
Code d'essai des machines-outils —

Partie 9:

**Estimation de l'incertitude de mesure
pour les essais des machines-outils
selon la série ISO 230, équations de base**

iTeh STANDARD PREVIEW

Test code for machine tools —

(standards.iteh.ai)

*Part 9: Estimation of measurement uncertainty for machine tool tests
according to series ISO 230, basic equations*

ISO/TR 230-9:2005

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5ac8cf53-be75-4f19-92d3-b42a0e2a88d/iso-tr-230-9-2005>



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/TR 230-9:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5ac8cf53-be75-4f19-92d3-f342a0e2a88d/iso-tr-230-9-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5ac8cf53-be75-4f19-92d3-f342a0e2a88d/iso-tr-230-9-2005>

© ISO 2005

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	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes, définitions et symboles	1
4 Estimation de l'incertitude de mesure, U	2
5 Estimation de l'incertitude des paramètres, équations de base	3
Annexe A (informative) Incertitude de mesure de la valeur moyenne	4
Annexe B (informative) Incertitude de mesure de l'estimateur de l'écart-type s	7
Annexe C (informative) Estimation des incertitudes de mesure pour le mesurage du positionnement linéaire selon l'ISO 230-2	9
Bibliographie	25

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/TR 230-9:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5ac8cf53-be75-4f19-92d3-f342a0e2a88d/iso-tr-230-9-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5ac8cf53-be75-4f19-92d3-f342a0e2a88d/iso-tr-230-9-2005>

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.

Exceptionnellement, lorsqu'un comité technique a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales (ceci pouvant comprendre des informations sur l'état de la technique par exemple), il peut décider, à la majorité simple de ses membres, de publier un Rapport technique. Les Rapports techniques sont de nature purement informative et ne doivent pas nécessairement être révisés avant que les données fournies ne soient plus jugées valables ou utiles.

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/TR 230-9 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 39, *Machines-outils*, sous-comité SC 2, *Conditions de réception des machines travaillant par enlèvement de métal*.

L'ISO 230 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Code d'essai des machines-outils*:

- *Partie 1: Précision géométrique des machines fonctionnant à vide ou dans des conditions de finition*
- *Partie 2: Détermination de l'exactitude et de la répétabilité de positionnement des axes en commande numérique*
- *Partie 3: Évaluation des effets thermiques*
- *Partie 4: Essais de circularité des machines-outils à commande numérique*
- *Partie 5: Détermination de l'émission sonore*
- *Partie 6: Détermination de la précision de positionnement sur les diagonales principales et de face (Essais de déplacement en diagonale)*
- *Partie 7: Exactitude géométrique des axes de rotation*
- *Partie 9: Estimation de l'incertitude de mesure pour les essais de machines-outils selon la série ISO 230, équations de base [Rapport technique]*

La partie suivante est en préparation:

- *Partie 8: Détermination des niveaux de vibration [Rapport technique]*

Introduction

La présente partie de l'ISO 230 présente les équations relatives à l'estimation de l'incertitude de mesure.

L'Annexe C est l'annexe spéciale utilisée pour l'estimation de l'incertitude de mesure de l'ISO 230-2.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO/TR 230-9:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5ac8cf53-be75-4f19-92d3-f342a0e2a88d/iso-tr-230-9-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5ac8cf53-be75-4f19-92d3-f342a0e2a88d/iso-tr-230-9-2005>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO/TR 230-9:2005

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5ac8cf53-be75-4f19-92d3-f342a0e2a88d/iso-tr-230-9-2005>

Code d'essai des machines-outils —

Partie 9:

Estimation de l'incertitude de mesure pour les essais des machines-outils selon la série ISO 230, équations de base

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 230 fournit des informations concernant l'estimation possible des incertitudes de mesure pour les mesurages effectués conformément à l'ISO 230.

Les méthodes décrites dans la présente partie de l'ISO 230 visent une utilisation pratique; par conséquent, les incertitudes-types sont évaluées essentiellement par l'évaluation de type B (voir l'Article 4 et le GUM).

D'autres méthodes conformes au GUM peuvent être utilisées.

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 230-2:—¹⁾, *Code d'essai des machines-outils — Partie 2: Détermination de l'exactitude et de la répétabilité de positionnement des axes en commande numérique*

ISO/TR 16015:2003, *Spécifications géométriques des produits (GPS) — Erreurs systématiques et contributions à l'incertitude de mesure de la longueur, dues aux influences thermiques*

ISO/TS 14253-2, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Vérification par la mesure des pièces et des équipements de mesure — Partie 2: Guide pour l'estimation de l'incertitude dans les mesures GPS, dans l'étalonnage des équipements de mesure et dans la vérification des produits*

Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM), BIPM/CEI/FICC/ISO/OIML/UICPAC/UIPPA, 1995

3 Termes, définitions et symboles

Pour les besoins du présent document, les termes, définitions et symboles donnés dans l'ISO 230-2 et en 2.3.5 et 2.3.6 du GUM (1995) s'appliquent.

1) À publier. (Révision de l'ISO 230-2:1997)

4 Estimation de l'incertitude de mesure, U

L'estimation de l'incertitude de mesure, U , suit le GUM, l'ISO/TS 14253-2 et l'ISO/TR 16015.

Les contributions individuelles à l'incertitude de mesure doivent être identifiées (voir l'Annexe C pour des exemples) et exprimées comme incertitudes-types, u_i .

L'incertitude-type composée, u_c , est calculée selon l'Équation (1):

$$u_c = \sqrt{u_r^2 + \sum u_i^2} \quad (1)$$

où

u_c est l'incertitude-type composée, en micromètres (μm);

u_r est la somme des contributions corrélées fortement positives, voir Équation (2), en micromètres (μm);

u_i est l'incertitude-type de la contribution non corrélée i , en micromètres (μm);

$$u_c = \sum u_j \quad (2)$$

où u_j est l'incertitude-type de la contribution corrélée fortement positive j , en micromètres (μm).

L'incertitude de mesure, U , est calculée selon l'Équation (3), où la valeur du facteur conventionnel k est fixée à 2.

$$U = k \cdot u_c \quad (3)$$

où

U est l'incertitude de mesure, en micromètres (μm);

k est le facteur conventionnel;

$$k = 2$$

u_c est l'incertitude-type composée, en micromètres (μm).

Une incertitude-type u_i est obtenue par analyse statistique des données expérimentales (évaluation de type A) ou par d'autres moyens, tels que les connaissances, l'expérience et la déduction scientifique (évaluation de type B).

Si une estimation donne une étendue possible de $\pm a$ ou $(a^+ - a^-)$ d'une contribution, l'incertitude-type u_i est alors obtenue selon l'Équation (4), en supposant une distribution rectangulaire.

$$u_i = \frac{a^+ - a^-}{2\sqrt{3}} \quad (4)$$

où

u_i est l'incertitude-type;

a^+ est la limite supérieure de la distribution rectangulaire;

a^- est la limite inférieure de la distribution rectangulaire.

5 Estimation de l'incertitude des paramètres, équations de base

L'Article 4 utilise la méthode fonctionnelle pour l'estimation de l'incertitude. Pour les paramètres qui sont calculés à partir des séries de mesures individuelles, des valeurs moyennes, des multiples de l'écart-type, et/ou des sommes de ces trois éléments, les estimations de l'incertitude sont obtenues en appliquant la méthode de la boîte transparente. L'exactitude de positionnement, la répétabilité et la valeur de réversibilité sont autant de paramètres de ce type. Ceci se présente généralement sous la forme suivante:

$$Y = f(X_i) \quad (5)$$

où

Y est un paramètre (par exemple répétabilité, valeur de réversibilité, exactitude de positionnement);

X_i est la valeur mesurée i .

L'incertitude-type composée, u_c , est alors calculée selon l'Équation (6):

$$u_c = \sqrt{u_r^2 + \sum \left(\frac{\delta Y}{\delta X_i} \cdot u_{X_i} \right)^2} \quad (6)$$

où

u_c est l'incertitude-type composée.

u_r est la somme des composantes corrélées fortement positives, voir l'Équation (7);

u_{X_i} est l'incertitude-type de la composante non corrélée i .

$$u_r = \sum \frac{\delta Y}{\delta X_j} \cdot u_{X_j} \quad (7)$$

où u_{X_j} est l'incertitude-type de la composante corrélée fortement positive j .

Annexe A (informative)

Incertitude de mesure de la valeur moyenne

A.1 Généralités

La valeur moyenne est définie par

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (\text{A.1})$$

où

- \bar{x} est la valeur moyenne;
- x_i est la valeur mesurée i ;
- n est le nombre de mesures.

Si la valeur moyenne est calculée à partir des mesures x_i , qui présentent une incertitude de mesure u_{xi} , alors ladite valeur présente également une incertitude.

(standards.iteh.ai)

A.2 Calcul de l'incertitude de mesure de la valeur moyenne, $u(\bar{x})$

[ISO/TR 230-9:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5ac8cf53-be75-4f19-92d3-b342a0e2a88d/iso-tr-230-9-2005)

A.2.1 Généralités

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5ac8cf53-be75-4f19-92d3-b342a0e2a88d/iso-tr-230-9-2005>

L'incertitude de mesure de la valeur moyenne $u(\bar{x})$ dépend de la corrélation entre les incertitudes des mesures individuelles u_{xi} .

A.2.2 Incertitude de la valeur moyenne $u(\bar{x})$ pour les incertitudes corrélées fortement positives u_{xj}

Si les incertitudes des mesures individuelles u_{xj} sont des incertitudes corrélées fortement positives, leurs influences sur l'incertitude de la valeur moyenne $u(\bar{x})$ représentent la somme individuelle, selon l'Équation (7).

NOTE Tout défaut d'alignement potentiel d'un instrument de mesure demeure constant dans une série de mesures. Cette contribution d'incertitude demeure alors constante entre des mesures répétées, et est considérée comme une contribution corrélée fortement positive.

Si les Équations (6) et (7) sont appliquées à l'Équation (A.1) pour les contributions corrélées fortement positives, le résultat est le suivant:

$$u(\bar{x}) = \sum \frac{\delta \bar{x}}{\delta x_j} \cdot u_{xj} \quad (\text{A.2})$$

où

- $u(\bar{x})$ est l'incertitude de la valeur moyenne pour les contributions corrélées fortement positives;
- \bar{x} est la valeur moyenne;

x_j est la valeur d'une mesure individuelle;

u_{xj} est la contribution d'incertitude de mesure corrélée fortement positive pour la valeur mesurée j .

La dérivation partielle de la valeur moyenne \bar{x} par rapport à la valeur d'une mesure individuelle x_j est la suivante:

$$\frac{\delta \bar{x}}{\delta x_j} = \frac{1}{n} \quad (\text{A.3})$$

Il est supposé que l'incertitude de mesure pour la mesure individuelle ne change pas, c'est-à-dire

$$u_{x1} = u_{x2} = \dots = u_{xn} = u_x \quad (\text{A.4})$$

Les équations (A.3) et (A.4) sont intégrées à l'Équation (A.2), ce qui donne

$$\begin{aligned} u(\bar{x}) &= \frac{1}{n} \cdot u_{x1} + \frac{1}{n} \cdot u_{x2} + \dots + \frac{1}{n} \cdot u_{xn} \\ u(\bar{x}) &= \frac{1}{n} \cdot u_x \cdot n \\ u(\bar{x}) &= u_x \end{aligned} \quad (\text{A.5})$$

où

$u(\bar{x})$ est l'incertitude de la valeur moyenne pour les contributions corrélées fortement positives;

u_x est la contribution d'incertitude de mesure corrélée fortement positive pour les valeurs mesurées.

L'Équation (A.5) indique que l'incertitude de la valeur moyenne $u(\bar{x})$ est l'incertitude de la valeur mesurée u_x , si les contributions d'incertitude sont des contributions corrélées fortement positives.

A.2.3 Incertitude de la valeur moyenne $u(\bar{x})$ pour les incertitudes non corrélées u_{xi}

Si les incertitudes des mesures individuelles u_{xi} ne sont pas corrélées, la racine carrée de la somme mise au carré est appliquée selon l'Équation (6), avec $u_r = 0$.

NOTE L'influence d'une erreur de variation thermique environnementale, ETVE, varie en règle générale d'une valeur de mesure à l'autre. Cette influence est par conséquent considérée comme non corrélée.

Si l'Équation (6) est appliquée à l'Équation (A.1) pour les contributions non corrélées, le résultat est le suivant:

$$u(\bar{x}) = \sqrt{\sum \left(\frac{\delta \bar{x}}{\delta x_i} \right)^2 \cdot u_{xi}^2} \quad (\text{A.6})$$

où

$u(\bar{x})$ est l'incertitude de la valeur moyenne pour les contributions corrélées;

\bar{x} est la valeur moyenne;

x_i est la valeur d'une mesure individuelle;

u_{xi} est la contribution d'incertitude de mesure non corrélée pour la valeur mesurée i .

Les Équations (A.3) et (A.4) sont intégrées à l'Équation (A.6), ce qui donne

$$\begin{aligned}u(\bar{x}) &= \sqrt{\left(\frac{u_{x1}}{n}\right)^2 + \left(\frac{u_{x2}}{n}\right)^2 + \dots + \left(\frac{u_{xn}}{n}\right)^2} \\u(\bar{x}) &= u_x \cdot \sqrt{\left(\frac{1}{n^2}\right)} \cdot n \\u(\bar{x}) &= \frac{1}{\sqrt{n}} \cdot u_x\end{aligned}\tag{A.7}$$

L'incertitude de mesure de la valeur moyenne est réduite de $\frac{1}{\sqrt{n}}$, si n est le nombre de mesures répétées, et si les incertitudes des mesures répétées sont non corrélées.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO/TR 230-9:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5ac8cf53-be75-4f19-92d3-f342a0e2a88d/iso-tr-230-9-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5ac8cf53-be75-4f19-92d3-f342a0e2a88d/iso-tr-230-9-2005>