

Deuxième édition
2015-02-01

Version corrigée
2015-12-15

**Conditions d'essai pour centres
d'usinage —**

**Partie 1:
Essais géométriques des machines à
broche horizontale (axe Z horizontal)**

iTeh STANDARD PREVIEW
Test conditions for machining centres —

(standards.iteh.ai)
*Part 1: Geometric tests for machines with horizontal spindle
(horizontal Z-axis)*

[ISO 10791-1:2015](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c1a3227d-7305-481e-a1b6-c89edd98aed5/iso-10791-1-2015)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c1a3227d-7305-481e-a1b6-c89edd98aed5/iso-10791-1-2015>



Numéro de référence
ISO 10791-1:2015(F)

© ISO 2015

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 10791-1:2015

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c1a3227d-7305-481e-a1b6-c89edd98aed5/iso-10791-1-2015>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2015, 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.....	vi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Observations préliminaires	2
3.1 Unités de mesure.....	2
3.2 Référence à l'ISO 230-1.....	2
3.3 Référence à l'ISO 10791-6.....	2
3.4 Ordre des essais.....	2
3.5 Essais à réaliser.....	2
3.6 Tolérances.....	3
3.7 Instruments de mesure.....	3
3.8 Schémas.....	3
3.9 Palettes.....	3
3.10 Compensation par logiciel.....	3
3.11 Configurations de machine.....	4
3.12 Désignation.....	4
3.13 Axes non soumis à essai.....	5
4 Vérifications géométriques	6
4.1 Erreurs de rectitude des déplacements linéaires.....	6
4.2 Erreurs angulaires des déplacements linéaires.....	9
4.3 Erreurs de perpendicularité entre des déplacements linéaires.....	12
4.4 Broche.....	15
Annexe A (normative) Tables horizontales non rotatives	20
Annexe B (normative) Tables tournant autour d'un axe vertical B'	26
Annexe C (normative) Tables tournant autour d'un axe vertical B' et basculant autour d'un axe horizontal A'	35
Annexe D (normative) Tables tournant autour d'un axe horizontal A' et pivotant autour d'un axe vertical B'	50
Annexe E (informative) Erreurs de mouvements de la broche porte-outil et des axes de la table porte-pièce rotative	65
Annexe F (informative) Erreurs de mouvements des axes de rotation des tables rotatives et basculantes (voir Annexe C)	69
Annexe G (informative) Erreurs de mouvements des axes de rotation des tables rotatives et pivotantes (voir Annexe D)	77
Bibliographie	85

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'OMC concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: [Avant-propos — Informations supplémentaires](http://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c1a5227d-7305-481e-a1b6-c89edd98aed5/iso-10791-1-2015).

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 deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 10791-1:1998), qui a fait l'objet d'une révision technique.

L'ISO 10791 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Conditions d'essai pour centres d'usinage*:

- *Partie 1: Essais géométriques des machines à broche horizontale (axe Z horizontal)*
- *Partie 2: Essais géométriques des machines à broche verticale ou à têtes universelles à axe principal de rotation vertical (axe Z vertical)*
- *Partie 3: Essais géométriques des machines à têtes universelles intégrées à indexage ou continues (axe Z vertical)*
- *Partie 4: Exactitude et répétabilité de positionnement des axes linéaires et rotatifs*
- *Partie 5: Exactitude et répétabilité de positionnement des palettes porte-pièces*
- *Partie 6: Exactitude des avances, vitesses et interpolations*
- *Partie 7: Exactitude des pièces d'essai usinées*
- *Partie 8: Évaluation des performances en contournage dans les trois plans de coordonnées*
- *Partie 9: Évaluation des temps opératoires de changement d'outils et de changement de palettes*

— *Partie 10: Évaluation des déformations thermiques*

La présente version corrigée de l'ISO 10791-1:2015 inclut des corrections rédactionnelles dans tout le document.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 10791-1:2015

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c1a3227d-7305-481e-a1b6-c89edd98aed5/iso-10791-1-2015>

Introduction

Un centre d'usinage est une machine-outil à commande numérique qui peut réaliser des opérations d'usinage multiples comprenant le fraisage, l'alésage, le perçage et le taraudage, ainsi que les changements automatiques d'outils à partir d'un magasin ou d'une unité de stockage similaire dans le cadre d'un programme d'usinage.

L'objet de l'ISO 10791 (toutes les parties) est de fournir une information aussi étendue et approfondie que possible sur les essais qui peuvent être effectués à des fins de comparaison, réception, maintenance ou autres, jugés nécessaires par l'utilisateur ou le fabricant/fournisseur. L'ISO 10791 prescrit, par référence aux parties correspondantes de l'ISO 230, plusieurs familles d'essais pour centres d'usinage à broche horizontale, destinés à être autonomes ou à être intégrés dans des systèmes de fabrication.

La présente partie de l'ISO 10791 établit également les tolérances pour les résultats d'essai correspondant aux centres d'usinage à usage général et d'exactitude normale.

La présente partie de l'ISO 10791 est également applicable, en totalité ou en partie, à d'autres machines à commande numérique lorsque leur configuration, leurs composants et leurs mouvements sont compatibles avec les essais décrits dans ce document.

Les têtes de broche accessoires, objets des [Annexes A à C](#) de la première édition de la présente partie de l'ISO 10791, sont à présent traitées dans la norme plus générale ISO 17543-1, car elles ne sont pas utilisées uniquement sur des centres d'usinage.

Dans la présente édition de l'ISO 10791-1, l'essai de planéité de la table (anciennement G15) a été supprimé pour plusieurs raisons, notamment:

- en règle générale, la surface de la table ne sert pas de référence pour l'emplacement de la pièce;
- la machine est parfois fournie avec certaines fixations déjà montées sur la table;
- la machine est parfois équipée d'un récepteur sur lequel plusieurs palettes peuvent être montées;
- pour les essais effectués tout au long de la durée de vie de la machine, la surface peut s'avérer ne plus convenir pour des mesurages précis, principalement sur les machines de grandes dimensions.

Conditions d'essai pour centres d'usinage —

Partie 1:

Essais géométriques des machines à broche horizontale (axe Z horizontal)

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 10791 prescrit, par référence à l'ISO 230-1, les essais géométriques pour centres d'usinage (ou autres machines à commande numérique, le cas échéant) à broche horizontale (c'est-à-dire à axe Z horizontal).

La présente partie de l'ISO 10791 s'applique aux centres d'usinage ayant trois axes linéaires commandés numériquement (axe X jusqu'à 5 000 mm de long, axe Y jusqu'à 3 200 mm de long et axe Z jusqu'à 2 000 mm de long), mais elle traite également des mouvements supplémentaires tels que ceux liés aux tables rotatives, basculantes et pivotantes. Les mouvements autres que ceux mentionnés sont considérés comme relevant de caractéristiques particulières, et les essais correspondants ne sont pas inclus dans la présente partie de l'ISO 10791.

La présente partie de l'ISO 10791 prend en compte dans les [Annexes A à D](#) les quatre types possibles de tables, fixes et rotatives, décrits ci-après:

- [Annexe A](#): tables horizontales non rotatives;
- [Annexe B](#): tables tournant autour d'un axe vertical B';
- [Annexe C](#): tables tournant autour d'un axe vertical B' et basculant autour d'un axe horizontal A';
- [Annexe D](#): tables tournant autour d'un axe horizontal A' et pivotant autour d'un axe vertical B'.

La présente partie de l'ISO 10791 ne traite pas des têtes porte-broches qui sont couvertes par l'ISO 17543-1:—¹⁾.

La présente partie de l'ISO 10791 ne traite que du contrôle de l'exactitude géométrique de la machine et ne traite pas des essais de fonctionnement de la machine qu'il est recommandé d'effectuer séparément. Les essais ne concernant pas l'exactitude géométrique pure de la machine sont traités dans d'autres parties de l'ISO 10791, telles qu'énumérées dans l'Avant-propos.

2 Références normatives

Les documents suivants, en totalité ou en partie, sont référencés de manière normative dans le présent document et sont indispensables pour 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 230-7:—¹⁾, *Code d'essai des machines-outils — Partie 7: Exactitude géométrique des axes de rotation*

ISO 841, *Systèmes d'automatisation industrielle et intégration — Commande numérique des machines — Système de coordonnées et nomenclature du mouvement*

1) À publier.

3 Observations préliminaires

3.1 Unités de mesure

Dans la présente partie de l'ISO 10791, toutes les dimensions linéaires, tous les écarts ainsi que toutes les tolérances correspondantes sont exprimées en millimètres; les dimensions angulaires sont exprimées en degrés et les écarts angulaires ainsi que les tolérances correspondantes sont le plus souvent exprimés sous forme de rapports mais, dans certains cas pour plus de clarté, ils sont exprimés en microradians ou en secondes d'arc. Il convient d'utiliser l'expression suivante pour la conversion des unités d'écart ou de tolérance angulaires:

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

3.2 Référence à l'ISO 230-1

Pour l'application de la présente partie de l'ISO 10791, 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 autres organes mobiles, la description des méthodes de mesurage, ainsi que l'incertitude recommandée pour les appareils de contrôle.

Dans la case «Observations» des essais décrits dans l'Article 4 et les annexes, les instructions sont précédées d'une référence au paragraphe correspondant de l'ISO 230-1 lorsque l'essai concerné est conforme aux spécifications de cette Norme internationale.

3.3 Référence à l'ISO 10791-6

Dans l'ISO 10791-6:2014, les Annexes A, B et C décrivent des essais cinématiques permettant d'évaluer le mouvement d'interpolation circulaire par un contrôle simultané sur trois axes (AK1, AK2, BK1, BK2, CK1, CK2). Ils sont basés sur l'utilisation d'un (de) capteur(s) de déplacement avec un mandrin de contrôle à extrémité sphérique ou sur l'utilisation d'une barre à bille.

Ces essais cinématiques peuvent être utilisés pour déterminer la position et l'orientation des axes rotatifs par rapport aux axes linéaires.

L'essai cinématique BK2 c) [CK2 c)] de l'ISO 10791-6:2014 peut être utilisé comme alternative aux essais suivants si toutes les fonctions de compensation d'erreur géométrique pertinentes sont identiques: BG8, BG9, CG8, CG10, DG9 et DG11.

3.4 Ordre des essais

L'ordre dans lequel les essais sont présentés dans la présente partie de l'ISO 10791 ne définit nullement l'ordre pratique de succession des opérations de mesurage. Pour des questions de facilité de montage des appareils ou de mesurage, les essais peuvent être réalisés dans n'importe quel ordre.

3.5 Essais à réaliser

Il n'est pas toujours nécessaire, ni possible, lors de l'essai d'une machine d'un type déterminé, d'effectuer la totalité des essais figurant dans la présente partie de l'ISO 10791. Lorsque les essais sont requis à des fins de réception, il appartient à l'utilisateur de choisir, en accord avec le fabricant/fournisseur, les seuls essais correspondant aux composants et/ou aux propriétés de la machine qui l'intéressent. Ces essais doivent clairement être précisés lors de la passation de la commande de la machine. On considère que la simple référence à la présente partie de l'ISO 10791 pour les essais de réception, sans spécification des essais à effectuer, n'engage aucun des contractants, s'il n'y a pas accord sur les frais correspondants.

3.6 Tolérances

Dans la présente partie de l'ISO 10791, toutes les valeurs de tolérance (voir l'ISO 230-1:2012, 4.1) sont des recommandations. Lorsque les essais sont utilisés à des fins de réception, d'autres valeurs peuvent être convenues entre l'utilisateur et le fabricant/fournisseur. Les valeurs de tolérance requises/convenues doivent être clairement précisées lors de la passation de commande de la machine.

Lorsque la tolérance est déterminée pour une étendue de mesurage différente de celle indiquée dans la présente partie de l'ISO 10791 la tolérance peut être déterminée au moyen de la loi de proportionnalité (voir l'ISO 230-1:2012, 4.1.2). Il doit être pris en compte que la valeur minimale de la tolérance à retenir est 0,005 mm.

3.7 Instruments de mesure

Les instruments de mesure indiqués dans les essais décrits dans paragraphes suivants ne sont que des exemples. Il est possible d'utiliser d'autres instruments capables de mesurer les mêmes grandeurs et offrant une incertitude de mesure identique ou inférieure. La référence doit être faite à l'ISO 230-1:2012, Article 5, qui indique la relation entre incertitudes de mesure et les tolérances.

Lorsqu'il est fait référence à un «comparateur», cela ne concerne pas seulement les comparateurs à levier mécaniques (DTI), mais également tout type de capteur de déplacement linéaire tels que comparateurs analogiques ou numériques, transformateur-comparateur variable (LVDT), jauges de déplacement linéaire, ou capteurs sans contact, si applicable à l'essai concerné (voir ISO 230-1:2012, Article 4).

De la même manière, lorsqu'il est fait référence à une «règle», il peut s'agir de n'importe quel type de pièce de référence de rectitude, telle qu'une règle en granit, en céramique, en acier ou en fonte, une branche d'équerre, une génératrice sur un cylindre-équerre, toute portion rectiligne d'une cale de référence, une pièce de référence spéciale fabriquée de manière à s'adapter dans les rainures à T ou d'autres références.

De la même manière, lorsqu'une «équerre» est mentionnée, il peut s'agir de n'importe quel type de pièce de référence de perpendicularité, telle qu'une équerre en granit, en céramique, en acier ou en fonte, un cylindre-équerre, une cale de référence ou, là encore, une pièce de référence spéciale.

Lorsqu'il est fait référence à un «palpeur 3D», il s'agit de trois capteurs de déplacement combinés 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'un parcours d'outil programmé.

3.8 Schémas

Pour des raisons de simplicité, les schémas de la présente partie de l'ISO 10791 ne représentent qu'un seul type de machine.

3.9 Palettes

Pour les machines qui fonctionnent avec plusieurs palettes, les essais relatifs aux caractéristiques géométriques intrinsèques des palettes ou à leur comportement par rapport aux axes de la machine (essais des [Annexes A à D](#)) ne doivent être effectués que sur une seule palette représentative bridée en position, à moins qu'un accord différent n'ait été conclu entre l'utilisateur et le fabricant/fournisseur. Pour la vérification des autres palettes, voir l'ISO 10791-5.

3.10 Compensation par logiciel

Lorsque des logiciels intégrés permettent de compenser certains écarts géométriques, leur utilisation pendant les essais effectués à des fins de réception doit être basée sur un accord entre l'utilisateur et le fabricant/fournisseur, en prenant en considération l'usage prévu de la machine-outil. Lorsqu'une compensation par logiciel est réalisée, cela doit être indiqué dans le rapport d'essai. Il doit être noté que, lorsqu'une compensation par logiciel est réalisée, les axes ne doivent pas être bloqués pour les besoins de l'essai.

3.11 Configurations de machine

La [Figure 1](#) et le [Tableau 1](#) présentent les 12 configurations possibles de centres d'usinage, ayant des architectures différentes et des composants différents se déplaçant le long des axes linéaires. Ces configurations sont identifiées par des numéros allant de 01 à 12 permettant de relier la [Figure 1](#) et le [Tableau 1](#). Pour l'orientation des axes et leur nomenclature, il convient de se reporter à l'ISO 841.

3.12 Désignation

Une désignation est également fournie dans le [Tableau 1](#) sous la forme d'un code bref, afin de décrire l'architecture d'un centre d'usinage; cette désignation comprend:

- le numéro de la présente partie de l'ISO 10791,
- la lettre H pour «horizontal, et
- une liste des organes structurels et mobiles de la pièce (w) jusqu'à l'outil (t).

Le [Tableau 1](#) donne des exemples de désignations correspondant aux configurations de machine illustrées à la [Figure 1](#), où:

- la chaîne cinématique des axes en mouvement est décrite entre crochets,
- l'axe dont le positionnement n'est pas assujéti à une commande numérique est représenté entre parenthèses [par exemple (C)], et
- «w», «t» et «b» représentent respectivement la table porte-pièce, l'outil et le banc.

La séquence peut aller de la table porte-pièce à l'outil ou de l'outil à la table porte-pièce.

Tableau 1 — Désignations des configurations illustrées à la [Figure 1](#)

01	ISO 10791-1 H [w X' Z' b Y (C) t]
02	ISO 10791-1 H [w Z' b X Y (C) t]
03	ISO 10791-1 H [w X' Z' Y' b (C) t]
04	ISO 10791-1 H [w Z' X' b Y (C) t]
05	ISO 10791-1 H [w b Z X Y (C) t]
06	ISO 10791-1 H [w X' Y' b Z (C) t]
07	ISO 10791-1 H [w X' b Z Y (C) t]
08	ISO 10791-1 H [w b X Z Y (C) t]
09	ISO 10791-1 H [w Y' X' b Z (C) t]
10	ISO 10791-1 H [w X' b Y Z (C) t]
11	ISO 10791-1 H [w b X Y Z (C) t]
12	ISO 10791-1 H [w Y' b X Z (C) t]

3.13 Axes non soumis à essai

Pendant l'exécution de certains essais géométriques sur un axe de déplacement, la position des autres axes, non soumis à essai, peut avoir une incidence sur les résultats. Par conséquent, les positions de ces axes, ainsi que les décalages du côté outil et du côté pièce, doivent être enregistrés dans le rapport d'essai.

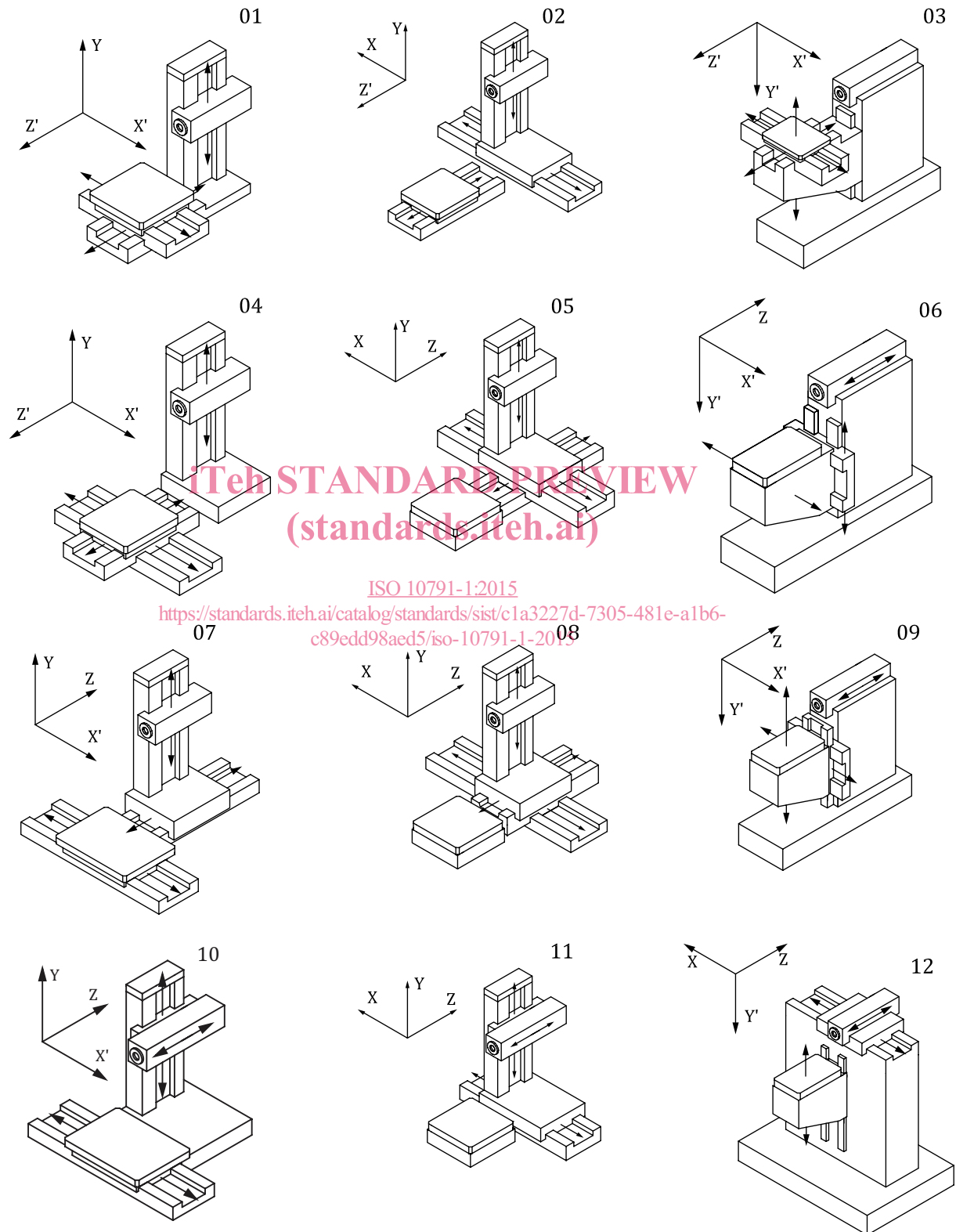
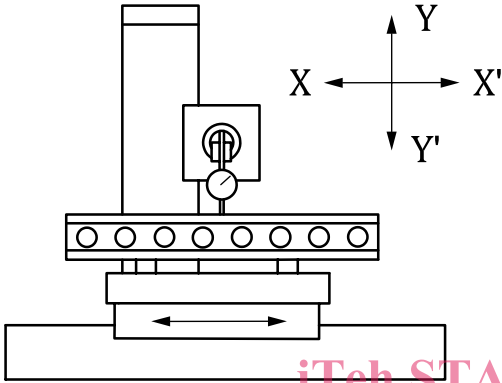
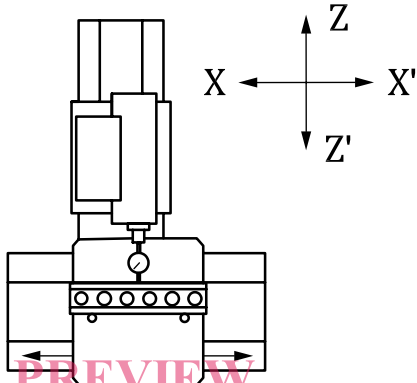
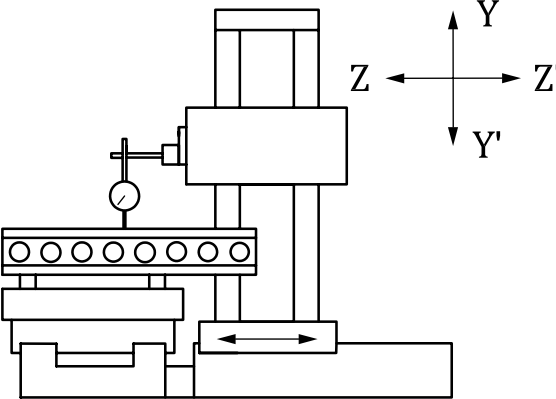
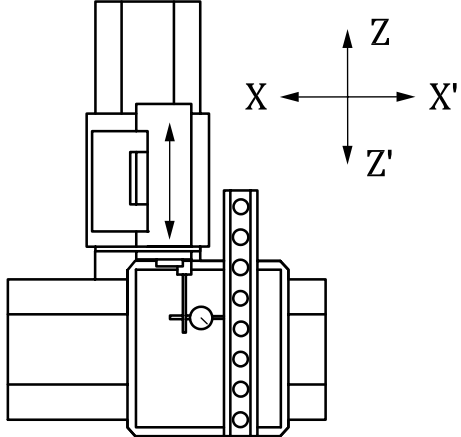


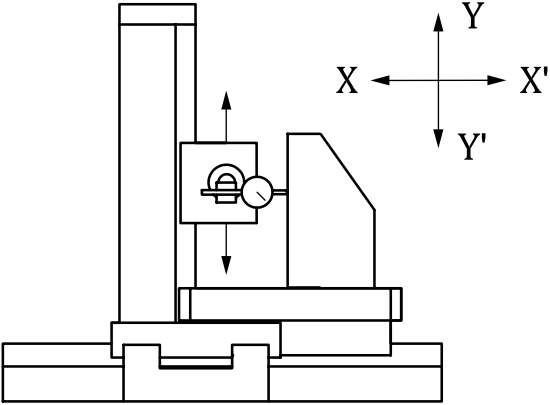
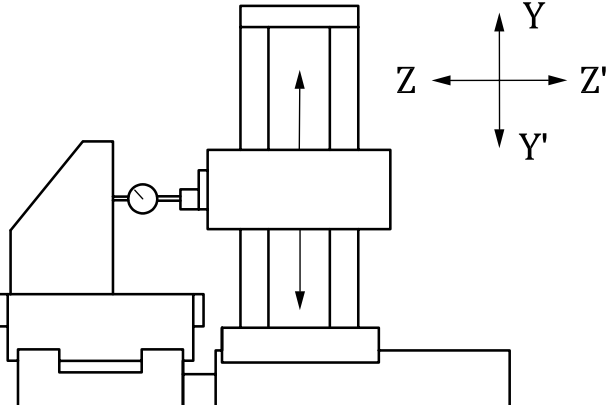
Figure 1 — Configurations possibles des axes linéaires
(Les axes de rotation et de pivotement de la table sont indiqués dans les [Annexes B à D](#))

4 Vérifications géométriques

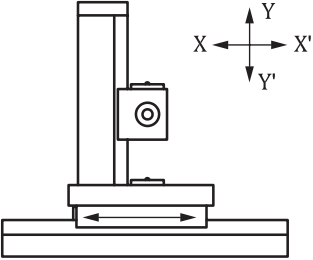
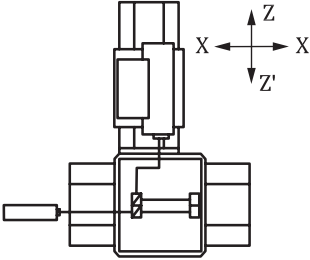
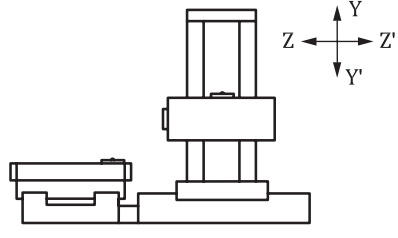
4.1 Erreurs de rectitude des déplacements linéaires

Objet	G1
Vérification de la rectitude du déplacement suivant l'axe X: a) dans le plan vertical XY (E_{YX}) b) dans le plan horizontal ZX (E_{ZX})	
Schéma a)  b) 	
Tolérance (standards.iteh.ai) $X \leq 500$ a) et b) 0,010 $500 < X \leq 800$ a) et b) 0,015 $800 < X \leq 1\,250$ a) et b) 0,020 $1\,250 < X \leq 2\,000$ a) et b) 0,025 $2\,000 < X \leq 3\,200$ a) 0,050 b) 0,032 $3\,200 < X \leq 5\,000$ a) 0,065 b) 0,040 Tolérance locale: 0,007 pour une longueur mesurée de 300	
Écart mesuré Pour X = a) b) Écart local maximal a) b)	
Instruments de mesure a) règle et comparateur ou dispositifs optiques b) règle et comparateur ou microscope et fil tendu ou dispositifs optiques	
Observations et références à l'ISO 230-1:2012, 8.2 et 8.2.2 Pour toutes les configurations de la machine, la règle, le fil tendu ou le réflecteur d'alignement doit être placé sur la table. Si la broche peut être bloquée, le comparateur, le microscope ou l'interféromètre peut être monté sur cette dernière; si la broche ne peut pas être bloquée, l'instrument de mesure doit être placé sur la tête porte-broche de la machine. Il convient que l'axe de mesure passe aussi près que possible du centre de la table. La hauteur de la ligne droite de référence au-dessus de la table doit être indiquée dans le rapport d'essai. Les méthodes basées sur des mesurages d'angles (ISO 230-1:2012, 12.1.3) ne doivent pas être appliquées car ces méthodes sont limitées aux mesurages des surfaces fonctionnelles.	

Objet	G2
<p>Vérification de la rectitude du déplacement suivant l'axe Z:</p> <p>a) dans le plan vertical YZ (E_{YZ})</p> <p>b) dans le plan horizontal ZX (E_{ZX})</p>	
<p>Schéma</p> <p>a) </p> <p>b) </p>	
<p>Tolérance</p> <p style="text-align: center;">iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)</p> <p style="text-align: center;">$Z \leq 500$ a) et b) 0,010 $500 < Z \leq 800$ a) et b) 0,015 $800 < Z \leq 1\,250$ a) et b) 0,020 $1\,250 < Z \leq 2\,000$ a) et b) 0,025</p> <p>Tolérance locale: 0,007 pour une longueur mesurée de 300</p>	
<p>Écart mesuré</p> <p>Pour Z =</p> <p>a) b)</p> <p>Écart local maximal</p> <p>a) b)</p>	
<p>Instruments de mesure</p> <p>a) règle et comparateur ou dispositifs optiques</p> <p>b) règle et comparateur ou microscope et fil tendu ou dispositifs optiques</p>	
<p>Observations et références à l'ISO 230-1:2012, 8.2 et 8.2.2</p> <p>Pour toutes les configurations de la machine, la règle, le fil tendu ou le réflecteur d'alignement doit être placé sur la table. Si la broche peut être bloquée, le comparateur, le microscope ou l'interféromètre peut être monté sur cette dernière; si la broche ne peut pas être bloquée, l'instrument de mesure doit être placé sur la tête porte-broche de la machine.</p> <p>Il convient que l'axe de mesurage passe aussi près que possible du centre de la table. La hauteur de la ligne droite de référence au-dessus de la table doit être indiquée dans le rapport d'essai.</p> <p>Les méthodes basées sur des mesurages d'angles (ISO 230-1:2012, 12.1.3) ne doivent pas être appliquées car ces méthodes sont limitées aux mesurages des surfaces fonctionnelles.</p>	

Objet	G3										
<p>Vérification de la rectitude du déplacement suivant l'axe Y:</p> <p>a) dans le plan XY (E_{XY})</p> <p>b) dans le plan YZ (E_{ZY})</p>											
<p>Schéma</p> <p>a) </p> <p>b) </p>											
<p>Tolérance</p> <p>Pour a) et b)</p> <table border="0" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>$Y \leq 500$</td> <td>0,010</td> </tr> <tr> <td>$500 < Y \leq 800$</td> <td>0,015</td> </tr> <tr> <td>$800 < Y \leq 1250$</td> <td>0,020</td> </tr> <tr> <td>$1250 < Y \leq 2000$</td> <td>0,025</td> </tr> <tr> <td>$2000 < Y \leq 3200$</td> <td>0,032</td> </tr> </table> <p>Tolérance locale: 0,007 pour une longueur mesurée de 300</p>		$Y \leq 500$	0,010	$500 < Y \leq 800$	0,015	$800 < Y \leq 1250$	0,020	$1250 < Y \leq 2000$	0,025	$2000 < Y \leq 3200$	0,032
$Y \leq 500$	0,010										
$500 < Y \leq 800$	0,015										
$800 < Y \leq 1250$	0,020										
$1250 < Y \leq 2000$	0,025										
$2000 < Y \leq 3200$	0,032										
<p>Écart mesuré</p> <p>Pour Y =</p> <p>a) b)</p> <p>Écart local maximal</p> <p>a) b)</p>											
<p>Instruments de mesure</p> <p>Pour a) et b): équerre et comparateur ou microscope et fil tendu ou dispositifs optiques</p>											
<p>Observations et références à l'ISO 230-1:2012, 8.2 et 8.2.2</p> <p>Pour toutes les configurations de la machine, l'équerre, le fil tendu ou le réflecteur d'alignement doit être placé au centre de la table. Si la broche peut être bloquée, le comparateur, le microscope ou l'interféromètre peut être monté sur cette dernière; si la broche ne peut pas être bloquée, l'instrument de mesure doit être placé sur la tête porte-broche de la machine.</p> <p>La ligne droite de référence utilisée doit être indiquée dans le rapport d'essai.</p> <p>Les méthodes basées sur des mesurages d'angles (ISO 230-1:2012, 12.1.3) ne doivent pas être appliquées car ces méthodes sont limitées aux mesurages des surfaces fonctionnelles.</p>											

4.2 Erreurs angulaires des déplacements linéaires

Objet	G4									
<p>Vérification des erreurs angulaires du déplacement suivant l'axe X:</p> <p>a) dans le plan vertical XY perpendiculaire à l'axe de la broche (tangage E_{CX})</p> <p>b) dans le plan horizontal ZX (lacet E_{BX})</p> <p>c) dans le plan vertical YZ parallèle à l'axe de la broche (roulis E_{AX})</p>										
<p>Schéma</p> <p>a) </p> <p>b) </p> <p>c) </p>										
<p>Tolérance</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td>Pour a), b) et c)</td> <td style="text-align: center;">$X \leq 2\ 000$</td> <td style="text-align: center;">0,060/1 000 ou 12 "</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">$2\ 000 < X \leq 3\ 200$</td> <td style="text-align: center;">0,065/ 000 ou 13 "</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">$3\ 200 < X \leq 5\ 000$</td> <td style="text-align: center;">0,070/1 000 ou 14 "</td> </tr> </table> <p>Tolérance locale: 0,016/1 000 (ou 16 μrad ou 3,2") pour une longueur mesurée de 300</p>		Pour a), b) et c)	$X \leq 2\ 000$	0,060/1 000 ou 12 "		$2\ 000 < X \leq 3\ 200$	0,065/ 000 ou 13 "		$3\ 200 < X \leq 5\ 000$	0,070/1 000 ou 14 "
Pour a), b) et c)	$X \leq 2\ 000$	0,060/1 000 ou 12 "								
	$2\ 000 < X \leq 3\ 200$	0,065/ 000 ou 13 "								
	$3\ 200 < X \leq 5\ 000$	0,070/1 000 ou 14 "								
<p>Écart mesuré</p> <p>X = ISO 10791-1:2015</p> <p>a) b) c)</p> <p>Écart local maximal</p> <p>a) b) c)</p>										
<p>Instruments de mesure</p> <p>a) (tangage E_{CX}) niveau de précision ou instruments de mesure optique de l'écart angulaire</p> <p>b) (lacet E_{BX}) instruments de mesure optique de l'écart angulaire</p> <p>c) (roulis E_{AX}) niveau de précision</p>										
<p>Observations et références à l'ISO 230-1:2012, 8.4 et 8.4.2</p> <p>L'instrument de mesure doit être placé sur le composant mobile:</p> <p>a) (tangage E_{CX}) longitudinalement</p> <p>b) (lacet E_{BX}) horizontalement</p> <p>c) (roulis E_{AX}) transversalement</p> <p>Les mesures doivent être effectués à au moins cinq emplacements régulièrement espacés le long de la course, dans les deux sens de déplacement et à chaque emplacement. La différence entre les indications maximale et minimale est l'erreur à consigner dans le rapport.</p> <p>Lorsque le déplacement suivant l'axe X génère un déplacement angulaire de la tête porte-broche et de la table porte-pièce, on doit procéder au mesurage différentiel des deux déplacements angulaires et le signaler. Dans ce cas, lorsqu'on utilise un niveau de précision pour le mesurage, le niveau de référence doit être fixé sur un composant fixe (tête porte-broche ou table porte-pièce) de la machine.</p>										