

---

---

**Conditions d'essai des tours à  
commande numérique et des centres de  
tournage —**

Partie 2:  
**Essais géométriques pour les machines  
à broche verticale**

*Test conditions for numerically controlled turning machines and turning  
centres —*

*Part 2: Geometric tests for machines with a vertical workholding spindle*

iTeh STANDARD PREVIEW  
(see [standards.iteh.ai](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sui/iso/13041-2-2008))  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sui/iso/13041-2-2008>  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sui/iso/13041-2-2008>



**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.itih.ai)  
Full standard:  
<https://standards.itih.ai/catalog/standards/sist/10d87708-3c03-4795-8563-46a735739099/iso-13041-2-2008>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2008

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

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

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	v
1 <b>Domaine d'application</b> .....	1
2 <b>Références normatives</b> .....	1
3 <b>Termes et définitions</b> .....	2
4 <b>Observations préliminaires</b> .....	3
4.1 <b>Unités de mesure</b> .....	3
4.2 <b>Référence à l'ISO 230-1 et à l'ISO 230-7</b> .....	3
4.3 <b>Nivellement de la machine</b> .....	3
4.4 <b>Ordre des essais</b> .....	3
4.5 <b>Essais à réaliser</b> .....	3
4.6 <b>Instruments de mesure</b> .....	3
4.7 <b>Schémas</b> .....	3
4.8 <b>Compensation par logiciels</b> .....	4
4.9 <b>Tolérance minimale</b> .....	4
4.10 <b>Classifications de la machine</b> .....	4
4.11 <b>Mouvements linéaires</b> .....	4
4.12 <b>Tourelles — Éléments des porte-outils</b> .....	4
4.13 <b>Catégories de tailles de la machine</b> .....	4
4.14 <b>Configurations des machines</b> .....	5
5 <b>Essais géométriques</b> .....	9
5.1 <b>Broche porte-outils</b> .....	9
5.2 <b>Relation entre la ou les broches porte-outils et les axes de mouvement linéaire</b> .....	12
5.3 <b>Écart angulaire relatif au mouvement des axes linéaires</b> .....	18
5.4 <b>Écart de la rectitude du mouvement des axes linéaires</b> .....	22
5.5 <b>Tourelle, broche et porte-outils</b> .....	25
5.5.1 <b>Tourelle et broche</b> .....	25
5.5.2 <b>Tourelle et porte-outils</b> .....	27
5.5.3 <b>Exactitude et répétabilité de l'indexage de la tourelle</b> .....	28
6 <b>Essais pour le contrôle de l'exactitude des axes de rotation</b> .....	30
6.1 <b>Exactitude de rotation de la broche porte-pièce</b> .....	30
6.2 <b>Exactitude en rotation du porte-outils</b> .....	32
<b>Annexe A (informative) Méthode de mesure des trois points</b> .....	35
<b>Bibliographie</b> .....	37

## 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 13041-2 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 13041 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Conditions d'essai des tours à commande numérique et des centres de tournage*:

- *Partie 1: Essais géométriques pour les machines à broche horizontale*
- *Partie 2: Essais géométriques pour les machines à broche verticale*
- *Partie 3: Essais géométriques pour les machines à broches verticales inversées*
- *Partie 4: Précision et répétabilité de positionnement des axes linéaires et rotatifs*
- *Partie 5: Exactitude des vitesses, avances et interpolations*
- *Partie 6: Exactitude d'une pièce d'essai usinée*
- *Partie 7: Évaluation des performances en contournage dans les plans de coordonnées*
- *Partie 8: Évaluation des effets thermiques*

## Introduction

L'objet de l'ISO 13041 (toutes les parties) est de fournir des informations aussi larges et compréhensibles que possible sur les essais géométriques, de positionnement, de contournage, thermiques et d'usinage pouvant être réalisés à des fins de comparaison, de réception, de maintenance ou tout autre objet.

L'ISO 13041 (toutes les parties) spécifie, en faisant référence à l'ISO 230-1 et à l'ISO 230-7, *Code d'essai des machines-outils*, les essais relatifs aux centres de tournage et aux tours à commande numérique avec/sans contre-poupées indépendantes ou intégrées dans des systèmes flexibles d'usinage. L'ISO 13041 établit également les tolérances ou les valeurs acceptables maximales pour les résultats d'essai correspondant aux centres de tournage et aux tours à commande numérique d'usage général et d'exactitude normale.

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

Full standard:  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/80d87708-3c03-4795-8563-46a735739099/iso-13041-2-2008>

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

Full standard:  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/80d87708-3c03-4795-8563-46a735739099/iso-13041-2-2008>

# Conditions d'essai des tours à commande numérique et des centres de tournage —

## Partie 2: Essais géométriques pour les machines à broche verticale

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 13041 spécifie, en faisant référence à l'ISO 230-1 et à l'ISO 230-7, les essais géométriques relatifs aux tours à commande numérique et aux centres de tournage à broche verticale d'usage général, tels que décrits en 4.10, ainsi que les tolérances applicables aux essais mentionnés ci-dessus.

La présente partie de l'ISO 13041 précise différents concepts ou configurations ainsi que les caractéristiques communes des tours à commande numérique et des centres de tournage à broche verticale. Elle fournit également une terminologie et une désignation des axes commandés (voir Figures 1, 2, 3 et 4).

La présente partie de l'ISO 13041 traite uniquement de la vérification de l'exactitude de la machine. Elle ne traite ni de l'examen du fonctionnement de la machine (par exemple vibrations, bruit anormal, broutage dans les déplacements d'organes) ni des caractéristiques de cette dernière (par exemple vitesses, avances), dans la mesure où ces examens précèdent généralement celui de l'exactitude.

### 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 230-1:1996, *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 841:2001, *Systèmes d'automatisation industrielle et intégration — Commande numérique des machines — Système de coordonnées et nomenclature du mouvement*

### 3 Termes et définitions

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

- 3.1 machine de tournage**  
**tour**  
machine-outil dont le mouvement principal est la rotation de la pièce par rapport à un outil de coupe fixe
- 3.2 commande manuelle**  
mode de fonctionnement dans lequel tous les mouvements de la machine sont commandés par l'opérateur
- 3.3 commande numérique (CN)**  
**commande numérique par ordinateur (CNC)**  
commande automatique d'un processus réalisé par un équipement qui utilise des données numériques introduites pendant que l'opération est en cours

[ISO 2806:1994]

- 3.4 tour à commande manuelle**  
tour pour lequel chaque étape d'usinage est contrôlée ou démarrée par un opérateur sans programme machine à CN

- 3.5 tour à commande numérique**  
tour commandé numériquement (CN) ou commandé numériquement par ordinateur (CNC)

- 3.6 tour à commande numérique à broche verticale**  
tour à commande numérique dans laquelle la pièce est montée sur la machine à broche verticale, par rapport à un ou à plusieurs outils de coupe fixes et dont l'énergie de coupe vient de la pièce et non de l'outil

NOTE 1 Cette machine est contrôlée par une commande numérique (CN) pourvue d'une fonction automatique.

NOTE 2 Pour les tours à broche verticale inversée, c'est-à-dire avec un dispositif porte-pièce situé à l'extrémité inférieure de la broche, voir l'ISO 13041-3.

- 3.7 centre de tournage à broche verticale**  
tour à commande numérique à broche verticale, équipé d'un ou de plusieurs outils motorisés ayant la capacité d'orienter la broche autour de son axe

NOTE 1 Cette machine peut intégrer des caractéristiques additionnelles telles que le changement automatique de l'outil à l'aide d'un magasin d'outils ou le mouvement suivant l'axe Y.

NOTE 2 Pour les tours à broche verticale inversée, c'est-à-dire avec un dispositif porte-pièce situé à l'extrémité inférieure de la broche, voir l'ISO 13041-3.



## 4 Observations préliminaires

### 4.1 Unités de mesure

Dans la présente partie de l'ISO 13041, toutes les dimensions linéaires, tous les écarts et toutes les tolérances correspondantes sont exprimés en millimètres; les dimensions angulaires sont exprimées en degrés, et les écarts angulaires ainsi que les tolérances correspondantes sont exprimés sous forme de rapports, mais, dans certains cas, les microradians ou les secondes d'arc peuvent être utilisés pour plus de clarté. Il convient de garder toujours à l'esprit l'équivalence des expressions suivantes:

$$0,010/1\ 000 = 10 \times 10^{-6} = 10\ \mu\text{rad} \approx 2''$$

### 4.2 Référence à l'ISO 230-1 et à l'ISO 230-7

Pour l'application de la présente partie de l'ISO 13041, il faut se reporter à l'ISO 230-1, notamment en ce qui concerne l'installation de la machine avant les essais, la mise en température de la broche et des autres organes mobiles, la description des méthodes de mesure et l'exactitude recommandée pour les instruments de contrôle.

Dans la rubrique «Observations» des essais décrits dans l'Article 5, les instructions sont précédées d'une référence à l'article correspondant de l'ISO 230-1 ou de l'ISO 230-7 lorsque l'essai concerné est conforme aux spécifications de ces normes. Les tolérances sont données pour chaque essai (voir de G1 à G21).

### 4.3 Nivellement de la machine

Avant de soumettre la machine aux essais, il convient de procéder à son nivellement selon les recommandations du fournisseur/du constructeur (voir l'ISO 230-1:1996, 3.11).

### 4.4 Ordre des essais

La séquence de présentation des essais dans la présente Norme internationale ne définit nullement l'ordre pratique de succession des opérations de mesure. On peut procéder aux contrôles, notamment pour des questions de facilité de contrôle ou de montage des appareils de vérification, dans un ordre entièrement différent.

### 4.5 Essais à réaliser

Il n'est pas toujours possible, ni nécessaire, lors de l'examen d'une machine, d'effectuer la totalité des essais figurant dans la présente partie de l'ISO 13041. Lorsque les essais sont requis à des fins de réception, il appartient à l'utilisateur de choisir, en accord avec le fournisseur/le constructeur, les seuls essais correspondant aux éléments et/ou aux propriétés de la machine qui l'intéressent. Ces essais doivent être clairement précisés lors de la commande d'une machine. On considère que la simple référence à la présente partie de l'ISO 13041 pour les essais de réception n'engage aucun des contractants, s'il n'y a pas accord sur les essais à réaliser et sur les frais correspondants.

### 4.6 Instruments de mesure

Les instruments de mesure indiqués dans les essais suivants ne sont donnés qu'à titre d'exemple. D'autres instruments mesurant les mêmes quantités et présentant au moins la même incertitude de mesure peuvent être utilisés. Les capteurs de déplacement linéaire doivent avoir une résolution de 0,001 mm ou mieux.

### 4.7 Schémas

Pour des raisons de simplicité, les schémas de la présente partie de l'ISO 13041 associés aux essais géométriques sont fondés généralement sur un seul type de machine.

#### 4.8 Compensation par logiciels

Si des logiciels intégrés permettent de compenser les écarts géométriques, de positionnement, de contourage et les écarts thermiques, il convient que leur utilisation pendant ces essais soit fondée sur un accord entre l'utilisateur et le fournisseur/le constructeur. Lorsqu'une compensation par logiciel est utilisée, cela doit être indiqué dans le rapport d'essai.

#### 4.9 Tolérance minimale

Lorsque la tolérance d'un essai géométrique est déterminée pour une étendue de mesure différente de celle de la présente partie de l'ISO 13041 (voir l'ISO 230-1:1996, 2.311), il faut prendre en compte le fait que la valeur minimale de la tolérance est de 0,005 mm.

#### 4.10 Classifications de la machine

Les machines considérées dans la présente partie de l'ISO 13041 sont divisées en familles de configurations suivante:

- Type A: machines à montant unique [Figure 1];
- Type B: machines à deux montants [Figure 2].

Les configurations de la machine de Type B sont en outre classées comme suit:

- montants fixes — type portique;
- montants mobiles — type portique mobile.

#### 4.11 Mouvements linéaires

Pour simplifier, tous les exemples de machines illustrés aux Figures 1 et 2 utilisent pour la désignation des axes une lettre et un nombre (par exemple X, X1, X2 ...), comme défini dans l'ISO 841:2001, 6.1. Dans tous les exemples, les lettres U, V ou W pourraient aussi être utilisées.

#### 4.12 Tourelles — Éléments des porte-outils

Selon la configuration de la machine, les outils de coupe (fixes ou mécanisés) peuvent être placés sur le coulisseau du chariot de traverse et/ou sur le coulisseau du chariot porte-outils latéral et/ou sur la tourelle. Un dispositif de changement d'outil automatique peut être également utilisé. Cependant, la série de l'ISO 13041 ne donne aucune méthode d'essai pour les opérations de changement d'outil automatique.

#### 4.13 Catégories de tailles de la machine

Les machines sont classées en quatre catégories de tailles, sur la base des critères spécifiés dans le Tableau 1.

Tableau 1 — Étendue de tailles des machines

Critères	Catégorie 1	Catégorie 2	Catégorie 3	Catégorie 4
Diamètre nominal du mandrin, $d$	$d \leq 500$	$500 < d \leq 1\ 000$	$1\ 000 < d \leq 5\ 000$	$d > 5\ 000$
Diamètre de la machine à broche/la table, $D$	$D \leq 500$	$500 < D \leq 1\ 000$	$1\ 000 < D \leq 5\ 000$	$D > 5\ 000$
NOTE 1	Le choix des critères est laissé à la discrétion du constructeur.			
NOTE 2	Le diamètre nominal du mandrin (jusqu'à 800 mm) est défini dans l'ISO 3442-1, dans l'ISO 3442-2 et dans l'ISO 3442-3.			

## 4.14 Configurations des machines

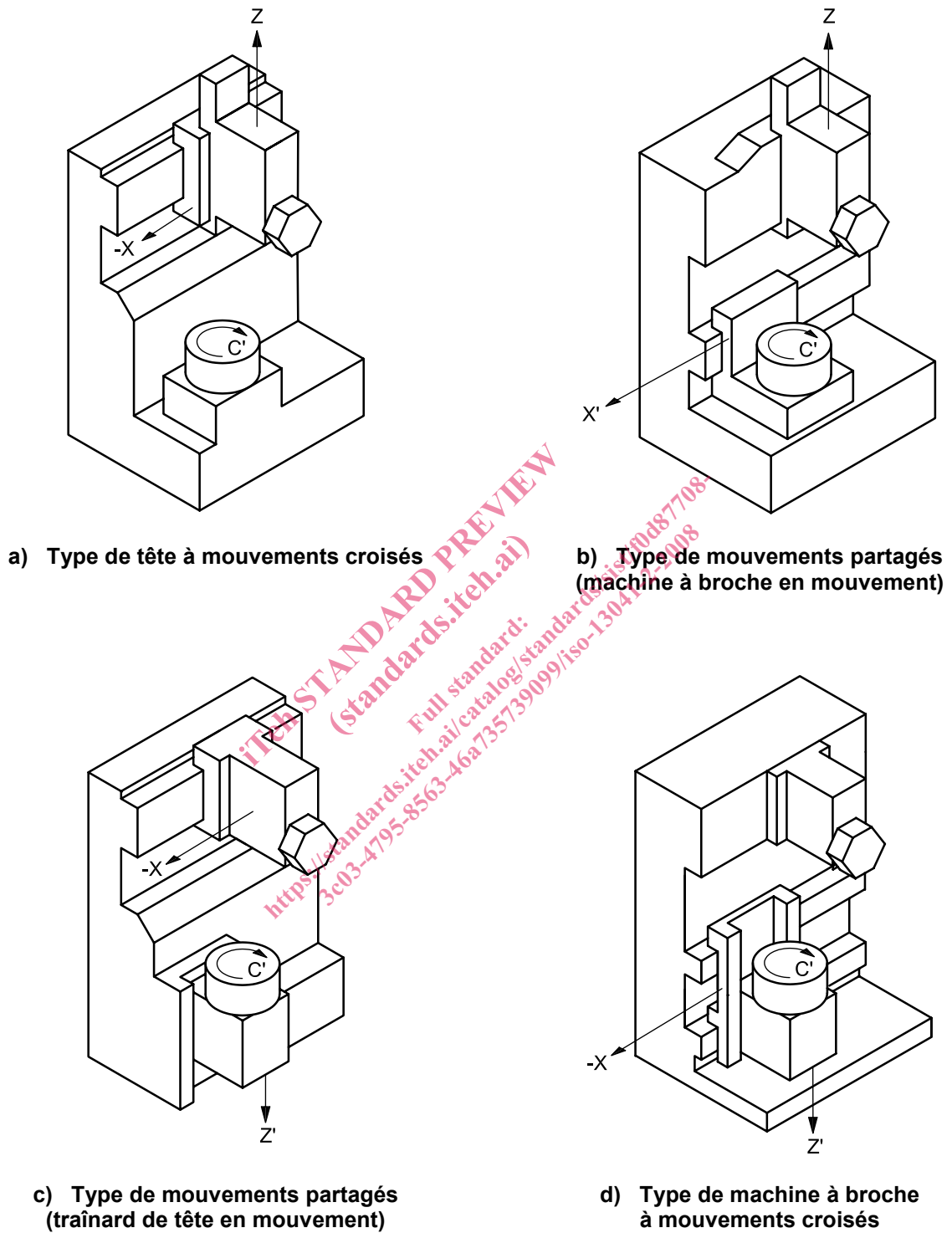
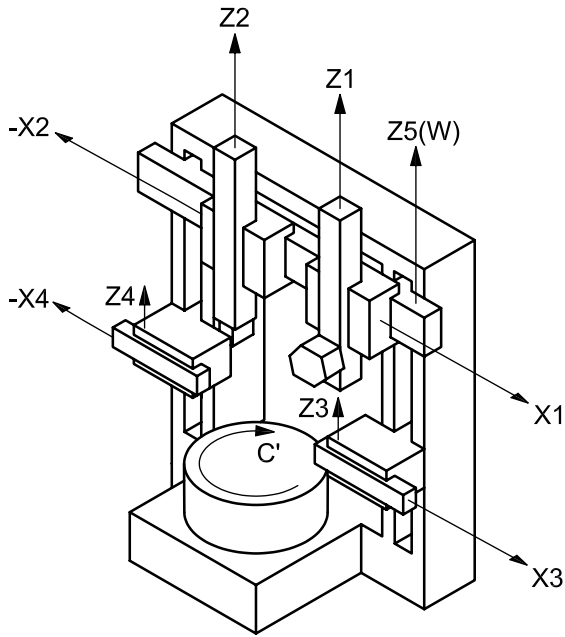
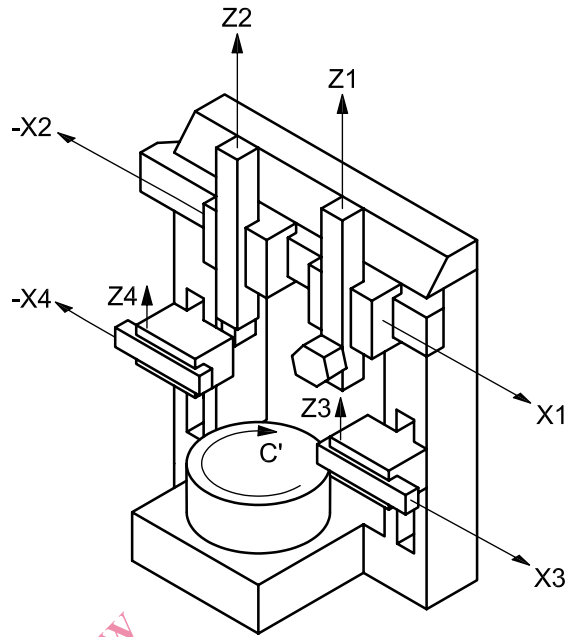


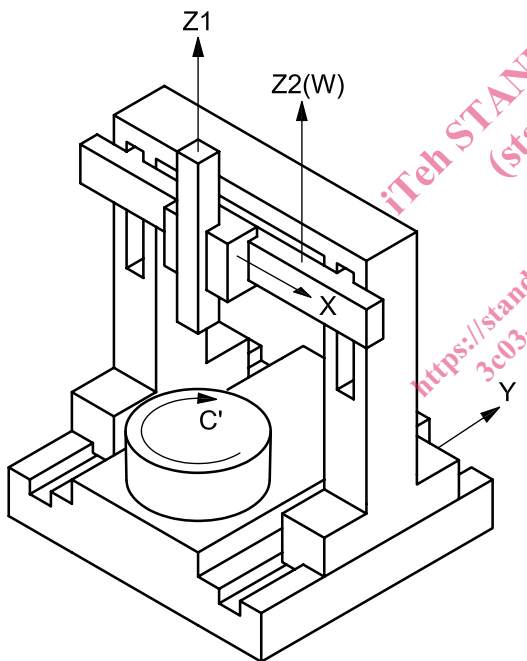
Figure 1 — Exemples de configurations de la machine: machines à montant unique (Type A)



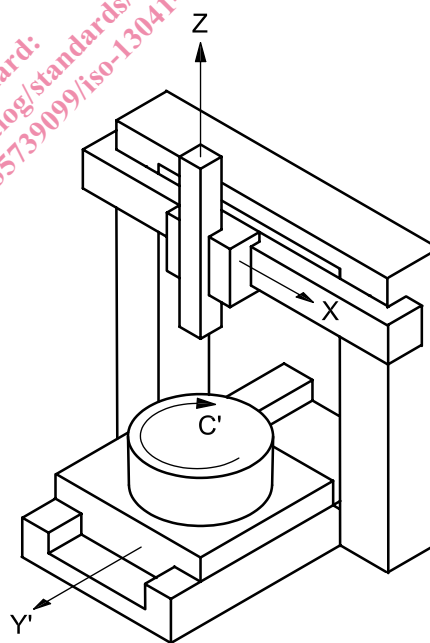
a) Montant fixe (type portique)  
Traverse porte-chariot en mouvement



b) Montant fixe (type portique)  
Traverse porte-chariot fixe



c) Montant mobile (type portique mobile)  
Traverse porte-chariot en mouvement



d) Montant fixe (type portique)  
Machine à broche en mouvement (axe Y)

Figure 2 — Machine à montant vertical unique, machines à deux montants (Type B)