$ , l'espérance mathématique, si elle existe, est  $E(X) = \int x \cdot f(x) \cdot dx$ , l'intégrale étant étendue au ou aux domaines de variation de  $X$ .

[Guide ISO/CEI 98:1995, C.2.9]

**3.14****degrés de liberté**

en général, le nombre de termes de la somme moins le nombre de contraintes sur les termes de la somme

[Guide ISO/CEI 98:1995, C.2.31]

NOTE Dans le cas d'une estimation de la variance, par nombre (effectif) de degrés de liberté, on peut entendre le nombre d'informations indépendantes utilisées pour obtenir cette estimation de la variance.

**3.15**  
**mesurage**

ensemble d'opérations ayant pour but de déterminer la valeur d'une grandeur

[VIM:1993, 2.1]

**3.16**  
**résultat d'un mesurage**

valeur attribuée à un mesurande, obtenue par mesurage

[VIM:1993, 3.1]

**3.17**  
**coefficient de sensibilité**

écart du résultat de mesurage divisé par l'écart d'une grandeur d'influence responsable de la variation si toutes les autres grandeurs d'influence sont maintenues constantes

**3.18**  
**mesurande**

grandeur particulière soumise à mesurage

[VIM:1993, 2.6]

NOTE On considère que le mesurande porte une valeur unique, au moins sur la période de temps nécessaire à la réalisation d'un seul mesurage.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

**3.19**  
**système de mesure**

ensemble complet des instruments de mesure, des autres appareils et des modes opératoires utilisés pour effectuer les mesurages de la qualité de l'air

[ISO 20988:2007](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08772d22-08d5-4540-b1fa-1ca280ad8723/iso-20988-2007)

[ISO 11222:2002, 3.9]

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08772d22-08d5-4540-b1fa-1ca280ad8723/iso-20988-2007>

NOTE Un système de mesure est une réalisation technique d'une méthode de mesurage. La documentation relative à la méthode de mesurage est considérée comme faisant partie du système de mesure.

**3.20**  
**matériau de référence**  
**RM**

matériau ou substance dont une ou plusieurs valeurs de la ou des propriétés sont suffisamment homogènes et bien définies pour permettre de l'utiliser pour l'étalonnage et/ou la validation d'un système de mesure

NOTE 1 Adapté du VIM:1993, 6.13.

NOTE 2 Un matériau de référence peut se présenter sous la forme d'un gaz, d'un liquide ou d'un solide, pur ou composé.

**3.21**  
**effet systématique**

influence provoquant un biais dont on peut s'attendre à ce qu'il se produise invariablement dans chaque série d'observations obtenues dans le cadre d'une réalisation répétée ou parallèle du mesurage

**3.22**  
**effet aléatoire**

influence provoquant une variation aléatoire ou un biais de la valeur aléatoire (biais incohérent) dans une série d'observations obtenues lors de la réalisation répétée du mesurage

NOTE Un effet présentant une valeur fixe mais aléatoire pendant la réalisation du mesurage provoque de manière répétée un biais de la valeur aléatoire.

**3.23****biais**

erreur systématique d'indication d'un instrument de mesure

[VIM:1993, 5.25]

NOTE Un biais d'une série d'observations d'une valeur de référence acceptée peut être causé soit par des effets systémiques, soit des effets aléatoires présentant des valeurs fixes (inconnues) dans la série d'observations.

**3.24****représentativité**

aptitude d'une série d'observations à fournir une estimation non biaisée d'un paramètre pour une population statistique spécifiée

**3.25****population**

totalité des individus pris en considération

[ISO 3534-1:2006, 1.1]

NOTE Ensemble des résultats de mesurage possibles qui peuvent être obtenus pour un mesurande unique au moyen de toutes les réalisations techniques possibles d'une méthode de mesurage spécifiée.

**4 Symboles et abréviations**

$a$  paramètre (constante)

$b$  paramètre (constante)

$c$  paramètre (constante)

$c_i$  coefficient de sensibilité

$\text{cov}(x_i, x_k)$  estimation de la covariance de deux grandeurs d'entrée  $x_i$  et  $x_k$

$E(X)$  espérance mathématique de la variable aléatoire  $X$

$i$  indice

$j$  indice

$k$  indice

$k_p$  facteur d'élargissement

$K$  nombre

$L$  nombre de laboratoires

$M$  nombre

$N$  nombre

$p$  probabilité d'élargissement; niveau de confiance

$\sigma(x)$  écart-type de la population d'une variable aléatoire  $X$

$s(x)$	écart-type expérimental de l'ensemble de données $x(j)$ avec $j = 1$ à $N$
$t(p, \nu)$	$(1-p)$ -quantile de loi de $t$ de Student de $\nu$ degrés de liberté
$u_B$	incertitude provoquée par le biais
$u(x_i)$	incertitude type de la valeur d'entrée $x_i$
$u(x_R)$	incertitude type (composée) de la valeur de référence $x_R$
$u(y_R)$	incertitude type (composée) de la valeur de référence $y_R$
$u[y_R(j)]$	incertitude type (composée) de la valeur de référence $y_R(j)$
$U_p(y)$	incertitude élargie du résultat de mesurage $y$ au niveau d'élargissement $p$
$\text{var}(x_i)$	estimation de la variance de la grandeur d'entrée $x_i$
$\text{var}(Y)$	estimation de la variance des résultats possibles de mesurage $Y$
$\text{var}(y)$	estimation de la variance des résultats de mesurage $y(j)$ avec $j = 1$ à $N$ observés dans le cas d'une approche directe
$w(y)$	incertitude type relative d'un résultat de mesurage $y$
$W_p(y)$	incertitude élargie relative d'un résultat de mesurage $y$ au niveau d'élargissement $p$
$x_i$	grandeur d'entrée de l'équation modèle de la méthode $y = f(x_1, \dots, x_K)$
$x_R$	valeur de référence pour une grandeur d'entrée $x$
$\delta X$	écart probable d'une grandeur d'influence $x$
$Y$	résultat possible d'un mesurage qui pourrait être raisonnablement attribué au même mesurande par répétitions indépendantes du mesurage effectué pour obtenir le résultat de mesurage $y$
$y$	résultat de mesurage
$y_R$	valeur acceptée du matériau de référence du mesurande
$y_R(i)$	résultat de mesurage obtenu par une méthode de mesurage de référence
$\delta Y$	écart probable du résultat du mesurage $y$ autour de la valeur vraie (inconnue) du mesurande, qui n'est pas décrit implicitement par les données expérimentales à évaluer
$\gamma$	niveau de confiance
$\nu$	nombre de degrés de liberté
$\nu_{\text{eff}}$	nombre effectif de degrés de liberté
$\chi^2(\gamma, \nu)$	$\gamma$ -percentile de loi de khi carré de $\nu$ degrés de liberté

ITU STANDARD PREVIEW  
(standard.iteh.ai)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08772d22-08d5-4540-b1fa-20988-2007>

## 5 Concepts fondamentaux

### 5.1 Lignes générales

L'objectif général de la présente Norme internationale est de permettre l'application du *Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure* (GUM) dans les différents domaines de mesurage de la qualité de l'air, incluant l'air ambiant, l'air à l'intérieur des bâtiments, la météorologie, les émissions de cheminée et les ambiances sur les lieux de travail. Il est admis que les méthodes normalisées de mesurage de la qualité de l'air sont documentées de façon complète, par exemple, dans les normes de méthodes, les modes opératoires normalisés, les rapports de validation ou autres documents techniques.

Il convient que la documentation relative à une méthode contienne

- des instructions sur l'utilisation prévue (mode opératoire normalisé),
- des instructions de correction des effets systématiques, le cas échéant,
- une équation modèle de la méthode  $y = f(x_1, \dots, x_K)$ , si les résultats de mesurage  $y$  sont calculés à partir de grandeurs d'entrée  $x_i$  observées ou connues d'une autre manière,
- des résultats de validation de la méthode, le cas échéant, et
- des instructions sur le mode d'affectation des paramètres d'incertitude aux résultats de mesurage  $y$ .

La présente Norme internationale traite du mode d'affectation des paramètres d'incertitude appropriés aux résultats de mesurage obtenus à l'aide de méthodes de mesurage de la qualité de l'air. À cette fin, l'estimation de l'incertitude est considérée comme un mode opératoire à cinq étapes, qui sont

- la définition du problème (voir Article 6),
- l'analyse statistique (voir Article 7),
- l'évaluation des variances et des covariances (voir Article 8),
- l'évaluation des paramètres d'incertitude (voir Article 9),
- le rapport (voir Article 10).

La Figure 1 compare ce mode opératoire en cinq étapes à celui en huit étapes, recommandé par le GUM.

Les principaux objectifs de la «définition du problème» comme étape préliminaire distincte sont

- d'identifier les questions à se poser,
- de fournir les données d'entrée à évaluer.

Sur la base d'une définition de problème appropriée, la présente Norme internationale oriente sur des méthodes d'analyse statistique et d'évaluation applicables sans expertise mathématique. La définition de problème nécessite une connaissance approfondie des aspects techniques du mesurage pris en considération et, au minimum, une compréhension de base du concept statistique général d'estimation de l'incertitude décrit dans le GUM. Une brève introduction aux aspects statistiques de l'estimation de l'incertitude figure en 5.2, en 5.3 et en 5.4.

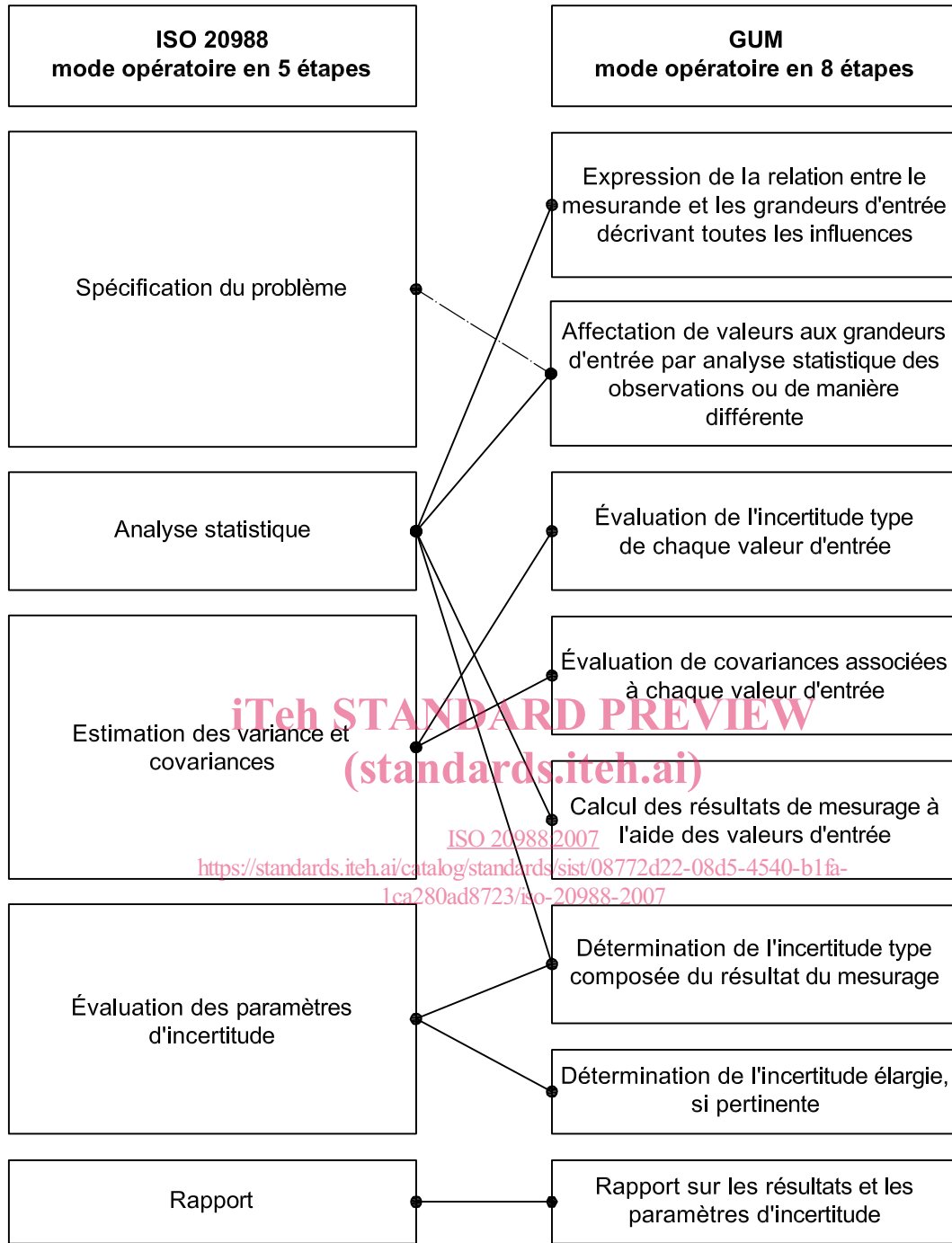


Figure 1 — Comparaison entre le mode opératoire en 5 étapes de l'ISO 20988 (à gauche) et le mode opératoire en 8 étapes du GUM (à droite)

## 5.2 Incertitude de mesurage

L'incertitude de mesure est définie comme un «paramètre, associé au résultat d'un mesurage, qui caractérise la dispersion des valeurs qui pourraient raisonnablement être attribuées au mesurande» (voir 3.1).

Un paramètre d'incertitude approprié peut être

- l'incertitude type (composée)  $u(y)$  d'un résultat de mesurage  $y$ ;
- l'incertitude élargie  $U_p(y)$  d'un résultat de mesurage  $y$  à un niveau d'élargissement spécifié  $p$ .

Selon la définition 3.1, l'incertitude type (composée)  $u(y)$  d'un résultat de mesure  $y$  est la racine carrée d'une estimation  $\text{var}(Y)$  de la variance de la population des résultats possibles de mesure  $Y$  qui pourraient raisonnablement être attribués au même mesurande par une répétition indépendante du mesurage. En conséquence, une tâche de base dans l'estimation de l'incertitude est de fournir une estimation  $\text{var}(Y)$  de la variance de la population de résultats possibles d'un mesurage  $Y$ . Une discussion statistique détaillée figure dans l'Article 7.

Selon la définition 3.4, l'incertitude élargie  $U_p(y)$  décrit un intervalle  $[y - U_p(y); y + U_p(y)]$  autour d'un résultat spécifique de mesure  $y$ , dont on s'attend à ce qu'il englobe une large fraction  $p$  des résultats possibles qui pourraient être raisonnablement attribués au même mesurande par une répétition indépendante du mesurage. Pour une probabilité d'élargissement spécifiée  $p$ , l'incertitude élargie correspondante  $U_p(y)$  est obtenue sous la forme d'un multiple de l'incertitude type (composée)  $u(y)$ . Cela implique une distribution gaussienne des résultats possibles de mesure autour de la valeur unique (mais inconnue) du mesurande. Pour des détails, voir 9.3.

La compréhension habituelle d'un niveau d'incertitude  $[y - U_p(y); y + U_p(y)]$  est celle d'une estimation caractérisant la plage dans laquelle se trouve la vraie valeur du mesurande (voir le Guide ISO/CEI 98:1995, 2.2.4), respectivement dans laquelle on pense que la valeur du mesurande se trouve [4]. La probabilité d'élargissement  $p$  décrit le niveau de certitude que la vraie valeur du mesurande est couverte par l'intervalle  $[y - U_p(y); y + U_p(y)]$ .

Étant donné une incertitude élargie spécifiée  $U_p(y)$  et un ensemble de données d'entrée approprié, la probabilité d'élargissement  $p$  de l'intervalle d'incertitude  $[y - U_p(y); y + U_p(y)]$  autour d'un résultat observé de mesure  $y$  peut être évaluée avec une méthode robuste. Cette méthode n'implique pas une distribution gaussienne des résultats possibles de mesure autour de la valeur inconnue du mesurande. Plus de détails sont donnés à l'Annexe A.

Le cas échéant, l'incertitude type (composée)  $u(y)$  peut être décrite comme une fonction du résultat de mesure  $y$ , par exemple  $w(y) = u(y)/y = \text{constante}$ . Une fonction d'incertitude de ce type peut être étroitement liée à une équation modèle de la méthode  $y = f(x_1, \dots, x_k)$  utilisée pour obtenir des résultats de mesure  $y$ . Ce concept est illustré à la Figure 2.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/08772d22-08d5-4540-b1fa-1ca280ad8723/iso-20988-2007>