



# PROJET DE NORME INTERNATIONALE ISO/DIS 10791-1

ISO/TC 39/SC 2

Secrétariat: ANSI

Début de vote  
2012-02-14

Vote clos le  
2012-07-14

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

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

Partie 1:

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

*Test conditions for machining centres —*

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

[Révision de la première édition (ISO 10791-1:1998)]

ICS 25.040.10

**Pour accélérer la distribution, le présent document est distribué tel qu'il est parvenu du secrétariat du comité. Le travail de rédaction et de composition de texte sera effectué au Secrétariat central de l'ISO au stade de publication.**

**To expedite distribution, this document is circulated as received from the committee secretariat. ISO Central Secretariat work of editing and text composition will be undertaken at publication stage.**

CE DOCUMENT EST UN PROJET DIFFUSÉ POUR OBSERVATIONS ET APPROBATION. IL EST DONC SUSCEPTIBLE DE MODIFICATION ET NE PEUT ÊTRE CITE COMME NORME INTERNATIONALE AVANT SA PUBLICATION EN TANT QUE TELLE.

OUTRE LE FAIT D'ÊTRE EXAMINÉS POUR ÉTABLIR S'ILS SONT ACCEPTABLES À DES FINS INDUSTRIELLES, TECHNOLOGIQUES ET COMMERCIALES, AINSI QUE DU POINT DE VUE DES UTILISATEURS, LES PROJETS DE NORMES INTERNATIONALES DOIVENT PARFOIS ÊTRE CONSIDÉRÉS DU POINT DE VUE DE LEUR POSSIBILITÉ DE DEVENIR DES NORMES POUVANT SERVIR DE RÉFÉRENCE DANS LA RÉGLEMENTATION NATIONALE.

LES DESTINATAIRES DU PRÉSENT PROJET SONT INVITÉS À PRÉSENTER, AVEC LEURS OBSERVATIONS, NOTIFICATION DES DROITS DE PROPRIÉTÉ DONT ILS AURAIENT ÉVENTUELLEMENT CONNAISSANCE ET À FOURNIR UNE DOCUMENTATION EXPLICATIVE.

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

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

### **Notice de droit d'auteur**

Ce document de l'ISO est un projet de Norme internationale qui est protégé par les droits d'auteur de l'ISO. Sauf autorisé par les lois en matière de droits d'auteur du pays utilisateur, aucune partie de ce projet ISO ne peut être reproduite, enregistrée dans un système d'extraction ou transmise sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé électronique ou mécanique, y compris la photocopie, les enregistrements ou autres, sans autorisation écrite préalable.

Les demandes d'autorisation de reproduction doivent être envoyées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 41 22 749 01 11  
Fax + 41 22 749 09 47  
E-mail [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Toute reproduction est soumise au paiement de droits ou à un contrat de licence.

Les contrevenants pourront être poursuivis.

## Sommaire

Page

Avant-propos .....	iv
Introduction.....	v
<b>1</b> <b>Domaine d'application .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives .....</b>	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Observations préliminaires .....</b>	<b>2</b>
<b>3.1</b> <b>Unités de mesure.....</b>	<b>2</b>
<b>3.2</b> <b>Référence à l'ISO 230-1.....</b>	<b>2</b>
<b>3.3</b> <b>Référence à l'ISO 10791-6.....</b>	<b>2</b>
<b>3.4</b> <b>Ordre des essais.....</b>	<b>2</b>
<b>3.5</b> <b>Essais à réaliser .....</b>	<b>2</b>
<b>3.6</b> <b>Tolérances.....</b>	<b>3</b>
<b>3.7</b> <b>Instruments de mesure.....</b>	<b>3</b>
<b>3.8</b> <b>Schémas.....</b>	<b>3</b>
<b>3.9</b> <b>Palettes.....</b>	<b>3</b>
<b>3.10</b> <b>Compensation par logiciel .....</b>	<b>3</b>
<b>3.11</b> <b>Configurations de machine .....</b>	<b>3</b>
<b>3.12</b> <b>Désignation .....</b>	<b>4</b>
<b>4</b> <b>Vérifications géométriques .....</b>	<b>6</b>
<b>4.1</b> <b>Erreurs de rectitude des déplacements linéaires .....</b>	<b>6</b>
<b>4.1.1</b> <b>Objet.....</b>	<b>8</b>
<b>4.2</b> <b>Erreurs angulaires des déplacements linéaires.....</b>	<b>9</b>
<b>4.2.1</b> <b>Schéma (en b, pour le mesurage du lacet, supprimer l'interféromètre inutile sur le banc) .....</b>	<b>9</b>
<b>4.2.2</b> <b>Instruments de mesure.....</b>	<b>9</b>
<b>4.3</b> <b>Erreurs de perpendicularité entre des déplacements linéaires .....</b>	<b>13</b>
<b>4.4</b> <b>Broche .....</b>	<b>16</b>
<b>4.5</b> <b>Axes supplémentaires parallèles à l'axe Z .....</b>	<b>21</b>
<b>4.6</b> <b>Erreur de mouvement de l'axe (C) de la broche porte-outil.....</b>	<b>25</b>
<b>Annexe A (normative) Tables horizontales non pivotantes .....</b>	<b>28</b>
<b>Annexe B (normative) Tables tournant autour d'un axe vertical B'.....</b>	<b>34</b>
<b>Annexe C (normative) Tables tournant autour d'un axe vertical B' et basculant autour d'un axe horizontal A' .....</b>	<b>49</b>
<b>Annexe D (normative) Tables tournant autour d'un axe horizontal A' et basculant autour d'un axe vertical B'.....</b>	<b>72</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>94</b>

## 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 10791-1 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*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition 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 : Précision et répétabilité de positionnement des axes linéaires et rotatifs*
- *Partie 5 : Précision et répétabilité de positionnement des palettes porte-pièces*
- *Partie 6 : Précision des avances, vitesses et interpolations*
- *Partie 7 : Précision d'une pièce d'essai usinée*
- *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*

## 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. La présente partie de l'ISO 10791 prescrit, par référence aux parties correspondantes de l'ISO 230, *Code d'essai des machines-outils*, 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, aux machines à aléser et à fraiser 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, B et 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 exclusivement sur des centres d'usinage.

PROJEU 2012

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

Full standard:  
<https://standards.itih.ai/catalog/standards/sist/c1a3227d-7305-481e-a1b6-c89edd98acd5/iso-10791-1-2015>

# 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 machines de fraisage, d'alésage, etc., 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 comme base trois axes linéaires commandés numériquement (X, Y et Z) jusqu'à 5 000 mm de long, mais elle traite également des mouvements supplémentaires tels que ceux liés aux broches coulissantes, aux coulants ou aux tables pivotantes et basculantes. 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, B, C et D les quatre types possibles de tables, fixes et rotatives, décrits ci-après:

- Annexe A : tables horizontales non pivotantes ;
- 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 basculant autour d'un axe vertical B'.

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 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 230-1:2012, *Code d'essai des machines-outils — Partie 1 : Précision géométrique des machines fonctionnant à vide ou dans des conditions de finition*

ISO 230-7:2006, *Code d'essai des machines-outils — Partie 7 : Exactitude géométrique des axes de rotation*

ISO 10791-6:\_\_\_\_\_, *Conditions d'essai pour centres d'usinage — Partie 6 : Précision des avances, vitesses et interpolations*

### 3 Observations préliminaires

#### 3.1 Unités de mesure

Dans la présente partie de l'ISO 10791, toutes les dimensions linéaires 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 de toujours se rappeler de l'équivalence des expressions suivantes :

$$0,010/1000 = 10 \mu\text{rad} \cong 2''$$

#### 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'opération concernée est conforme aux spécifications de cette norme.

#### 3.3 Référence à l'ISO 10791-6

Dans l'ISO 10791-6, 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 et/ou sur l'utilisation d'une barre à bille (variantes d'essai).

Ces essais cinématiques s'appliquent aux centres d'usinage ayant une fonction de commande appropriée (par exemple fonction de commande de CDO) disponible et peuvent être utilisés pour déterminer la position et l'orientation des axes rotatifs par rapport aux axes linéaires.

Ces essais cinématiques peuvent être utilisés en remplacement des essais suivants si toutes les fonctions de compensation d'erreur géométrique pertinentes sont identiques :

AG8, AG9, AG10, AG11,

BG9, BG10, BG11, BG12, BG13, BG14, BG15, BG16, BG17,

CG9, CG10, CG11, CG12, CG13, CG14, CG15, CG16, CG17.

#### 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 fournisseur/fabricant, les seuls essais correspondant aux composants et/ou aux propriétés d'une 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, 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 fournisseur/fabricant. Les valeurs de tolérance requises/convenues doivent être clairement précisées lors de la passation de la commande.

Lorsque la tolérance est déterminée pour une étendue de mesurage différente de celle indiquée dans la présente partie de l'ISO 10791 (voir l'ISO 230-1, 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 l'Article 4 et les annexes ne le sont qu'à titre d'exemple. Il est possible d'utiliser d'autres instruments mesurant les mêmes grandeurs et offrant une incertitude de mesure identique ou inférieure. Les comparateurs sont aujourd'hui le type de capteur de déplacement linéaire le plus largement utilisé; ils servent donc d'exemple de base. Ils doivent avoir une résolution minimale de 0,001 mm.

De la même manière, lorsqu'une « règle » est mentionnée dans les pages suivantes, il peut s'agir de n'importe quel type de pièce de référence de rectitude, telle qu'un marbre ou une règle en acier ou en fonte, une branche d'équerre, une génératrice sur un cylindre-équerre, toute portion rectiligne d'une cale de référence, un dispositif spécial fabriqué de manière à s'adapter dans les rainures à T, les alésages d'alignement 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'un marbre ou une équerre en acier ou en fonte, un cylindre-équerre, une cale de référence ou là encore un dispositif spécial.

### 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, B, C et 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 fournisseur/fabricant. Pour la vérification des autres palettes, voir l'ISO 10791-5.

### 3.10 Compensation par logiciel

Lorsque des logiciels permettent de compenser certains écarts géométriques, basés sur un accord entre le fabricant/fournisseur et l'utilisateur, l'essai approprié peut être effectué avec ou sans ces compensations. 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 peuvent 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.

### 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 norme ;
- la lettre H pour « horizontal » ;
- une liste des axes en mouvement 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)) ;
- « 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]

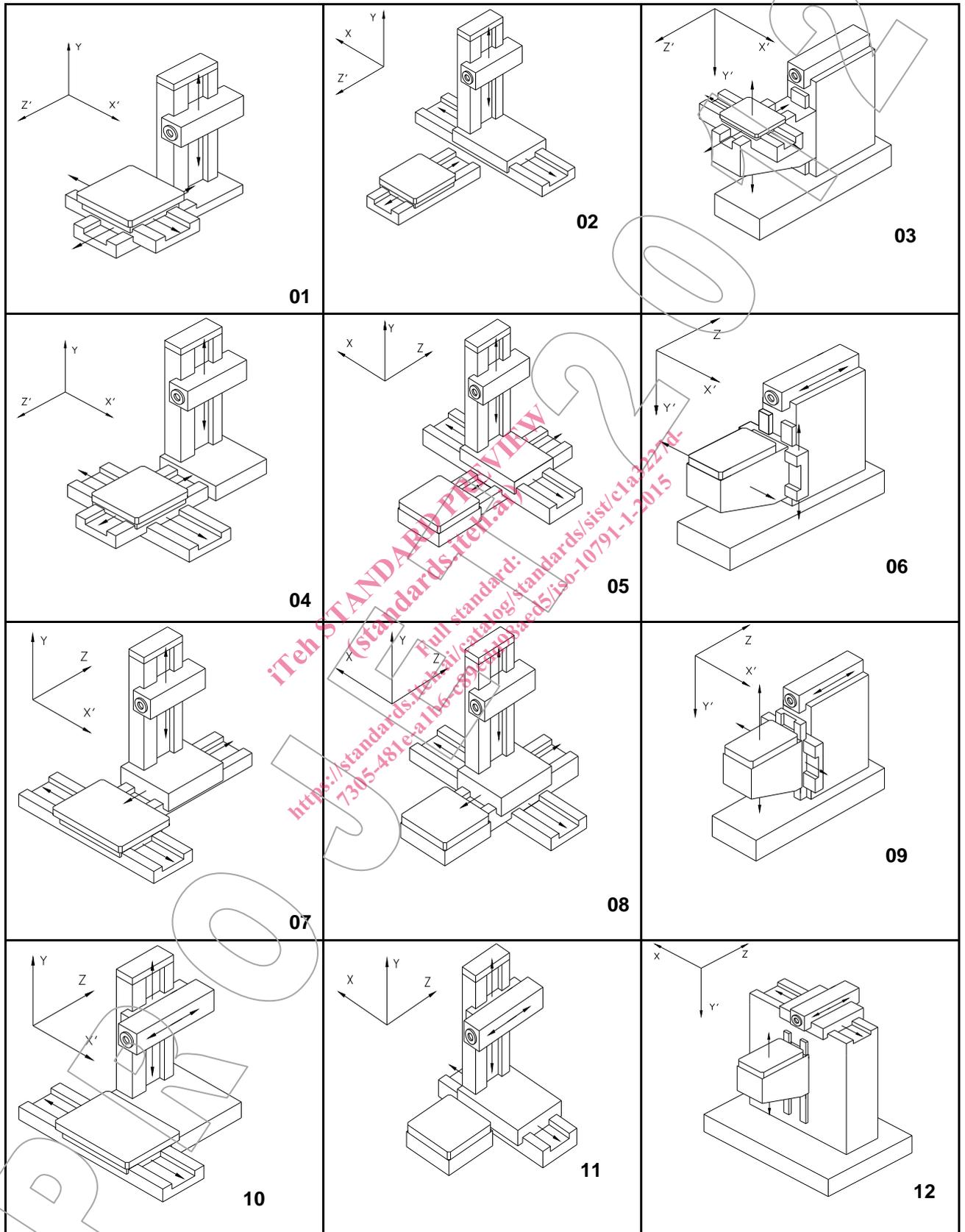
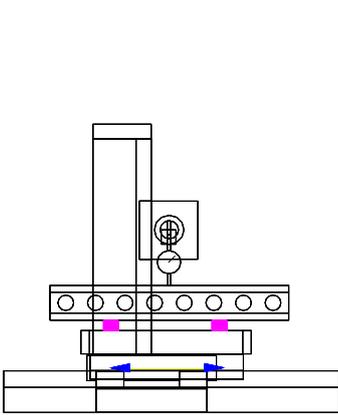
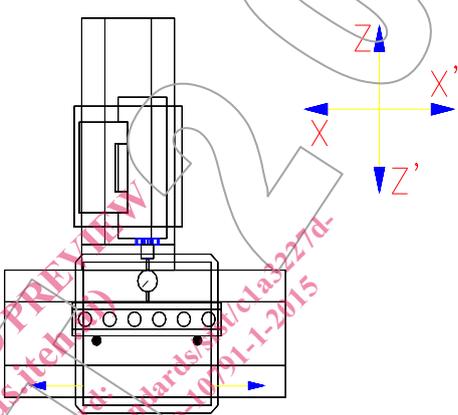


Figure 1 — Configurations de la machine

## 4 Vérifications géométriques

### 4.1 Erreurs de rectitude des déplacements linéaires

**G1**

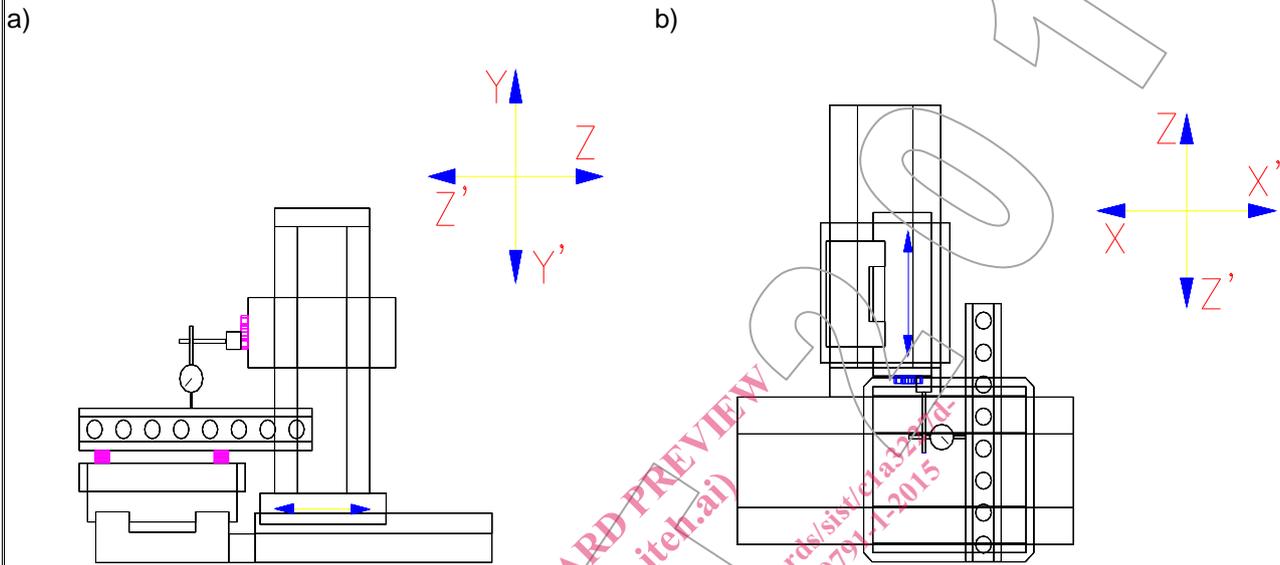
<b>Objet</b>																									
Vérification de la rectitude du déplacement suivant l'axe X : a) dans le plan vertical XY ( $E_{yx}$ ) ; b) dans le plan horizontal ZX ( $E_{zx}$ ).																									
<b>Schéma</b>																									
a) 	b) 																								
<b>Tolérance</b>																									
	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: right;"><math>X \leq 500</math></td> <td style="text-align: center;">a) et b)</td> <td style="text-align: left;">0,010</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;"><math>500 &lt; X \leq 800</math></td> <td style="text-align: center;">a) et b)</td> <td style="text-align: left;">0,015</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;"><math>800 &lt; X \leq 1\,250</math></td> <td style="text-align: center;">a) et b)</td> <td style="text-align: left;">0,020</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;"><math>1\,250 &lt; X \leq 2\,000</math></td> <td style="text-align: center;">a) et b)</td> <td style="text-align: left;">0,025</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;"><math>2\,000 &lt; X \leq 3\,200</math></td> <td style="text-align: center;">a)</td> <td style="text-align: left;">0,050</td> <td style="text-align: left;">b) 0,032</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;"><math>3\,200 &lt; X \leq 5\,000</math></td> <td style="text-align: center;">a)</td> <td style="text-align: left;">0,065</td> <td style="text-align: left;">b) 0,040</td> </tr> </table>	$X \leq 500$	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
$X \leq 500$	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																									
<b>Écart mesuré</b>																									
Pour X = .....																									
a)	b)																								
<b>Instruments de mesure</b>																									
a) Règle et comparateur ou dispositifs optiques ; b) Règle et comparateur ou microscope et fil tendu ou dispositifs optiques.																									
<b>Observations et références à l'ISO 230-1</b> 8.2, 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 ; sinon, l'instrument de mesure doit être placé sur la tête porte-broche de la machine.																									
Il convient que l'axe de mesurage passe aussi près que possible du centre de la table.																									
Les écarts de rectitude ne doivent pas être déterminés par intégration des mesures angulaires.																									
NOTE Les tolérances relatives aux écarts de rectitude verticale d'axes de plus de 2 000 mm de longueur sont augmentées en raison de l'incertitude de mesure attendue.																									

**Objet** **G2**

Vérification de la rectitude du déplacement suivant l'axe Z :

- a) dans le plan vertical YZ ( $E_{YZ}$ ) ;
- b) dans le plan horizontal ZX ( $E_{XZ}$ ).

**Schéma**



**Tolérance**

$X < 500$	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 Z = .....

- 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** 8.2, 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 ; sinon, 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.

Les écarts de rectitude ne doivent pas être déterminés par intégration des mesures angulaires.

**NOTE** Les tolérances relatives aux écarts de rectitude verticale d'axes de plus de 2 000 mm de longueur sont augmentées en raison de l'incertitude de mesure attendue.