
**Code d'essai des machines-outils —
Partie 3:
Évaluation des effets thermiques**

Test code for machine tools —

Part 3: Determination of thermal effects

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 230-3:2001

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/81151927-4e2c-4545-9d4a-03b31f51f94d/iso-230-3-2001>



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 230-3:2001](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/81151927-4e2c-4545-9d4a-03b31f51f94d/iso-230-3-2001)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/81151927-4e2c-4545-9d4a-03b31f51f94d/iso-230-3-2001>

© 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
Web www.iso.ch

Imprimé en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	v
1 Domaine d'application.....	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions.....	2
4 Remarques préliminaires.....	5
4.1 Unités de mesure	5
4.2 Références à l'ISO 230-1	5
4.3 Instruments et équipements d'essai recommandés	5
4.4 État de la machine avant essai.....	6
4.5 Ordre des essais	6
4.6 Température de l'environnement d'essai	8
5 Essai d'erreur de variation de température ambiante (ETVE).....	9
5.1 Généralités	9
5.2 Méthode d'essai	9
5.3 Interprétation des résultats	10
5.4 Présentation des résultats	12
6 Déformation thermique due à une broche en rotation.....	12
6.1 Généralités	12
6.2 Méthode d'essai	12
6.3 Interprétation des résultats	15
6.4 Présentation des résultats	15
7 Déformation thermique due aux déplacements le long des axes linéaires.....	17
7.1 Généralités	17
7.2 Méthode d'essai	17
7.3 Interprétation des résultats	21
7.4 Présentation des résultats	21
Annexe A (informative) Informations sur les transducteurs de déplacement	23
Annexe B (informative) Lignes directrices sur le nombre de transducteurs de déplacement nécessaire.....	28
Annexe C (informative) Lignes directrices sur l'environnement thermique des machines-outils	34
Bibliographie.....	36

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 230 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 230-3 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 230 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Code d'essai des machines-outils*:

- *Partie 1: Précision géométrique des machines fonctionnant à vide ou dans des conditions de finition*
- *Partie 2: Détermination de la précision et de la répétabilité de positionnement des axes en commande numérique*
- *Partie 3: Évaluation des effets thermiques*
- *Partie 4: Essais de circularité des machines-outils à commande numérique*
- *Partie 5: Détermination de l'émission sonore*
- *Partie 6: Essai de déplacement en diagonale*

Les annexes A à C de la présente partie de l'ISO 230 sont données uniquement à titre d'information.

Introduction

Le but de l'ISO 230 est de normaliser des méthodes d'essai pour vérifier la précision des machines-outils, à l'exception des outils alimentés.

La présente partie de l'ISO 230 spécifie les procédures d'essais à suivre afin de déterminer les effets thermiques dus à toutes sortes d'apports calorifiques et ayant pour résultat une déformation de la structure d'une machine-outil ou d'un système de positionnement. C'est un fait reconnu que la déformation thermoélastique limite d'une machine-outil est étroitement liée aux conditions d'utilisation. Les conditions d'essai décrites dans la présente partie de l'ISO 230 ne sont pas sensées simuler des conditions d'utilisation normales, mais doivent faciliter l'évaluation des performances et déterminer les effets de l'environnement sur les performances de la machine. L'utilisation de produits réfrigérants, par exemple, peut affecter de manière significative les réactions thermiques d'une machine-outil. C'est pourquoi, il convient de considérer ces essais uniquement comme des essais préparatoires à la détermination du comportement thermoélastique réel d'une machine-outil si une telle détermination s'avère nécessaire dans le cadre de la caractérisation des machines. Les essais sont destinés à mesurer les déplacements relatifs entre le dispositif de maintien de l'outil et le dispositif de maintien des pièces à usiner dus à la dilatation ou la contraction thermique des éléments clés de la structure.

Les essais décrits dans la présente partie de l'ISO 230 peuvent servir aux essais de différents types de machines-outils (essai de type) ou d'une machine-outil individuelle à des fins de réception. Lorsque des essais de réception sont prescrits, il incombe à l'utilisateur, en concertation avec le fournisseur/fabricant, de sélectionner les essais relatifs aux caractéristiques des composants de la machine ayant un intérêt. Le simple fait de se référer à la présente partie du code d'essai pour les essais de réception, sans accord sur les parties à appliquer et les charges appropriées, ne peut en aucun cas être considéré comme contraignant pour l'une ou l'autre des parties contractantes. Une caractéristique significative de la présente partie de l'ISO 230 est l'importance qu'elle donne aux effets thermiques environnementaux sur les essais de performance relatifs à la mesure des déplacements linéaires (tels que l'exactitude des déplacements linéaires, la répétabilité et les essais de circularité) décrits dans les autres parties de l'ISO 230. Il est recommandé que les fournisseurs/fabricants donnent des spécifications sur l'environnement thermique dans lequel la machine doit fonctionner avec l'exactitude spécifiée. Il convient que l'utilisateur de la machine assure un environnement adapté aux essais en se conformant aux lignes directrices sur les conditions thermiques fournies par le fournisseur/fabricant ou, dans le cas contraire, qu'il accepte une réduction des performances. Un exemple de lignes directrices en matière d'environnement thermique est donné dans l'annexe C.

En cas d'incertitude ou de variation excessive des performances de la machine-outil dues à un environnement thermique non conforme aux lignes directrices du fournisseur/fabricant sur les conditions thermiques, il est prescrit d'accepter un écart par rapport à l'exactitude attendue. En cas de non-conformité de la machine aux spécifications de performance, l'analyse de l'incertitude thermique type combinée peut aider à identifier la source du problème. L'incertitude thermique type combinée est définie en 3.6 ainsi que dans l'ISO 16015^[1].

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 230-3:2001

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/81151927-4e2c-4545-9d4a-03b31f51f94d/iso-230-3-2001>

Code d'essai des machines-outils —

Partie 3: Évaluation des effets thermiques

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 230 définit trois essais qui sont:

- l'essai d'erreur due à des variations de la température ambiante (ETVE);
- l'essai de déformation thermique due à une broche en rotation;
- l'essai de déformation thermique due au mouvement le long d'un axe linéaire.

Les essais de déformation thermique due à un mouvement linéaire (voir article 7) s'appliquent uniquement aux machines à commande numérique (CN) et sont destinés à mesurer les effets des dilatations et contractions thermiques d'un axe sur l'exactitude du positionnement et sur la répétabilité. Pour des raisons pratiques, les méthodes d'essai décrites dans l'article 7 s'appliquent à des machines à axes linéaires d'une longueur inférieure ou égale à 2 000 mm. Si ces essais sont réalisés sur des machines dont les axes dépassent 2 000 mm de long, il est recommandé de déterminer pour les essais une longueur représentative de 2 000 mm dans la plage normale de chaque axe.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/81151927-4e2c-4545-9d4a-03b31f51f94d/iso-230-3-2001>

Il convient de noter qu'il n'est pas prévu de fixer des valeurs de tolérances pour les essais décrits dans la présente partie de l'ISO 230.

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 230. 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 230 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 1:1975, *Température normale de référence des mesures industrielles de longueur.*

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 230-2:1997, *Code d'essai des machines-outils — Partie 2: Détermination de la précision et de la répétabilité de positionnement des axes en commande numérique.*

ISO 230-4:1996, *Code d'essai des machines-outils — Partie 4: Essais de circularité des machines-outils à commande numérique.*

3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 230, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1 échelle de machine
système de mesure intégré à la machine indiquant la position linéaire ou angulaire de l'axe de la machine

3.2 dilatation thermique différentielle nominale NDE
différence entre la dilatation estimée d'un objet mesuré et celle de l'équipement d'essai due à leur température différente de 20 °C

3.3 incertitude due à la dilatation thermique différentielle nominale
^uNDE
incertitude combinée due aux incertitudes sur les coefficients de dilatation thermique de l'objet mesuré et à celle de l'équipement d'essai

NOTE Elle est calculée en prenant la racine carrée de la somme des carrés des incertitudes de la dilatation nominale de l'objet mesuré et de l'équipement d'essai.

3.4 erreur de variation de température ambiante ETVE¹⁾
estimation de l'éventuelle incertitude de mesure maximale due uniquement aux variations de la température ambiante pendant une quelconque durée de temps pendant laquelle une mesure de performance est réalisée sur une machine-outil

NOTE La notation ETVE_(Z, 8°C) indique que la valeur ETVE est obtenue le long de l'axe des Z et que la valeur correspond à une variation de température ambiante de 8 °C.

3.5 incertitude due à l'erreur de variation de température ambiante
^uETVE
incertitude type des mesures de performances due aux effets des variations de température ambiante sur la machine

NOTE 1 Elle est calculée en prenant la racine carrée du carré de l'ETVE divisée par 12.

NOTE 2 L'essai d'environnement conformément à l'article 5 constitue la base de l'estimation de cette incertitude pour une machine-outil.

3.6 incertitude thermique type combinée²⁾
^uCT
incertitude combinée des mesures de longueur due à un environnement qui est à une température différente de 20 °C constante et uniforme

1) Il est reconnu que la terminologie ISO prescrit le terme «écart» au lieu de «erreur». Toutefois, le comité technique a accepté de garder le terme comme une exception à la terminologie ISO susmentionnée en raison de l'ancienneté du terme ETVE.

2) Ce terme est équivalent à «incertitude dimensionnelle type combinée due aux effets thermiques» définie dans l'ISO 16015^[1].

NOTE 1 Il s'agit de la racine carrée de la somme des carrés de l'incertitude due à l'erreur de variation de température ambiante (u_{ETVE}), de l'incertitude des mesures de températures (u_{TM}) et de l'incertitude due à la dilatation thermique différentielle nominale (u_{NDE}).

NOTE 2 Une description détaillée de l'estimation de l'incertitude thermique type combinée est fournie dans l'ISO 16015[1].

3.7

$d_{X1, 60}$

étendue du déplacement observée au point P_1 (loin du nez de broche) dans la direction de l'axe X pendant les premières 60 min de l'essai de déformation thermique due à la broche en rotation

3.8

$d_{X1, t}$

étendue du déplacement observée au point P_1 (loin du nez de broche) dans la direction de l'axe X pendant toute la période t de fonctionnement de la broche pendant l'essai de déformation thermique due à la broche en rotation

3.9

$d_{X2, 60}$

étendue du déplacement observée au point P_2 (proche du nez de broche) dans la direction de l'axe X pendant les premières 60 min de l'essai de déformation thermique due à la broche en rotation

3.10

$d_{X2, t}$

étendue du déplacement observée au point P_2 (proche du nez de broche) dans la direction de l'axe X pendant toute la période t de fonctionnement de la broche pendant l'essai de déformation thermique due à la broche en rotation

3.11

$d_{Y1, 60}$

étendue du déplacement observée au point P_1 (loin du nez de broche) dans la direction de l'axe Y pendant les premières 60 min de l'essai de déformation thermique due à la broche en rotation

3.12

$d_{Y1, t}$

étendue du déplacement observée au point P_1 (loin du nez de broche) dans la direction de l'axe Y pendant toute la période t de fonctionnement de la broche pendant l'essai de déformation thermique due à la broche en rotation

3.13

$d_{Y2, 60}$

étendue du déplacement observée au point P_2 (proche du nez de broche) dans la direction de l'axe Y pendant les premières 60 min de l'essai de déformation thermique due à la broche en rotation

3.14

$d_{Y2, t}$

étendue du déplacement observée au point P_2 (proche du nez de broche) dans la direction de l'axe Y pendant toute la période t de fonctionnement de la broche pendant l'essai de déformation thermique due à la broche en rotation

3.15

$d_Z, 60$

étendue du déplacement dans la direction de l'axe Z pendant les premières 60 min de l'essai de déformation thermique due à la broche en rotation

3.16

d_Z, t

étendue du déplacement dans la direction de l'axe Z pendant toute la période t de fonctionnement de la broche pendant l'essai de déformation thermique due à la broche en rotation

3.17

$d_{A,60}$

étendue de l'écart angulaire autour de l'axe des X pendant les premières 60 min de l'essai de déformation thermique due à la broche en rotation

3.18

$d_{A,t}$

étendue de l'écart angulaire autour de l'axe des X pendant toute la période t de fonctionnement de la broche pendant l'essai de déformation thermique due à la broche en rotation

3.19

$d_{B,60}$

étendue de l'écart angulaire autour de l'axe des Y pendant les premières 60 min de l'essai de déformation thermique due à la broche en rotation

3.20

$d_{B,t}$

étendue de l'écart angulaire autour de l'axe des Y pendant toute la période t de fonctionnement de la broche pendant l'essai de déformation thermique due à la broche en rotation

3.21

$e_{1X,+}$

étendue totale de la dérive thermique au point visé 1 dans la direction de l'axe X dans le sens positif, pendant le cycle d'essai

3.22

$e_{1X,-}$

étendue totale de la dérive thermique au point visé 1 dans la direction de l'axe X dans le sens négatif, pendant le cycle d'essai

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 230-3:2001](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/81151927-4e2c-4545-9d4a-03b31f51f94d/iso-230-3-2001)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/81151927-4e2c-4545-9d4a-03b31f51f94d/iso-230-3-2001>

3.23

$e_{2X,+}$

étendue totale de la dérive thermique au point visé 2 dans la direction de l'axe X dans le sens positif, pendant le cycle d'essai

3.24

$e_{2X,-}$

étendue totale de la dérive thermique au point visé 2 dans la direction de l'axe X dans le sens négatif, pendant le cycle d'essai

3.25

$e_{1Y,+}$

étendue totale de la dérive thermique au point visé 1 dans la direction de l'axe Y dans le sens positif, pendant le cycle d'essai

3.26

$e_{1Y,-}$

étendue totale de la dérive thermique au point visé 1 dans la direction de l'axe Y dans le sens négatif, pendant le cycle d'essai

3.27

$e_{2Y,+}$

étendue totale de la dérive thermique au point visé 2 dans la direction de l'axe Y dans le sens positif, pendant le cycle d'essai

3.28 $e_{2Y,-}$

étendue totale de la dérive thermique du point visé 2 dans la direction de l'axe Y dans le sens négatif, pendant le cycle d'essai

3.29 $e_{1Z,+}$

étendue totale de la dérive thermique au point visé 1 dans la direction de l'axe Z dans le sens positif, pendant le cycle d'essai

3.30 $e_{1Z,-}$

étendue totale de la dérive thermique au point visé 1 dans la direction de l'axe Z dans le sens négatif, pendant le cycle d'essai

3.31 $e_{2Z,+}$

étendue totale de la dérive thermique au point visé 2 dans la direction de l'axe Z dans le sens positif, pendant le cycle d'essai

3.32 $e_{2Z,-}$

étendue totale de la dérive thermique au point visé 2 dans la direction de l'axe Z dans le sens négatif, pendant le cycle d'essai

iTeh STANDARD PREVIEW

4 Remarques préliminaires (standards.iteh.ai)

4.1 Unités de mesure

[ISO 230-3:2001](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/81151927-4e2c-4545-9d4a-07e31ff194d1/iso-230-3:2001)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/81151927-4e2c-4545-9d4a-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/81151927-4e2c-4545-9d4a-07e31ff194d1/iso-230-3:2001)

Dans la présente partie de l'ISO 230, toutes les dimensions et tous les écarts linéaires sont exprimés en millimètres. Tous les angles sont exprimés en degrés. Les écarts angulaires sont, en principe, exprimés en fraction mais des microradians ou des secondes d'arc peuvent être utilisés dans certains cas pour des raisons de classification. Il convient toujours de se rappeler les équivalences suivantes:

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

Les températures sont exprimées en degrés Celsius (°C).

4.2 Références à l'ISO 230-1

Pour l'application de la présente partie de l'ISO 230, il convient de se référer à l'ISO 230-1, notamment pour ce qui concerne l'installation des machines avant essais et l'exactitude recommandée des appareils de contrôle.

4.3 Instruments et équipements d'essai recommandés

Les instruments de mesures recommandés dans le présent paragraphe sont uniquement donnés à titre d'exemple. D'autres instruments, qui permettent de mesurer les mêmes grandeurs et qui ont une exactitude égale ou supérieure, peuvent être utilisés. Les instruments et équipements d'essai suivants sont recommandés pour les articles 5, 6 et 7:

- a) système de mesure de déplacement ayant une étendue, une résolution, la stabilité thermique et une exactitude appropriées (par exemple interféromètre à laser pour les déformations thermiques dues aux déplacements le long d'un axe linéaire, capteurs de déplacement par contact capacitif, inductif ou rétractable pour les essais d'environnement et les déformations thermiques dues à des broches rotatives);

- b) capteurs de température (par exemple thermocouple, thermomètre à résistance électrique, ou à semi-conducteur) d'une résolution et d'une exactitude suffisantes;
- c) équipements d'acquisition de données, tels qu'un enregistreur de diagramme multicanal qui surveille et trace continuellement tous les canaux, ou un système informatique qui recueille les données de tous les canaux au moins une fois toutes les 5 min³⁾ et qui sauvegarde ces données pour une analyse ultérieure;

NOTE Le traitement manuel des données est admis si aucun système informatique n'est disponible.

- d) mandrins d'essai, de préférence en acier et conçu conformément aux spécifications de la norme spécifique à la machine ou par accord conclu entre le fournisseur/fabricant et l'utilisateur, voir l'ISO 230-1:1996, article A.3;
- e) dispositifs de fixation des transducteurs de déplacements, fabriqués de préférence en acier et conçu conformément aux spécifications de la norme spécifique à la machine ou par accord conclu entre le fournisseur/fabricant et l'utilisateur. Il est recommandé que la conception réduise au minimum les déformations locales dues à des gradients de température dans le dispositif de fixation.

Si nécessaire et réalisable, il est admis de placer le transducteur de déplacement axial directement contre la tête de broche (voir Figures 1, 2 et 3) afin d'éliminer les effets de dilatation thermique du mandrin d'essai.

L'exactitude à long terme du matériel de mesure doit être vérifiée, par exemple par des essais de dérives des transducteurs (voir article A.5).

Les instruments de mesure doivent être stabilisés thermiquement avant de commencer les essais.

4.4 État de la machine avant essai

STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

La machine doit être complètement assemblée et être en ordre de marche conformément aux instructions du fournisseur/fabricant qui doivent être consignées. Toutes les opérations nécessaires de nivellement, d'alignement géométrique et les contrôles fonctionnels doivent avoir été effectués de manière satisfaisante avant le début des essais.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/81151927-4e2c-4545-9d4a-03b31f51f94d/iso-230-3-2001>

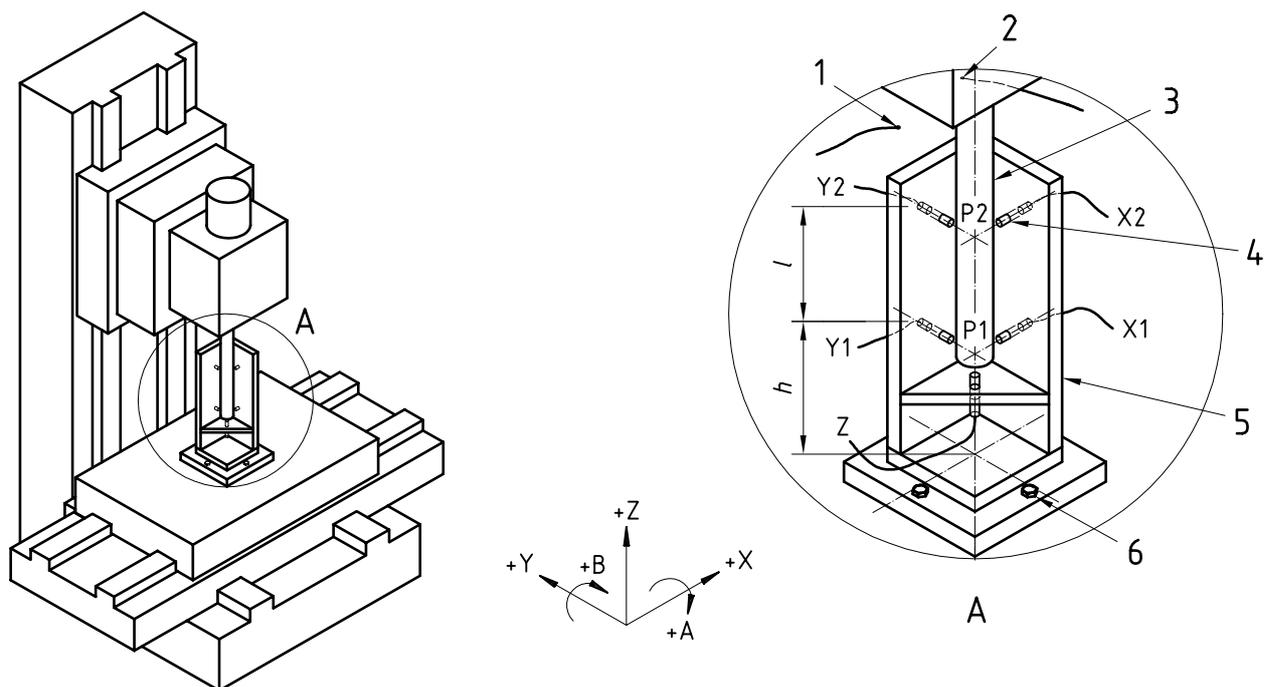
La machine doit être mise sous tension, tous les services auxiliaires étant en fonctionnement et les axes en position «Arrêt», sans rotation de la broche, pendant une période suffisamment longue pour stabiliser les effets d'une source interne de chaleur conformément aux spécifications du fournisseur/fabricant ou selon les indications des instruments d'essai. La machine et les instruments de mesure doivent être protégés des courants d'air et des rayonnements extérieurs tels que ceux provenant de radiateurs aériens, du soleil, etc.

Tous les essais doivent être réalisés sur la machine à vide. Lorsque le fonctionnement de la machine implique la rotation de la pièce à usiner et de l'outil sur des broches séparées, les essais décrits dans les articles 5 et 6 doivent être réalisés pour chaque broche par rapport à un point de référence fixe commun sur la structure de la machine. Si des moyens ou des installations de compensation (matériels ou informatiques) destinés à réduire au minimum les effets thermiques, tels que des projections d'air ou d'huile, sont disponibles sur la machine-outil, ces installations doivent être utilisées pendant les essais et leur utilisation doit être consignée.

4.5 Ordre des essais

Les essais décrits dans les articles 5, 6 et 7 peuvent être réalisés soit séparément, soit ensembles. S'ils sont combinés, il convient de les réaliser dans l'ordre dans lequel ils sont donnés dans la présente partie de l'ISO 230.

3) Certains systèmes de compensation de température ont des cycles inférieurs à 5 min. Dans ce cas, il convient d'augmenter la fréquence de la surveillance en conséquence.

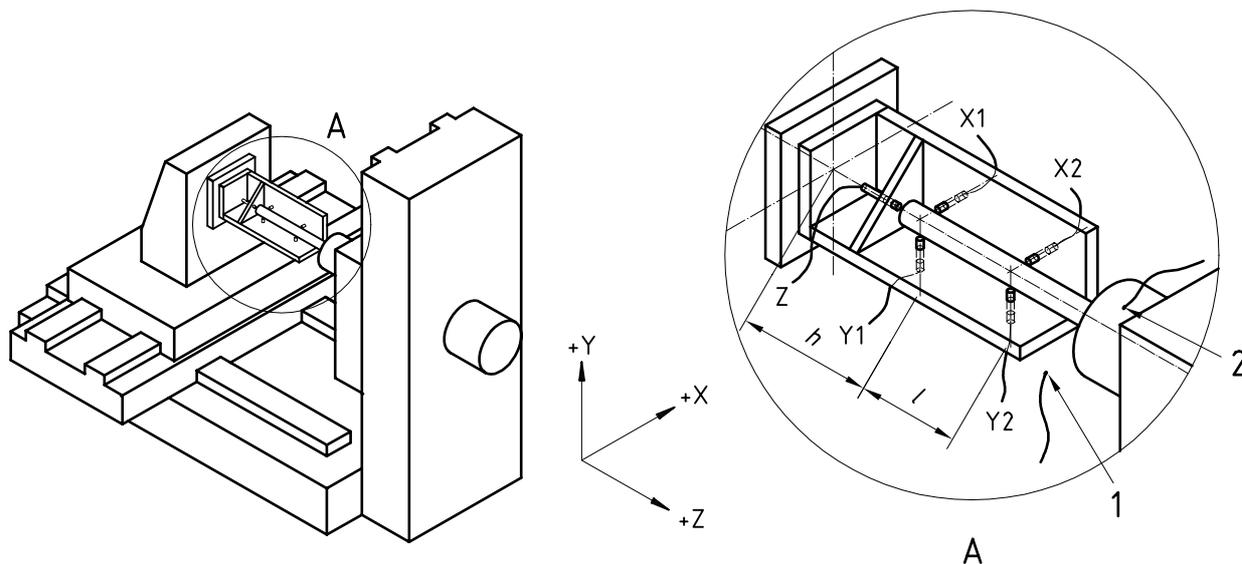


Légende

- | | | | |
|---|--|---|------------------------------|
| 1 | Capteur de température d'air ambiant | 4 | Transducteurs de déplacement |
| 2 | Capteur de température du palier de broche | 5 | Montage |
| 3 | Mandrin d'essai | 6 | Montage boulonné à la table |

Figure 1 — Installation type pour essai d'ETVE et de déformation thermique de la structure due à une broche en rotation sur une machine à broche verticale

<https://standards.itch.ai/Catalog/standards/sist/61151927-4e2c-4545-9d4a-03b31f51f94d/iso-230-3-2001>



Légende

- | | |
|---|--|
| 1 | Capteur de température d'air ambiant |
| 2 | Capteur de température du palier de broche |

Figure 2 — Installation type pour essai d'ETVE et de déformation thermique de la structure due à une broche en rotation sur une machine à broche horizontale