

---

---

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

Partie 2:

**Essais géométriques des machines à  
broche verticale ou à têtes universelles à  
axe principal de rotation vertical (axe Z  
vertical)**

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

*Test conditions for machining centres —*

*Part 2: Geometric tests for machines with vertical spindle or universal  
heads with vertical primary rotary axis (vertical Z-axis)*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d7e6c015-a60d-41e6-8583-43fd14a405a0/iso-10791-2-2001>



**PDF – Exonération de responsabilité**

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

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

[ISO 10791-2:2001](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d7e6c0f5-a60d-4fe6-8583-43fd14a405a0/iso-10791-2-2001)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d7e6c0f5-a60d-4fe6-8583-43fd14a405a0/iso-10791-2-2001>

© ISO 2001

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.ch](mailto:copyright@iso.ch)  
Web [www.iso.ch](http://www.iso.ch)

Imprimé en Suisse

## Sommaire

Page

|  |    |
|--|----|
| Avant-propos.....  | iv |
| Introduction.....  | v  |
| 1 <b>Domaine d'application</b> .....                               | 1  |
| 2 <b>Références normatives</b> .....                               | 1  |
| 3 <b>Observations préliminaires</b> .....                          | 2  |
| 3.1 <b>Unités de mesure</b> .....                                  | 2  |
| 3.2 <b>Référence à l'ISO 230-1</b> .....                           | 2  |
| 3.3 <b>Ordre des essais</b> .....                                  | 2  |
| 3.4 <b>Essais à réaliser</b> .....                                 | 2  |
| 3.5 <b>Instruments de mesure</b> .....                             | 2  |
| 3.6 <b>Schémas</b> .....   | 2  |
| 3.7 <b>Palettes</b> .....  | 3  |
| 3.8 <b>Compensation par logiciel</b> .....                         | 3  |
| 3.9 <b>Configuration de la machine</b> .....                       | 3  |
| 3.10 <b>Désignation</b> .....                                      | 3  |
| 3.11 <b>Tolérance minimale</b> .....                               | 3  |
| 4 <b>Vérifications géométriques</b> .....                          | 6  |
| 4.1 <b>Rectitude des déplacements linéaires</b> .....              | 6  |
| 4.2 <b>Écart angulaire des déplacements linéaires</b> .....        | 9  |
| 4.3 <b>Perpendicularité des déplacements linéaires</b> .....       | 12 |
| 4.4 <b>Broche</b> .....  | 15 |
| 4.5 <b>Table ou palette</b> .....                                  | 20 |
| 4.6 <b>Axe supplémentaire (axe W) parallèle à l'axe Z</b> .....    | 24 |
| <b>Annexe A (normative) Broches horizontales en variante</b> ..... | 26 |
| <b>Annexe B (normative) Têtes rotatives</b> .....                  | 32 |
| <b>Annexe C (normative) Têtes pivotantes</b> .....                 | 34 |
| <b>Bibliographie</b> .....   | 41 |

## 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 3.

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 de la présente partie de l'ISO 10791 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.

La Norme internationale ISO 10791-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 39, *Machines-outils*, sous-comité SC 2, *Conditions de réception des machines travaillant par enlèvement de métal*.

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

- *Partie 1: Essais géométriques des machines à broche horizontale et à têtes accessoires (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: Précisions 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 distorsions thermiques*
- *Partie 11: Évaluation des émissions de bruit*

Les annexes A, B et C constituent des éléments normatifs de la présente partie de l'ISO 10791.

## Introduction

Un centre d'usinage est une machine-outil à commande numérique qui peut réaliser des opérations d'usinage multiples comprenant: fraisage, alésage, perçage et 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 est de fournir une information aussi étendue et approfondie que possible sur les essais et contrôles qui peuvent être effectués à des fins de comparaison, réception, maintenance ou autres.

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 ou verticale ou à têtes de broche universelles de différents types, destinés à être autonomes ou à être intégrés dans des systèmes de fabrication. L'ISO 10791 établit également les tolérances ou les valeurs maximales admissibles pour les résultats d'essai correspondant aux centres d'usinage à usage général et de précision normale.

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.

## iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 10791-2:2001](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d7e6c0f5-a60d-4fe6-8583-43fd14a405a0/iso-10791-2-2001)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d7e6c0f5-a60d-4fe6-8583-43fd14a405a0/iso-10791-2-2001>

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

ISO 10791-2:2001

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d7e6c0f5-a60d-4fe6-8583-43fd14a405a0/iso-10791-2-2001>

# Conditions d'essai des centres d'usinage —

## Partie 2:

# Essais géométriques des machines à broche verticale ou à têtes universelles à axe principal de rotation vertical (axe Z vertical)

## 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 10791 spécifie, par référence à l'ISO 230-1, les essais géométriques pour centres d'usinage (ou les machines de fraisage, d'alésage, etc., à commande numérique, le cas échéant) à broche verticale (c'est-à-dire à axe Z vertical).

La présente partie de l'ISO 10791 s'applique aux centres d'usinage ayant comme base trois axes commandés numériquement, c'est-à-dire trois linéaires (X, Y et Z) jusqu'à 2 000 mm de long, mais elle traite également des mouvements supplémentaires, tels que les axes rotatifs (A', B' et C'), ceux liés aux broches coulissantes, aux coulants ou aux têtes universelles. 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 décrit les essais géométriques pour les broches horizontales en variante de même que pour les deux types possibles de têtes universelles dans les annexes suivantes:

- annexe A: broches horizontales en variante (essais AG1 à AG6);
- annexe B: têtes rotatives, à un axe de rotation contrôlé numériquement (essais BG1 et BG2);
- annexe C: têtes pivotantes, à deux axes de rotation contrôlés numériquement et perpendiculaires l'un par rapport à l'autre (essais CG1 à CG7).

La présente partie de l'ISO 10791 ne traite que du contrôle de la précision de la machine. Elle ne concerne pas l'examen de son fonctionnement, qu'il est recommandé d'effectuer séparément. Certains essais concernant les performances de la machine fonctionnant à vide ou dans des conditions de finition sont traités dans d'autres parties de l'ISO 10791.

## 2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de l'ISO 10791. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de l'ISO 10791 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

ISO 230-1:1996, *Code d'essai des machines-outils — Partie 1: Précision géométrique des machines fonctionnant à vide ou dans des conditions de finition.*

## ISO 10791-2:2001(F)

ISO 8526-1:1990, *Éléments standards pour machines-outils — Palettes — Partie 1: Palettes porte-pièce de dimension nominale jusqu'à 800 mm.*

ISO 8526-2:1990, *Éléments standards pour machines-outils — Palettes — Partie 2: Palettes porte-pièce de dimension nominale supérieure à 800 mm.*

### 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 principalement 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:

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

#### 3.2 Référence à l'ISO 230-1

Pour l'application de la présente partie de l'ISO 10791, il est nécessaire de se reporter à l'ISO 230-1, 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 la précision recommandée pour les appareils de contrôle.

Dans la case «Observations» des opérations décrites dans l'article 4 et les annexes A à C, les instructions sont suivies par une référence au paragraphe correspondant de l'ISO 230-1, lorsque l'opération concernée est conforme aux spécifications de l'ISO 230-1.

**ISO 10791-2:2001**  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d7e6c0f5-a60d-4fe6-8583-43fd14a405a0/iso-10791-2-2001>

#### 3.3 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. Il peut être procédé aux contrôles, notamment pour des questions de facilité de contrôle ou de montage des appareils de vérification, dans un ordre entièrement différent.

#### 3.4 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/constructeur, 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. 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.

#### 3.5 Instruments de mesure

Les instruments de mesure indiqués dans les essais décrits dans l'article 4 et les annexes A à C ne le sont qu'à titre d'exemple. D'autres instruments mesurant les mêmes quantités et possédant au moins la même précision peuvent être utilisés. Les comparateurs doivent au moins avoir une résolution de 0,001 mm.

#### 3.6 Schémas

Dans la présente partie de l'ISO 10791, pour des raisons de simplicité, les schémas associés aux essais géométriques ne représentent que quelques types de machines.

### 3.7 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 G15 à G20) ne doivent être effectués que sur une seule palette représentative bridée en position, à moins qu'un accord écrit différent n'ait été conclu entre l'utilisateur et le fournisseur/constructeur.

### 3.8 Compensation par logiciel

Lorsque des logiciels permettent de compenser certains écarts géométriques, basés sur accord entre le fabricant/fournisseur et l'utilisateur, les essais appropriés peuvent être effectués avec ou sans ces compensations. Lorsqu'une compensation par logiciel est réalisée, cela doit être indiqué dans les résultats d'essai.

### 3.9 Configuration de la machine

Les machines considérées dans la présente partie de l'ISO 10791 sont divisées en 12 configurations basées sur leur architecture et sur le déplacement des composants le long des axes linéaires. Ces configurations sont identifiées par des numéros allant de 01 à 12 comme représenté à la Figure 1; leur classification est indiquée dans le Tableau 1<sup>1)</sup>.

### 3.10 Désignation

Une désignation est également fournie, sous la forme d'un code bref, afin de décrire l'architecture d'un centre d'usinage; cette désignation comprend, dans l'ordre, les éléments suivants:

- a) «Centre d'usinage»;
- b) la référence de la présente partie de l'ISO 10791, c'est-à-dire ISO 10791-2;
- c) la lettre «V» pour «broche verticale»;
- d) le numéro figurant dans la case correspondante de la Figure 1 et dans la colonne de gauche du Tableau 1.

EXEMPLE Un centre d'usinage, de type à broche verticale, à table coulissant le long de l'axe X, à montant mobile sur l'axe Y, avec la tête de la broche se déplaçant le long de l'axe Z est désigné comme suit:

**Centre d'usinage ISO 10791-2 type V07**

### 3.11 Tolérance minimale

Lorsque la tolérance est déterminée pour une étendue de mesurage différente de celle indiquée dans la présente partie de l'ISO 10791 (voir 2.311 de l'ISO 230-1:1996), il est nécessaire de tenir compte de ce que la valeur minimale de la tolérance à retenir est 0,005 mm.

1) Certains centres d'usinage verticaux sont établis selon une configuration similaire au type V10 (à passerelle) ou V11 (à portique) mais avec un seul montant. La présente partie de l'ISO 10791 s'applique également à ces types de centres. Dans ce cas, et si nécessaire, il convient de modifier le texte en remplaçant les termes «passerelle» ou «portique» par «montant» et «traverse» par «bras».

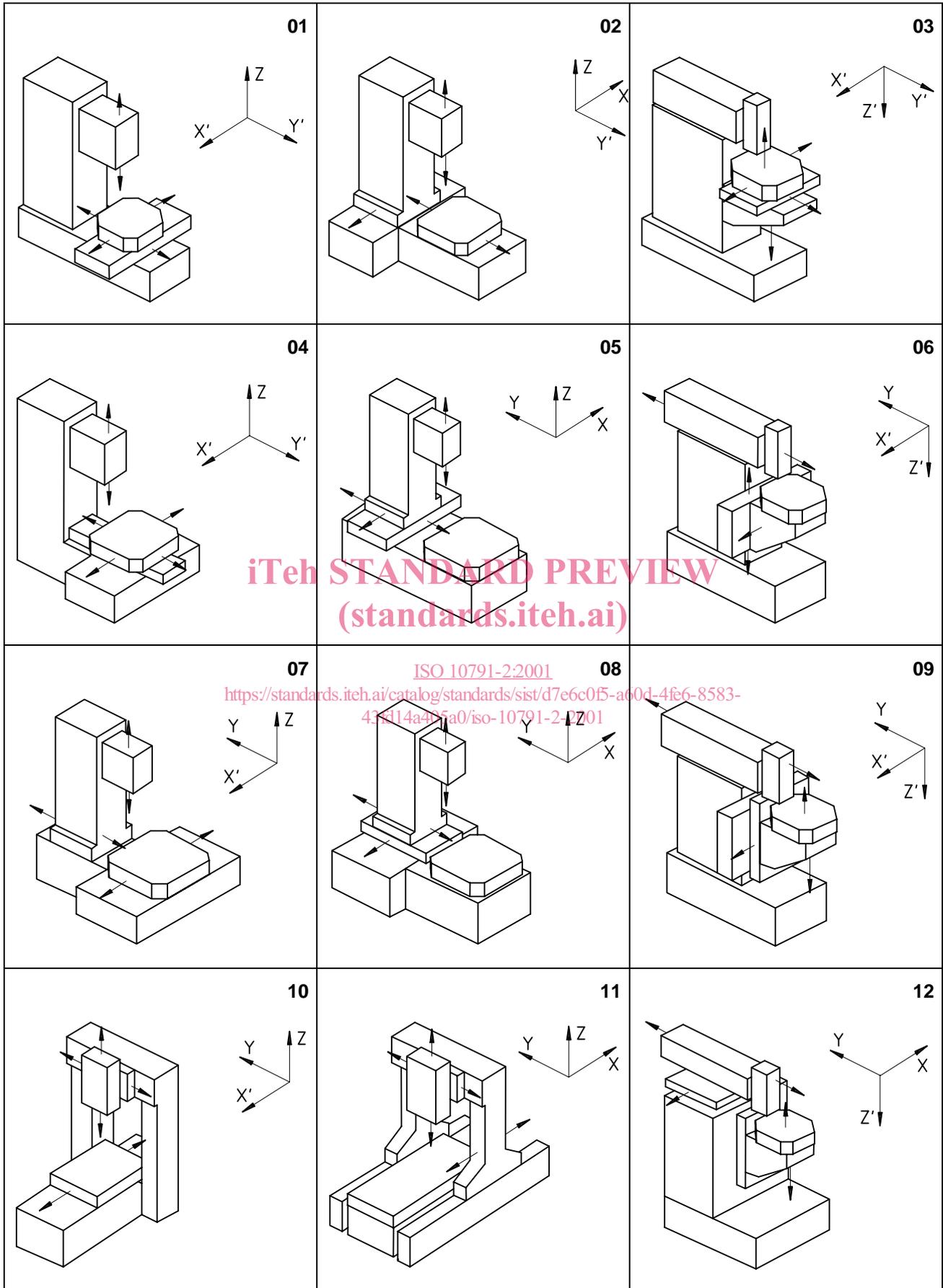


Figure 1

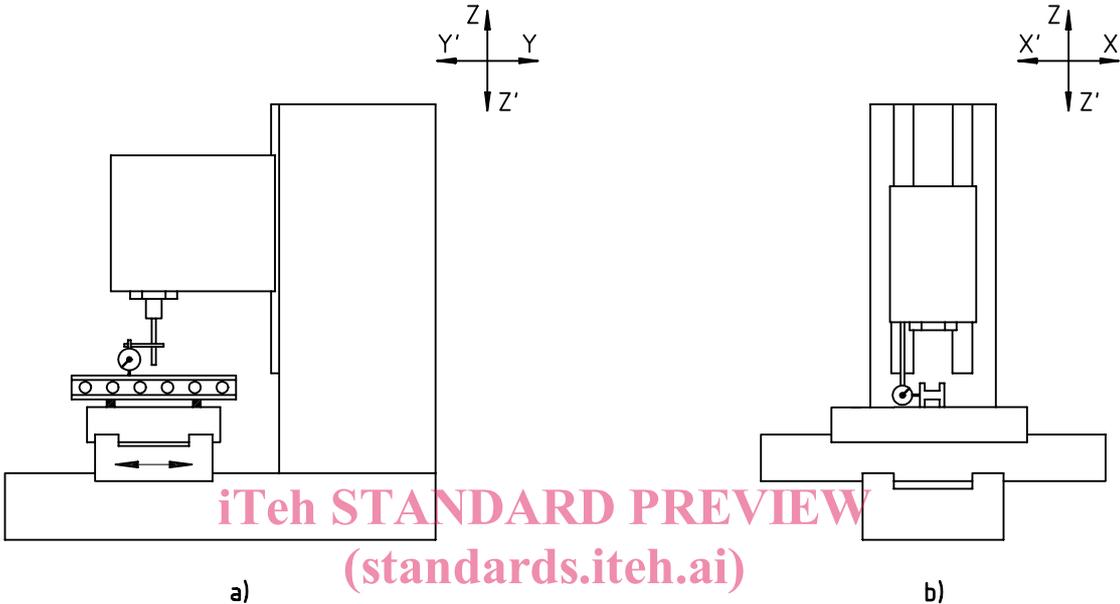
Tableau 1 — Classification des configurations des centres d'usinage à broche horizontale

|    | X                                   | X'                                 | Y                                    | Y'                               | Z                                 | Z'                                 |
|----|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| 01 |                                     | Table sur son traînard             |                                      | Traînard de table sur banc       | Tête porte-broche sur le montant  |                                    |
| 02 | Montant sur banc                    |                                    |                                      | Table sur banc                   | Tête porte-broche sur le montant  |                                    |
| 03 |                                     | Table sur son traînard             |                                      | Traînard de table sur la console |                                   | Console sur le montant             |
| 04 |                                     | Traînard de table sur banc         |                                      | Table sur son traînard           | Tête porte-broche sur le montant  |                                    |
| 05 | Montant sur son traînard            |                                    | Traînard de montant sur banc         |                                  | Tête porte-broche sur le montant  |                                    |
| 06 |                                     | Console sur son traînard           | Tête porte-broche sur le montant     |                                  |                                   | Traînard de console sur le montant |
| 07 |                                     | Table sur banc                     | Montant sur banc                     |                                  | Tête porte-broche sur le montant  |                                    |
| 08 | Traînard de montant sur banc        |                                    | Montant sur son traînard             |                                  | Tête porte-broche sur le montant  |                                    |
| 09 |                                     | Traînard de console sur le montant | Tête porte-broche sur le montant     |                                  |                                   | Console sur son traînard           |
| 10 |                                     | Table sur banc                     | Chariot porte-broche sur la traverse |                                  | Tête porte-broche sur son chariot |                                    |
| 11 | Portique sur banc                   |                                    | Chariot porte-broche sur la traverse |                                  | Tête porte-broche sur son chariot |                                    |
| 12 | Chariot porte-broche sur le montant |                                    | Tête porte-broche sur son chariot    |                                  |                                   | Console sur le montant             |

4 Vérifications géométriques

4.1 Rectitude des déplacements linéaires

|   |                          |                  |              |       |  |  |                    |       |  |  |                       |       |  |  |                          |       |  |   |
|---|--------------------------|------------------|--------------|-------|--|--|--------------------|-------|--|--|-----------------------|-------|--|--|--------------------------|-------|--|---|
| <p><b>Objet</b></p> <p>Vérification de la rectitude du déplacement suivant l'axe X:</p> <p>a) dans le plan vertical ZX (EZ<sub>X</sub>);</p> <p>b) dans le plan horizontal XY (EY<sub>X</sub>).</p>   |                          | <p><b>G1</b></p> |              |       |  |  |                    |       |  |  |                       |       |  |  |                          |       |  |   |
| <p><b>Schéma</b></p> <p style="text-align: center;">iTeh STANDARD PREVIEW<br/>(standards.iteh.ai)<br/>ISO 10791-2:2001<br/><a href="https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d7e6c0f5-a60d-4fe6-8583-43fd14a405a0/iso-10791-2-2001">https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d7e6c0f5-a60d-4fe6-8583-43fd14a405a0/iso-10791-2-2001</a></p>  |                          |                  |              |       |  |  |                    |       |  |  |                       |       |  |  |                          |       |  |   |
| <p><b>Tolérance</b></p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">Pour a) et b)</td> <td style="width: 10%; text-align: center;"><math>X \leq 500</math></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">0,010</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;"><math>500 &lt; X \leq 800</math></td> <td style="text-align: center;">0,015</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;"><math>800 &lt; X \leq 1\ 250</math></td> <td style="text-align: center;">0,020</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;"><math>1\ 250 &lt; X \leq 2\ 000</math></td> <td style="text-align: center;">0,025</td> <td></td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Tolérance locale: 0,007 pour une longueur mesurée de 300</p> |                          | Pour a) et b)    | $X \leq 500$ | 0,010 |  |  | $500 < X \leq 800$ | 0,015 |  |  | $800 < X \leq 1\ 250$ | 0,020 |  |  | $1\ 250 < X \leq 2\ 000$ | 0,025 |  | <p><b>Écart constaté</b></p> <p>pour X = ....</p> <p>a)</p> <p>b)</p> |
| Pour a) et b)   | $X \leq 500$             | 0,010            |              |       |  |  |                    |       |  |  |                       |       |  |  |                          |       |  |   |
|   | $500 < X \leq 800$       | 0,015            |              |       |  |  |                    |       |  |  |                       |       |  |  |                          |       |  |   |
|   | $800 < X \leq 1\ 250$    | 0,020            |              |       |  |  |                    |       |  |  |                       |       |  |  |                          |       |  |   |
|   | $1\ 250 < X \leq 2\ 000$ | 0,025            |              |       |  |  |                    |       |  |  |                       |       |  |  |                          |       |  |   |
| <p><b>Instruments de mesure</b></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><b>Observations et références à l'ISO 230-1:1996</b> 5.211, 5.23, 5.231.2, 5.232.1 et 5.233.1</p> <p>Pour toutes les configurations de la machine, soit la règle, soit le fil tendu, soit le réflecteur d'alignement doivent être placés sur la table. Si la broche peut être bloquée, soit le comparateur, soit le microscope, soit l'interféromètre peut être monté sur cette dernière; sinon, 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.</p>  |                          |                  |              |       |  |  |                    |       |  |  |                       |       |  |  |                          |       |  |   |

|   |                  |       |       |       |     |       |       |       |       |       |       |       |   |
|---|------------------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| <p><b>Objet</b></p>   | <p><b>G2</b></p> |       |       |       |     |       |       |       |       |       |       |       |   |
| <p>Vérification de la rectitude du déplacement suivant l'axe Y:</p> <p>a) dans le plan YZ vertical (EZY);</p> <p>b) dans le plan XY horizontal (EXY).</p>   |                  |       |       |       |     |       |       |       |       |       |       |       |   |
| <p><b>Schéma</b></p>  <p style="text-align: center;">a) <span style="margin-left: 200px;">b)</span></p>  |                  |       |       |       |     |       |       |       |       |       |       |       |   |
| <p><b>Tolérance</b></p> <p>Pour a) et b)</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="text-align: right;">500</td> <td style="text-align: center;">&lt; Y ≤</td> <td style="text-align: left;">800</td> <td style="text-align: right;">0,010</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">800</td> <td style="text-align: center;">&lt; Y ≤</td> <td style="text-align: left;">1 250</td> <td style="text-align: right;">0,020</td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">1 250</td> <td style="text-align: center;">&lt; Y ≤</td> <td style="text-align: left;">2 000</td> <td style="text-align: right;">0,025</td> </tr> </table> <p>Tolérance locale: 0,007 pour une longueur mesurée de 300</p> | 500              | < Y ≤ | 800   | 0,010 | 800 | < Y ≤ | 1 250 | 0,020 | 1 250 | < Y ≤ | 2 000 | 0,025 | <p><b>Écart constaté</b></p> <p>pour Y = ....</p> <p>a)</p> <p>b)</p> |
| 500   | < Y ≤            | 800   | 0,010 |       |     |       |       |       |       |       |       |       |   |
| 800   | < Y ≤            | 1 250 | 0,020 |       |     |       |       |       |       |       |       |       |   |
| 1 250   | < Y ≤            | 2 000 | 0,025 |       |     |       |       |       |       |       |       |       |   |
| <p><b>Instruments de mesure</b></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><b>Observations et références à l'ISO 230-1:1996</b> 5.211, 5.23, 5.231.2, 5.232.1 et 5.233.1</p> <p>Pour toutes les configurations de la machine, soit la règle, soit le fil tendu, soit le réflecteur d'alignement doivent être placés sur la table. Si la broche peut être bloquée, soit le comparateur, soit le microscope, soit l'interféromètre peut être monté sur cette dernière; sinon, l'instrument de mesure doit être placé sur la tête porte-broche de la machine.</p> <p>Il convient que l'axe de mesure passe aussi près que possible du centre de la table.</p>  |                  |       |       |       |     |       |       |       |       |       |       |       |   |