
**Spécification géométrique des produits
(GPS) — Machines à mesurer
tridimensionnelles (MMT): Technique
pour la détermination de l'incertitude de
mesure —**

Partie 3:
**Utilisation de pièces étalonnées ou
d'étalons de mesure**

*Geometrical product specifications (GPS) — Coordinate measuring
machines (CMM): Techniques for determining the uncertainty of
measurement — 15530-3-2011*

Part 3: Use of calibrated workpieces or measurement standards



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 15530-3:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9ddf480-647c-4c4b-9516-43a58d5a7581/iso-15530-3-2011>



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	iv
Introduction.....	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Symboles	2
5 Exigences	2
5.1 Conditions de fonctionnement	2
5.2 Conditions de similitude	3
6 Principe de l'évaluation de l'incertitude en utilisant des pièces étalonnées	4
7 Mode opératoire	4
7.1 Matériel de mesure	4
7.2 Exécution	4
7.3 Calcul de l'incertitude	5
7.4 Points spécifiques à considérer lors de l'application de la méthode de substitution	9
8 Revérification de l'incertitude de mesure	9
9 Contrôle intermédiaire de l'incertitude de mesure	10
Annexe A (informative) Exemples d'application	11
Annexe B (informative) Relation avec la matrice GPS	16
Bibliographie	18

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 15530-3 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 15530-3 annule et remplace l'ISO/TS 15530-3:2004, qui a fait l'objet d'une révision technique.

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9ddf480-647c-4c4b-9516-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9ddf480-647c-4c4b-9516-43a58d5a7581/iso-15530-3-2011)

L'ISO 15530 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Spécification géométrique des produits (GPS) — Machines à mesurer tridimensionnelles (MMT): Technique pour la détermination de l'incertitude de mesure*:

- *Partie 1: Vue d'ensemble et caractéristiques métrologiques* [Spécification technique]
- *Partie 3: Utilisation de pièces étalonnées ou d'étalons de mesure*
- *Partie 4: Évaluation de l'incertitude de mesure spécifique d'une tâche à l'aide de simulations* [Spécification technique]

Introduction

La présente partie de l'ISO 15530 est une norme traitant de la spécification géométrique des produits (GPS) et doit être considérée comme une norme GPS générale (voir l'ISO/TR 14638). Elle influence le maillon 6 des chaînes de normes sur la taille, la distance, le rayon, l'angle, la forme, l'orientation, la position, le battement et les références.

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 de la présente norme avec les autres normes de la matrice GPS, voir l'Annexe B.

Les machines à mesurer tridimensionnelles (MMT) sont devenues essentielles pour la vérification des données géométriques dans l'industrie. Selon la série de normes ISO 9000, dans un système de management de la qualité, le matériel de mesure doit être étalonné par rapport à un matériel certifié ayant une relation connue et valable avec les étalons reconnus au niveau national ou international afin d'établir la traçabilité. Conformément au *Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie (VIM)*, un étalonnage comprend, hormis l'établissement de la relation entre les valeurs mesurées et les valeurs correctes d'une grandeur, l'évaluation de l'incertitude dans les résultats finaux (mesurandes) de la tâche de mesure. Cependant, les méthodes d'évaluation de l'incertitude, couvrant les erreurs survenant dans les innombrables tâches de mesure que peut réellement réaliser une MMT, sont souvent très complexes. Dans ces cas, une estimation non réaliste de l'incertitude liée à la tâche est susceptible de se produire.

L'objectif de la présente partie de l'ISO 15530 est de fournir une technique expérimentale de simplification de l'évaluation de l'incertitude des mesures réalisées avec une MMT. Dans cette approche expérimentale, les mesures sont réalisées de la même manière que les mesures réelles, mais ce sont des pièces étalonnées ou des étalons de mesure de taille et de géométrie similaires qui sont utilisés au lieu des objets inconnus à mesurer. La description de cette technique expérimentale d'évaluation de l'incertitude de mesure est l'élément clé de la présente partie de l'ISO 15530. La normalisation de ces modes opératoires d'évaluation de l'incertitude contribue à la reconnaissance mutuelle des étalonnages et des autres résultats de mesure au niveau international.

La présente partie de l'ISO 15530 s'applique à la mesure sans substitution des pièces ou étalons de mesure lorsque le résultat de mesure est indiqué par une MMT. En outre, la présente partie de l'ISO 15530 s'applique à la mesure avec substitution lorsqu'en opposition à la mesure sans substitution, un étalon de contrôle est utilisé pour corriger les erreurs systématiques de la MMT. Ce dernier diminue généralement l'incertitude de mesure et est souvent utilisé en particulier dans le domaine de l'étalonnage des calibres.

La présente partie de l'ISO 15530 décrit l'une parmi les différentes méthodes d'évaluation de l'incertitude existantes qui seront définies dans d'autres documents ISO. De par son approche expérimentale, cette méthode est simple à réaliser, et elle fournit des indications réalistes sur les incertitudes de mesure.

Les limites de cette méthode peuvent être résumées comme suit: la disponibilité d'étalons présentant des caractéristiques géométriques suffisamment définies, la stabilité, les impératifs de coûts, et la possibilité d'étalonner les étalons avec une incertitude suffisamment réduite.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 15530-3:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9ddf480-647c-4c4b-9516-43a58d5a7581/iso-15530-3-2011>

Spécification géométrique des produits (GPS) — Machines à mesurer tridimensionnelles (MMT): Technique pour la détermination de l'incertitude de mesure —

Partie 3:

Utilisation de pièces étalonnées ou d'étalons de mesure

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 15530 spécifie l'évaluation de l'incertitude de mesure des résultats obtenus par une MMT et par l'utilisation de pièces étalonnées ou d'étalons de mesure. Elle fournit une technique expérimentale de simplification de l'évaluation de l'incertitude des mesures réalisées par MMT. Dans cette approche expérimentale (mesures par substitution), les mesures sont réalisées de la même manière que les mesures réelles, mais ce sont des pièces étalonnées ou des étalons de taille et de géométrie similaires qui sont utilisés à la place des objets inconnus à mesurer.

La présente partie de l'ISO 15530 couvre également les mesures sans substitution et spécifie les exigences relatives au mode opératoire d'évaluation de l'incertitude, le matériel de mesure nécessaire, la revérification et le contrôle intermédiaire de l'incertitude de mesure.

NOTE L'évaluation de l'incertitude de mesure est toujours liée à une tâche de mesure spécifique.

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 10360-1:2000, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Essais de réception et de vérification périodique des machines à mesurer tridimensionnelles (MMT) — Partie 1: Vocabulaire*

Guide ISO/CEI 98-3:2008, *Incertainitude 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)*

ISO 14978:2006 *Spécification géométrique des produits (GPS) — Concepts et exigences généraux pour les équipements de mesure GPS*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 10360-1, le Guide ISO/CEI 98-3, le Guide ISO/CEI 99, ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1 mesure par non-substitution

mesure dans laquelle l'indication incorrecte de la MMT est utilisée comme un résultat

3.2 mesure par substitution

mode opératoire de mesure dans lequel une pièce et un étalon de contrôle sont mesurés afin de fournir des corrections supplémentaires pour les erreurs systématiques de la MMT

4 Symboles

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 15530, les symboles donnés dans le Tableau 1 s'appliquent.

Tableau 1 — Symboles

Symbole	Interprétation
b	Erreur systématique observée au cours de l'évaluation de l'incertitude de mesure
Δ_i	Différence entre les valeurs mesurées et étalonnées de l'étalon de contrôle avec application de la méthode de substitution
k	Coefficient de dilatation
l	Dimension mesurée
n	Nombre de mesures répétées
T	Température moyenne de la pièce ou de l'étalon de mesure
u_{cal}	Incertitude-type du paramètre de la pièce étalonnée ou de l'étalon de mesure
u_p	Incertitude-type du mode opératoire de mesure
u_b	Incertitude-type de l'erreur systématique
u_w	Incertitude-type associée aux variations des pièces non étalonnées
u_{wp}	Incertitude-type associée aux variations des propriétés mécaniques des pièces non étalonnées
u_{wt}	Incertitude-type associée aux variations des CTE des pièces non étalonnées
u_α	Incertitude-type du coefficient thermique de dilatation
U	Incertitude de mesure élargie
U_{cal}	Incertitude élargie du paramètre de la pièce étalonnée ou de l'étalon de mesure
x_{cal}	Valeur du paramètre de la pièce étalonnée ou de l'étalon de mesure
y	Résultat de mesure
y_i	Résultats de mesure obtenus lors de l'évaluation de l'incertitude de mesure
y_i^*	Indications non corrigées de la MMT au cours de l'évaluation de l'incertitude de mesure avec application de la méthode de substitution
\bar{y}	Valeur moyenne du résultat de mesure

5 Exigences

5.1 Conditions de fonctionnement

Avant de commencer les mesures, la MMT doit être initialisée et les modes opératoires tels que la configuration et la qualification du palpeur doivent être réalisés conformément aux conditions spécifiées dans le manuel d'instructions fourni par le fabricant. En particulier, il convient d'obtenir un équilibre thermique adéquat entre la pièce (étalonnée) ou l'étalon de mesure et la MMT.

Dans le cas des mesures données en 7.2, les conditions de fonctionnement et les conditions environnementales citées par le fabricant de la MMT, ainsi que les conditions citées dans le manuel qualité de l'utilisateur, doivent s'appliquer. En particulier, les fonctions de compensation des erreurs existantes (telles que les corrections appliquées via le logiciel de l'ordinateur de la MMT) doivent être activées si cela est exigé dans le manuel qualité.

La MMT doit satisfaire aux spécifications du fabricant ou, si différentes, aux spécifications figurant dans les instructions de réalisation de la tâche de mesure (étalonnage spécifique à la tâche, voir l'ISO 14978); c'est pourquoi il n'est pas nécessaire d'étalonner toutes les caractéristiques métrologiques d'une MMT (étalonnage global, voir l'ISO 14978).

5.2 Conditions de similitude

La méthode exige la similitude des éléments suivants.

- a) La dimension et la géométrie de la pièce ou de l'étalon de mesure utilisé(e) dans les mesures réelles (voir 7.2.2) et la pièce étalonnée ou l'étalon de mesure utilisé(e) dans l'évaluation de l'incertitude de mesure (voir 7.2.3).

NOTE Les conditions à répéter sont, par exemple, les positions et les orientations.

- b) Le mode opératoire de mesure de l'évaluation de l'incertitude de mesure et la mesure réelle.

NOTE Les conditions à répéter sont, par exemple, la manipulation, l'échange et la fixation, le temps écoulé entre les points de palpation, les modes opératoires de chargement et de déchargement, la force et la vitesse de mesure.

- c) Les conditions environnementales (y compris toutes les variations) présentes lors de l'évaluation de l'incertitude de mesure et la mesure réelle.

NOTE Les conditions à répéter sont, par exemple, la température, la durée de stabilisation de la température et les corrections de température (si utilisées).

Les exigences de similitude sont données dans le Tableau 2.

Tableau 2 — Exigences de similitude des pièces ou étalons à mesurer et des pièces étalonnées ou étalons utilisés lors de l'évaluation de l'incertitude de mesure

Sujet	Exigences	
Caractéristiques dimensionnelles	Dimensions	Tolérance de similitude: — 10 % au-delà de 250 mm — 25 mm en dessous de 250 mm
	Angles	Identique à $\pm 5^\circ$
Erreur dans la forme et état de surface	Similaire du fait des propriétés fonctionnelles	
Matériau (exemple: dilatation thermique, élasticité, dureté)	Similaire du fait des propriétés fonctionnelles	
Stratégie de mesure	Identique	
Configuration du palpeur	Identique	

La similitude des conditions thermiques est considérée comme garantie si les exigences ci-dessus sont satisfaites. L'évaluation de l'incertitude de mesure utilisant la pièce étalonnée doit couvrir en particulier la plage de température qui prévaudra pendant la mesure des pièces non étalonnées. Si la variation du coefficient de dilatation thermique des pièces ou des étalons mesurés est supposée significative, cette incertitude supplémentaire doit être prise en compte (voir 7.3.3 et 7.3.4).

Pour certaines MMT, les erreurs associées aux effets dynamiques peuvent devenir significatives avec la diminution de la distance d'approche du palpeur. Dans le cas d'éléments internes de petite taille, par exemple un trou, la distance d'approche du palpeur peut être limitée par la dimension de l'élément. En conséquence, des précautions doivent être prises pour assurer que la distance d'approche du palpeur est identique.

6 Principe de l'évaluation de l'incertitude en utilisant des pièces étalonnées

L'évaluation de l'incertitude de mesure est une succession de mesures, réalisées de la même manière et dans les mêmes conditions que les mesures réelles. La seule différence réside dans le fait qu'au lieu des pièces à mesurer, une ou plusieurs pièces étalonnées sont mesurées. Les différences entre les résultats obtenus par la mesure et les valeurs d'étalonnage connues de ces pièces étalonnées sont utilisées pour estimer l'incertitude de mesure.

L'incertitude de mesure consiste en un ensemble de facteurs d'incertitude:

- a) dus au mode opératoire de mesure;
- b) issus de l'étalonnage de la pièce étalonnée;
- c) dus aux variations des pièces mesurées (écarts de forme, coefficient de dilatation et état de surface).

Il convient d'inclure l'effet total de toutes les variations dans les conditions d'environnement afin de réaliser une complète évaluation de l'incertitude de mesure.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

7 Mode opératoire

7.1 Matériel de mesure

[ISO 15530-3:2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9ddf1480-647c-4c4b-9516-45a58d3a7581/iso-15530-3-2011)

L'évaluation de l'incertitude d'une MMT utilisant des pièces étalonnées exige le matériel suivant:

- a) un ensemble de stylets spécifiques à la tâche;
- b) au moins une pièce étalonnée.

Les caractéristiques métrologiques des pièces étalonnées doivent être étalonnées avec une incertitude connue et suffisamment faible pour satisfaire aux exigences de la tâche de mesure.

Le palpeur doit être requalifié pour chaque étalonnage.

Il convient que l'incertitude indiquée pour l'étalonnage des pièces étalonnées soit valable pour la stratégie de mesure employée au cours des mesures réelles et de l'évaluation de l'incertitude, c'est-à-dire que le mesurande de la pièce étalonnée doit être le même que le mesurande évalué dans le processus de mesure de l'incertitude.

7.2 Exécution

7.2.1 Généralités

L'utilisateur de la MMT dispose d'une grande liberté pour l'élaboration du mode opératoire de mesure (c'est-à-dire la stratégie de mesure) conformément aux exigences techniques. Cela est rendu possible par le fait que le mode opératoire et les conditions des mesures réelles et ceux de l'évaluation de l'incertitude doivent être identiques.

7.2.2 Mesure réelle

Un cycle d'une mesure réelle comprend la manipulation des pièces et une ou plusieurs mesures des pièces (voir la Figure 1).

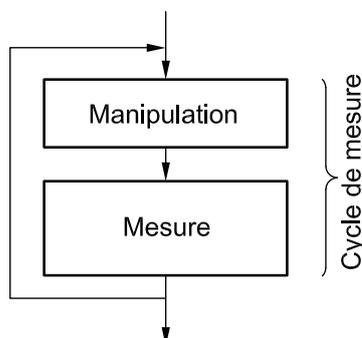


Figure 1 — Mode opératoire de mesure sans substitution — Cycle de mesure

La position et l'orientation des pièces mesurées sont laissées à la discrétion de l'utilisateur dans la plage couverte par l'évaluation de l'incertitude.

7.2.3 Évaluation de l'incertitude

L'évaluation de l'incertitude doit se dérouler comme suit.

Les pièces étalonnées sont mesurées à la place des pièces. Les pièces étalonnées et les pièces doivent satisfaire aux conditions de similitude définies en 5.2. Les modes opératoires spécifiques de chargement et de déchargement doivent être réalisés au cours de l'évaluation de l'incertitude.

Afin d'obtenir un nombre suffisant d'échantillons pour l'évaluation de l'incertitude, au moins 10 cycles de mesure et un total d'au moins 20 mesures doivent être réalisés sur les pièces étalonnées. Cela implique par exemple un total de 20 cycles minimum si une seule pièce étalonnée est mesurée par cycle.

Au cours de l'évaluation de l'incertitude, la position et l'orientation des pièces étalonnées sont systématiquement modifiées dans les limites données par le mode opératoire des mesures réelles.

Comme spécifié en 7.2.2, un cycle de mesure doit comprendre toutes les actions présentes lors d'une mesure réelle afin de garantir la similitude des conditions thermiques. Cela implique par exemple que la MMT doit être déplacée dans les mêmes positions que celles d'une mesure réelle, même si toutes les pièces peuvent ne pas être présentes lors de l'évaluation de l'incertitude (mesures fictives).

7.3 Calcul de l'incertitude

7.3.1 Généralités

Dans un certificat d'étalonnage ou un rapport de mesure, le résultat de mesure, y , et son incertitude élargie, U , doivent être exprimés sous la forme $y \pm U$, où U est déterminé avec un coefficient de dilatation $k = 2$ pour une probabilité d'élargissement approximative de 95 %.

Lors de la réalisation des mesures, quatre facteurs d'incertitudes fondamentaux doivent être pris en compte. Ils sont décrits par les incertitudes-types suivantes:

- u_{cal} incertitude-type associée à l'incertitude de l'étalonnage de la pièce étalonnée indiquée dans le certificat d'étalonnage;
- u_{p} incertitude-type associée au mode opératoire de mesure tel qu'évalué par l'évaluation de l'incertitude décrite ci-dessous;