

Quatrième édition
2016-08-01

Version corrigée
2016-12-15

**Machines-outils — Conditions d'essai
pour le contrôle de l'exactitude des
machines à aléser et à fraiser à broche
horizontale —**

Partie 2:

**Machines à montant mobile le long de
l'axe X (de type au sol)**

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

*Machine tools — Test conditions for testing the accuracy of boring
and milling machines with horizontal spindle —*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/cd875795-8fac-45ad-ad8a-40d8356c869c/iso-3070-2-2016>
Part 2: Machines with movable column along the X-axis (floor type)



Numéro de référence
ISO 3070-2:2016(F)

© ISO 2016

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 3070-2:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/cd875795-f4ac-45ad-ad8e-40d8356c869c/iso-3070-2-2016>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2016, Publié en Suisse

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401
CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland
Tel. +41 22 749 01 11
Fax +41 22 749 09 47
copyright@iso.org
www.iso.org

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Terminologie et désignation des axes	2
5 Observations spéciales concernant des éléments particuliers	4
5.1 Chariots porte-broche.....	4
5.2 Tables.....	4
6 Observations préliminaires	5
6.1 Unités de mesure.....	5
6.2 Référence à la série de normes ISO 230.....	5
6.3 Ordre des essais.....	5
6.4 Essais à réaliser.....	5
6.5 Instruments de mesure.....	5
6.6 Compensation par logiciel.....	6
6.7 Tolérance minimale.....	6
7 Essais géométriques	7
7.1 Rectitude et écarts angulaires des axes linéaires.....	7
7.2 Perpendicularité et parallélisme entre les axes linéaires.....	13
7.3 Table fixe indépendante de la machine.....	18
7.4 Broche d'alésage.....	22
7.5 Broche de fraisage.....	26
7.6 Table rotative et mobile.....	28
7.7 Tables indexables ou rotatives.....	35
8 Vérification de l'exactitude et de la répétabilité de positionnement par commande numérique	37
Annexe A (informative) Exactitude géométrique de l'axe de rotation	46
Annexe B (normative) Essais des plateaux à surfacer accessoires [voir la Figure 2 b]	50
Annexe C (informative) Nomenclature des composants de machine-outil dans d'autres langues	54
Bibliographie	55

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).

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).

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'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 39 *Machines-outils*, Sous-Comité SC 2 *Conditions de réception des machines travaillant par enlèvement de métal*.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition (ISO 3070-2:2007), qui a fait l'objet d'une révision technique.

La présente version corrigée de l'ISO 3070-2:2016 inclut les corrections suivantes:

- la nomenclature de langue persane donnée dans le [Tableau C.1](#) et le [Tableau C.2](#) a été corrigée.

L'ISO 3070 est constituée des parties suivantes sous le titre général *Machines-outils — Conditions d'essai pour le contrôle de l'exactitude des machines à aléser et à fraiser à broche horizontale*:

- *Partie 1: Machines à montant fixe sur une glissière transversale*
- *Partie 2: Machines à montant mobile le long de l'axe X (de type au sol)*
- *Partie 3: Machines à montant mobile le long de l'axe Z (de type à banc en T)*

Introduction

La plupart des machines à aléser et à fraiser à broche horizontale sont réparties dans les trois catégories suivantes, caractérisées par leur configuration particulière:

- a) les machines à montant fixe et à table mobile sur une glissière transversale;
- b) les machines à montant mobile le long de l'axe X (de type au sol);
- c) les machines à montant mobile le long de l'axe Z (de type à banc en T).

L'ISO 3070 a pour objet de fournir des informations aussi complètes et étendues que possible sur les essais qui peuvent être effectués à des fins de comparaison, de réception, de maintenance ou autres.

Cette révision de la présente partie de l'ISO 3070 fournit des informations supplémentaires sur les essais à réaliser et spécifie de nouvelles tolérances plus en accord avec la technologie actuelle.

Les essais d'usinage ont été exclus de la présente révision de la présente partie de l'ISO 3070 étant donné que ces essais peuvent typiquement faire l'objet d'un accord entre le fabricant/fournisseur et l'utilisateur, notamment (éventuellement) les essais qui sont spécifiés dans l'ISO 10791-7.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 3070-2:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/cd875795-f4ac-45ad-ad8e-40d8356c869c/iso-3070-2-2016>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 3070-2:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/cd875795-f4ac-45ad-ad8e-40d8356c869c/iso-3070-2-2016>

Machines-outils — Conditions d'essai pour le contrôle de l'exactitude des machines à aléser et à fraiser à broche horizontale —

Partie 2:

Machines à montant mobile le long de l'axe X (de type au sol)

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 3070 spécifie, par référence aux ISO 230-1, ISO 230-7 et ISO 230-2, les essais géométriques, les essais de la broche et les essais pour la vérification de l'exactitude et de la répétabilité de positionnement par commande numérique des machines à aléser et à fraiser à broche horizontale munies d'un montant mobile le long de l'axe X, et elle spécifie également les tolérances applicables correspondant aux machines d'usage général et d'exactitude normale.

Ce type de machines est généralement équipé de broches d'alésage coulissantes et peut être équipé de chariots porte-broche universels des types suivants, dont les conditions d'essai sont couvertes par l'ISO 17543-1:

- chariots fixes ou indexables avec broche(s) accessoire(s) perpendiculaire(s) à l'axe Z, avec ou sans broche parallèle à l'axe Z;
- chariots indexables fendus à 45° avec indexation mécanique des différentes positions angulaires des deux corps (par exemple, raccords Hirth);
- chariots continus fendus à 45° avec positionnement continu des deux axes à commande numérique;
- chariots rotatifs avec deux axes de rotation à commande numérique perpendiculaires l'un par rapport à l'autre.

Les conditions d'essai pour les plateaux à surfacer accessoires sont spécifiées dans l'[Annexe B](#).

La présente partie de l'ISO 3070 concerne les machines comportant un déplacement du montant sur le banc (axe X), un mouvement vertical du chariot porte-broche sur le montant (axe Y), un mouvement axial du coulant (axe Z), un mouvement axial de la broche d'alésage (axe W) et, dans la plupart des cas, une ou plusieurs tables se déplaçant sur un banc parallèle à la broche (axe R) et tournant autour d'un axe vertical (axe B).

La présente partie de l'ISO 3070 ne traite que du contrôle de l'exactitude de la machine. Elle ne s'applique ni à l'examen de son fonctionnement (par exemple, vibrations, bruit anormal, points durs dans les déplacements d'organes) ni à celui des caractéristiques de la machine (par exemple, vitesses, avances), puisque de telles vérifications sont, en général, effectuées avant le contrôle de l'exactitude.

2 Références normatives

Les documents suivants, en tout ou partie, sont référencés de façon normative dans le présent document et sont indispensables à son application. 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 230-1:2012, *Code d'essai des machines-outils — Partie 1: Exactitude géométrique des machines fonctionnant à vide ou dans des conditions quasi-statiques*

ISO 230-2:2014, *Code d'essai des machines-outils — Partie 2: Détermination de l'exactitude et de la répétabilité de positionnement des axes à commande numérique*

ISO 230-7:2015, *Code d'essai des machines-outils — Partie 7: Exactitude géométrique des axes de rotation*

3 Termes et définitions

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

3.1

alésage

opération d'usinage engendrant des trous de tailles et de géométries variées, dans laquelle le principal mouvement de coupe est la rotation de l'outil de coupe en un seul point contre la pièce qui n'est pas en rotation et où l'énergie de coupe est transmise par la rotation de l'outil de coupe

Note 1 à l'article: L'alésage à la taille requise du diamètre de trous cylindriques, coniques, borgnes ou débouchants est réalisé par une barre d'alésage afin de déterminer l'angle de coupe de l'outil d'alésage dans une position bien définie par rapport à la ligne moyenne d'axe de la broche d'alésage.

Note 2 à l'article: Dans le cas des alésages coaxiaux situés sur les faces opposées de la même pièce, l'opération peut être réalisée au moyen de la broche d'alésage coulissante, si elle peut parcourir toute la pièce, ou en faisant tourner la table de 180° pour aléser le côté opposé de la pièce (alésage avec inversion).

3.2

fraisage

opération d'usinage engendrant des surfaces de géométries variées, dans laquelle le principal mouvement de coupe est la rotation de l'outil de coupe avec des angles de coupe multiples contre la pièce qui n'est pas en rotation et où l'énergie de coupe est transmise par la rotation de l'outil de coupe

Note 1 à l'article: Les opérations de fraisage impliquent essentiellement un fraisage frontal ou un fraisage en bout. Les outils sont montés soit dans le cône de la broche d'alésage (voir la [Figure 2](#)), soit, comme pour une fraise à surfacer, sur le nez de la broche de fraisage.

3.3

machine à aléser et à fraiser

machine-outil avec laquelle des alésages et des fraisages sont effectués

4 Terminologie et désignation des axes

Dans une machine à aléser et à fraiser, le mouvement de coupe est engendré par la rotation de la (des) broche(s) et, éventuellement, du plateau à surfacer.

Les mouvements d'avance sont les suivants:

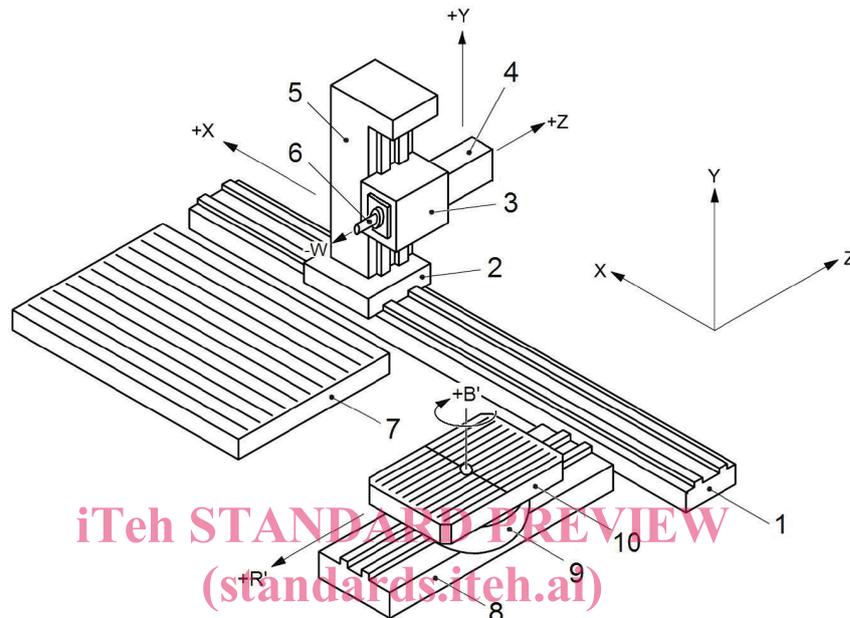
- a) mouvements transversaux du montant sur le banc (axe X);
- b) mouvement vertical du chariot porte-broche (axe Y);
- c) mouvement axial du coulant (axe Z);
- d) mouvement axial de la broche (axe W);
- e) mouvement axial de la table (axe R'), le cas échéant;
- f) mouvement possible (facultatif) du coulant radial (axe U);
- g) mouvement possible (facultatif) de la table rotative (axe B').

La [Figure 1](#) illustre deux configurations types de ces machines.

La désignation de la configuration avec une table fixe est: w b X Y Z W (C) t alors que la désignation de la configuration avec une table à rototranslation est: w B' R' b X Y Z W (C) t.

NOTE Le socle est très important pour ces configurations de machine-outil. La désignation «b» de ces machines comprend généralement le banc sur le côté pièce, le socle et le banc sur le côté outil.

Le [Tableau 1](#) donne la nomenclature des différents composants de la structure des machines illustrées à la [Figure 1](#).



ISO 3070-2:2016

NOTE Pour les éléments 1 à 10, voir le [Tableau 1](#). <https://standards.iso.org/iso/3070-2-2016>

Figure 1 — Machine à montant mobile le long de l'axe X avec une table à rototranslation (facultative)

Tableau 1 — Nomenclature (voir la [Figure 1](#))

Figure 1 réf.	Anglais	Français	Russe
1	bed	banc	станина
2	column base	base du montant	основание стойки
3	spindle head	chariot porte-broche	шпиндельная бабка
4	ram	coulant	подвижный корпус шпинделя
5	column	montant	стойка
6	spindle	broche	шпиндель
7	fixed table	table fixe	неподвижный стол
8	table bed	banc de la table	основание стола
9	rotary table saddle	traînard de la table rotative	каретка поворотного стола
10	rotary table	table rotative	поворотный стол

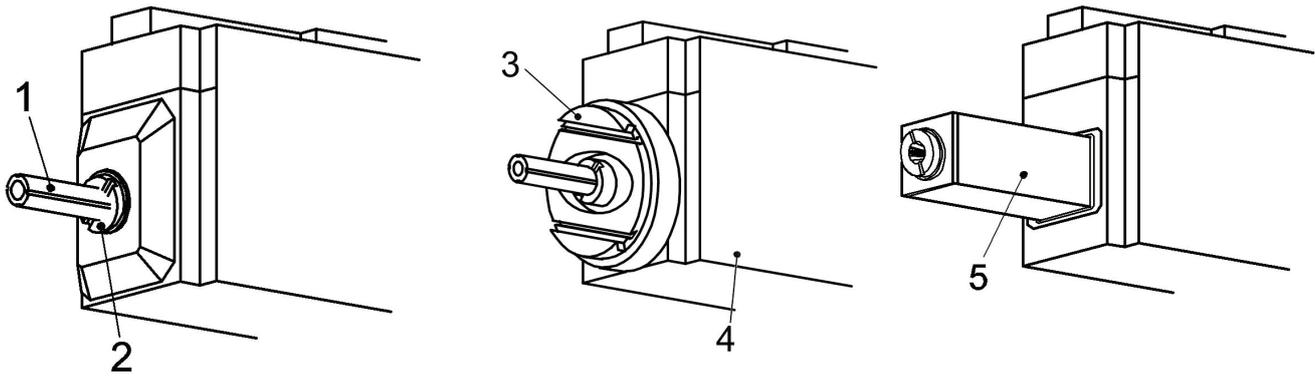
NOTE En complément des termes utilisés dans les trois langues officielles de l'ISO, fournit dans ce tableau, le [Tableau C.1](#) fournit les termes équivalents en italien et en persan; ceux-ci sont publiés sous la responsabilité du Comité Membre pour l'Italie (UNI) et l'Iran (ISIRI) et sont donnés à titre informatif uniquement. Seuls les termes donnés dans les langues officielles peuvent être considérés comme des termes ISO.

5 Observations spéciales concernant des éléments particuliers

5.1 Chariots porte-broche

Il convient de se référer à la [Figure 2](#) pour des exemples de divers types de chariots. La nomenclature afférente est donnée dans le [Tableau 2](#).

Les plateaux à surfacer sont généralement munis d'un coulant radial et sont, dans la plupart des cas, des accessoires. Les essais géométriques pertinents sont spécifiés dans l'[Annexe B](#).



a) Bélière pour alésage et fraisage b) Bélière avec plateau à surfacer c) Bélière avec coulant

NOTE Pour les éléments 1 à 5, voir le [Tableau 2](#).

iTech STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Figure 2 — Types de bélières

ISO 3070-2:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/cd875795-f4ac-45ad-ad8e-40d8536c689c/iso-3070-2-2016>
Tableau 2 — Nomenclature (voir la [Figure 2](#))

Figure 2 réf.	Anglais	Français	Russe
1	boring spindle	broche d'alésage	расточный шпиндель
2	milling spindle	broche de fraisage	фрезерный шпиндель
3	facing head	plateau à surfacer	планшайба
4	headstock with facing head	bélière avec plateau à surfacer	шпиндельная бабка с планшайбой
5	ram	coulant	подвижный корпус шпинделя

NOTE En complément des termes utilisés dans les trois langues officielles de l'ISO, fournit dans ce tableau, le [Tableau C.2](#) fournit les termes équivalents en italien et en persan; ceux-ci sont publiés sous la responsabilité du Comité Membre pour l'Italie (UNI) et l'Iran (ISIRI) et sont donnés à titre informatif uniquement. Seuls les termes donnés dans les langues officielles peuvent être considérés comme des termes ISO.

5.2 Tables

Dans la plupart des cas, ce type de machines est équipé à la fois de tables fixes et de tables mobiles avec des mouvements linéaires et rotatifs.

Le mouvement rotatif de la table peut être utilisé pour les besoins suivants:

- a) positionnement angulaire de la pièce;
- b) comme dispositif d'alimentation circulaire pour les opérations de fraisage;
- c) mouvements de coupe circulaires pour les opérations de tournage.

6 Observations préliminaires

6.1 Unités de mesure

Dans la présente partie de l'ISO 3070, toutes les dimensions linéaires et tous les écarts sont exprimés en millimètres. Toutes les dimensions angulaires sont exprimées en degrés. Les écarts angulaires sont, en principe, exprimés sous forme de ratios mais, dans certains cas, des microradians ou des secondes d'arc peuvent être utilisés pour des besoins de clarification. Il convient d'utiliser l'expression suivante pour la conversion des unités des écarts angulaires ou des tolérances:

$$0,010/1\ 000 = 10\ \mu\text{rad} \approx 2''$$

6.2 Référence à la série de normes ISO 230

Pour l'application de la présente partie de l'ISO 3070, la référence à l'ISO 230-1 doit être faite, notamment en ce qui concerne l'installation de la machine avant essais, la mise en température de la broche et des autres organes mobiles, la description des méthodes de mesure, ainsi que l'exactitude recommandée pour les appareils de contrôle.

Aucun essai consistant à vérifier les effets thermiques, basé sur l'ISO 230-3, n'est inclus dans la présente partie de l'ISO 3070. Si de tels essais présentent un intérêt, les essais pertinents de l'ISO 10791-10 doivent être pris comme référence.

Dans la case «Observations» des essais décrits dans les paragraphes suivants, les instructions sont précédées d'une référence à l'article ou au paragraphe correspondant de l'ISO 230-1, de l'ISO 230-2 ou de l'ISO 230-7, dans les cas où l'essai concerné est conforme aux spécifications de l'une ou l'autre de ces parties de l'ISO 230.

6.3 Ordre des essais

ISO 3070-2:2016

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/cd875795-f4ac-45ad-ad8e-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/cd875795-f4ac-45ad-ad8e-40d8356c869c/iso-3070-2-2016)

[40d8356c869c/iso-3070-2-2016](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/cd875795-f4ac-45ad-ad8e-40d8356c869c/iso-3070-2-2016)

L'ordre dans lequel les essais sont présentés dans la présente partie de l'ISO 3070 ne définit nullement l'ordre pratique des essais. Pour faciliter le montage des instruments ou le contrôle, les essais peuvent être réalisés dans n'importe quel ordre.

Il est cependant rappelé que les écarts angulaires affectent les mesurages de rectitude; les meilleures pratiques suggèrent donc d'effectuer les essais relatifs aux erreurs angulaires de mouvement avant les mesurages de rectitude.

6.4 Essais à réaliser

Lors de l'essai d'une machine, il n'est pas toujours nécessaire ni possible d'effectuer la totalité des essais décrits dans la présente partie de l'ISO 3070. Lorsque les essais sont requis à des fins de réception, il appartient à l'utilisateur de choisir en accord avec le fournisseur/fabricant les essais relatifs aux composants et/ou aux propriétés de la machine qui l'intéressent. L'ISO 230-1:2012, Annexe A fournit de précieuses informations sur le choix des axes primaire et secondaire et des essais associés. Les essais doivent être clairement précisés lors de la passation de la commande d'une machine. La simple référence à la présente partie de l'ISO 3070 pour les essais de réception, sans spécification des essais à effectuer ou sans accord sur les dépenses correspondantes, ne peut être considérée comme un engagement pour aucun des contractants.

6.5 Instruments de mesure

Les instruments de mesure indiqués dans les essais décrits dans les paragraphes suivants ne sont que des exemples. D'autres instruments, permettant de mesurer les mêmes grandeurs et ayant une incertitude de mesure égale ou inférieure, peuvent être utilisés. Il doit être fait référence à l'ISO 230-1:2012, Article 5, qui indique la relation entre les incertitudes de mesure et les tolérances.

Lorsqu'un «comparateur» est mentionné, ceci peut faire référence non seulement à des comparateurs à cadran, mais à tout type de capteur de mouvement linéaire tel que des comparateurs à cadran analogiques ou numériques, des transformateurs différentiels à variation linéaire, des capteurs de mouvement à échelle linéaire ou des capteurs sans contact, s'ils s'appliquent à l'essai concerné (voir l'ISO 230-1:2012, Article 4).

De même, lorsqu'une «règle» est mentionnée, ceci peut faire référence à tout type de pièce de référence de rectitude, telle qu'une règle en granit, en céramique, en acier ou en fonte, la branche d'une équerre, la génératrice d'un cylindre-équerre, toute trajectoire rectiligne sur un cube de référence ou une pièce de référence spéciale fabriquée pour s'adapter dans les rainures en T ou d'autres références.

De la même manière, lorsqu'une «équerre» est mentionnée, ceci peut faire référence à tout type de pièce de référence de perpendicularité, telle qu'une équerre en granit, en céramique, en acier ou en fonte, un cylindre-équerre, un cube de référence ou, là encore, une pièce de référence spéciale.

Lorsqu'une «sonde 3D» est mentionnée, ceci fait référence à trois capteurs de mouvement, logés dans un combiné, utilisés pour mesurer les changements de position du centre d'une sphère de précision; lorsque le combiné et la sphère sont déplacés ensemble le long d'une trajectoire d'outil programmée.

6.6 Compensation par logiciel

Lorsque des logiciels intégrés permettent de compenser les écarts géométriques, de positionnement, de contournage et thermiques, il convient que leur utilisation pendant ces essais soit basée sur un accord entre le fabricant/fournisseur et l'utilisateur en tenant compte de l'utilisation prévue de la machine-outil, par exemple, si l'utilisation prévue de la machine-outil comprend ou non une compensation par logiciel pour les erreurs géométriques. Lorsqu'une compensation par logiciel est utilisée, cela doit être indiqué dans les rapports d'essai.

Il doit être noté que, lorsqu'une compensation par logiciel est utilisée, certains axes de la machine-outil ne peuvent pas être bloqués pour les besoins de l'essai.

De précieuses informations sur la compensation numérique des erreurs géométriques peuvent être obtenues de l'ISO/TR 16907.

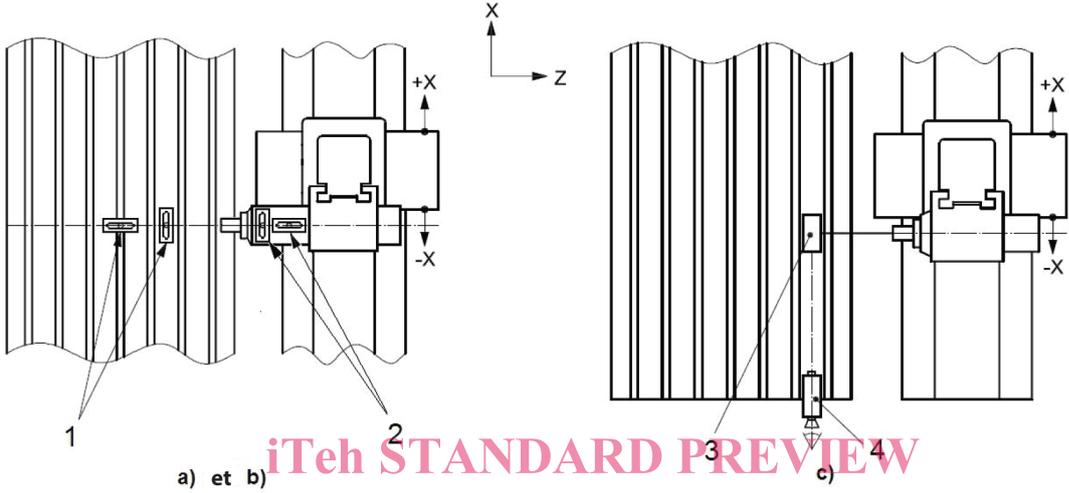
6.7 Tolérance minimale

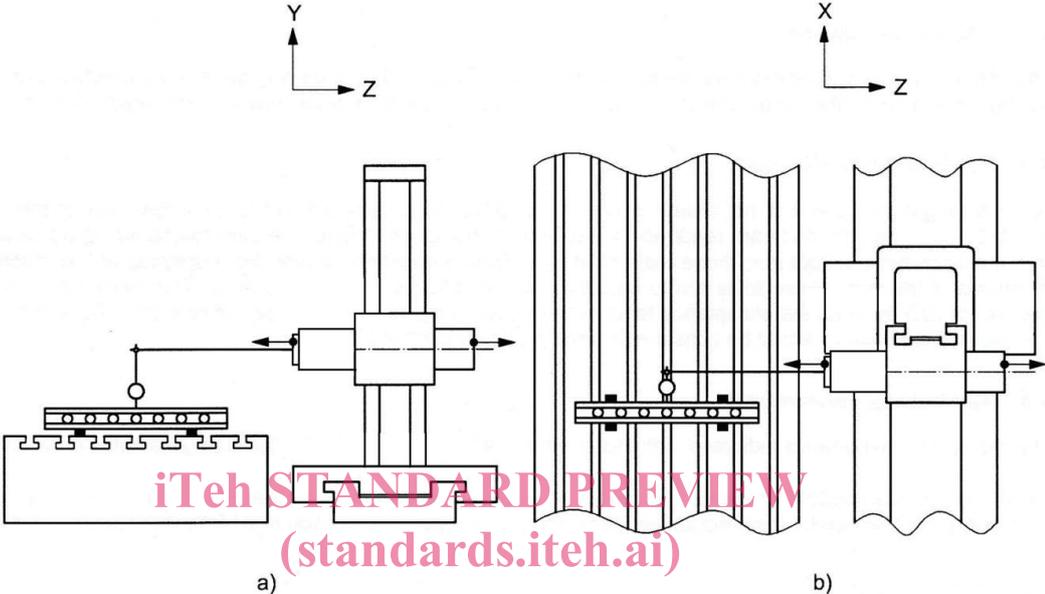
Par consentement mutuel, le fabricant/fournisseur et l'utilisateur peuvent établir la tolérance pour une longueur de mesurage différente de celle donnée dans les essais décrits dans les articles suivants. Il doit cependant être pris en considération que la valeur minimale de tolérance est 0,005 mm.

7 Essais géométriques

7.1 Rectitude et écarts angulaires des axes linéaires

Objet				G1	
Vérification de la rectitude du déplacement du montant (axe X):					
a) dans le plan XY, E_{YX} ;					
b) dans le plan horizontal ZX, E_{ZX} .					
Schéma					
ISO 3070-2:2016 http://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/cd875795-4400-4511-a00a-40d8356c869c/iso-3070-2-2016					
Légende					
1 télescope d'alignement					
2 cible du télescope					
3 microscope					
4 fil tendu					
Tolérance	pour toute longueur mesurée jusqu'à:				Écarts mesurés
	5 000	10 000	15 000	20 000	
pour a)	0,07	0,14	0,21	0,29	a)
pour b)	0,06	0,11	0,16	0,21	b)
Pour des longueurs mesurées supérieures à 20 000, la tolérance doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant/fournisseur et l'utilisateur.					
Instruments de mesure					
Procédés optiques et, pour b) seulement, microscope et fil tendu.					
Observations et références à l'ISO 230-1:2012, 8.2.2.1 et 8.2.2.3					
a) Le fil tendu n'est pas recommandé à cause du fléchissement du fil. Le télescope d'alignement peut être fixé sur la table porte-pièce de façon que le faisceau optique soit parallèle au déplacement du montant sur l'axe X, ou le défaut de parallélisme doit être pris en considération dans le mesurage.					
Si la broche peut être bloquée, la cible du télescope peut être montée sur celle-ci. Si la broche ne peut pas être bloquée, monter la cible du télescope sur le chariot porte-broche.					
b) Le microscope doit être fixé sur la broche, si elle peut être bloquée, ou sur le chariot porte-broche.					
Pour a) et b): Les mesurages doivent être effectués à au moins six positions le long de la course, avec des pas régulièrement espacés ne dépassant pas 500.					
Les mesurages doivent avoir lieu à mi-course du coulant avec la broche rentrée ou sinon, la position du mesurage doit être consignée.					

<p>Objet</p> <p>Vérification de l'écart angulaire du déplacement du montant (axe X):</p> <p>a) dans le plan XY, E_{CX} (tangage);</p> <p>b) dans le plan YZ, E_{AX} (roulis);</p> <p>c) dans le plan ZX, E_{BX} (lacet).</p>	<p>G2</p>
<p>Schéma</p>  <p>Légende</p> <p>1 niveaux de référence</p> <p>2 niveaux de mesure</p> <p>3 miroir</p> <p>4 auto-collimateur</p>	
<p>Tolérance</p> <p>pour a), b) et c):</p> <p>$X \leq 4\ 000$: 0,04/1 000</p> <p>$X > 4\ 000$: 0,06/1 000</p> <p>Tolérance locale: 0,02/1 000 pour toute longueur mesurée de 500</p>	<p>Écarts mesurés</p> <p>a)</p> <p>b)</p> <p>c)</p>
<p>Instruments de mesure</p> <p>a) Niveau de précision, interféromètre laser ou autres instruments de mesure optiques de l'écart angulaire.</p> <p>b) Niveau de précision.</p> <p>c) Interféromètre laser ou autres instruments de mesure optiques de l'écart angulaire.</p> <p>Observations et références à l'ISO 230-1:2012, 3.4.16 et 8.4</p> <p>Le niveau de mesure ou le miroir doivent être placés sur le coulant.</p> <p>a) E_{CX} (tangage) dans la direction de l'axe X (avec des instruments optiques placés verticalement).</p> <p>b) E_{AX} (roulis) dans la direction de l'axe Z.</p> <p>c) E_{BX} (lacet) avec des instruments optiques placés horizontalement.</p> <p>Lorsque des niveaux sont utilisés, un niveau de référence doit être situé sur la table fixe et le coulant doit être situé au milieu de la course (axe Z). Il convient d'effectuer plusieurs déplacements préalables du montant avec le niveau de référence dans des positions différentes sur la table fixe pour vérifier si le déplacement suivant l'axe X engendre un déplacement angulaire de toute partie de la table fixe ou du (des) banc(s) de la (des) table(s) rotative(s). Dans ce dernier cas, des mesurages différentiels des deux déplacements angulaires doivent être effectués et cela doit être spécifié.</p> <p>Pour a), b) et c): Les mesurages doivent être effectués à au moins six positions le long de la course, avec des pas régulièrement espacés ne dépassant pas 500.</p> <p>La position du mesurage doit être consignée.</p>	

Objet	G3						
<p>Vérification de la rectitude du déplacement du coulant (axe Z):</p> <p>a) dans le plan vertical YZ, E_{YZ};</p> <p>b) dans le plan horizontal ZX, E_{XZ}.</p>							
<p>Schéma</p> 							
<p>Tolérance</p> <p>pour des longueurs mesurées jusqu'à:</p> <table border="1" data-bbox="550 1128 1086 1254"> <tr> <td>1 000</td> <td>1 500</td> <td>2 000</td> </tr> <tr> <td>0,02</td> <td>0,03</td> <td>0,04</td> </tr> </table> <p>pour a) et b):</p> <p>Tolérance locale: 0,006 pour toute longueur mesurée de 300.</p> <p>Pour des longueurs mesurées supérieures à 2 000, la tolérance doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant/fournisseur et l'utilisateur.</p>	1 000	1 500	2 000	0,02	0,03	0,04	<p>Écart mesurés</p> <p>a)</p> <p>b)</p>
1 000	1 500	2 000					
0,02	0,03	0,04					
<p>Instruments de mesure</p> <p>Comparateur et règle avec cales ou procédés optiques.</p>							
<p>Observations et références à l'ISO 230-1:2012, 8.2.2.1 et 8.2.2.3</p> <p>Placer une règle sur la table, parallèle au déplacement du coulant (axe Z), verticalement pour a) et horizontalement pour b), ou le défaut de parallélisme doit être pris en considération dans le mesurage.</p> <p>Si la broche peut être bloquée, le comparateur peut être monté sur celle-ci. Si la broche ne peut pas être bloquée, le comparateur doit être monté sur la face du coulant. Le stylet doit être perpendiculaire à la face de référence de la règle.</p> <p>Les mesurages doivent être effectués à au moins six positions le long de la course, dans les deux directions du mouvement, avec des pas régulièrement espacés ne dépassant pas 300.</p> <p>La position du mesurage doit être consignée.</p>							