
Code d'essai des machines-outils —

Partie 4:

**Essais de circularité des machines-outils
à commande numérique**

Test code for machine tools —

Part 4: Circular tests for numerically controlled machine tools

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 230-4:2005

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0508849d-d71e-487e-94da-0ddcc915faeb/iso-230-4-2005>



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 230-4:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0508849d-d71e-487e-94da-0ddcc915faeb/iso-230-4-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0508849d-d71e-487e-94da-0ddcc915faeb/iso-230-4-2005>

© ISO 2005

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
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Conditions d'essai	4
4.1 Environnement d'essai	4
4.2 Machine à soumettre à l'essai	4
4.3 Mise en température de la machine	4
4.4 Paramètres d'essai	5
4.5 Étalonnage de l'instrument de mesure	5
4.6 Incertitude de mesure	5
5 Mode opératoire d'essai	6
6 Présentation des résultats	6
7 Points soumis à accord entre le fournisseur/constructeur et l'utilisateur	6
Annexe A (informative) Différences entre les écarts de circularité G et $G(b)$ et les écarts radiaux F et D	9
Annexe B (informative) Influence des écarts typiques de la machine sur les trajectoires circulaires	10
Annexe C (informative) Réglage du diamètre et de l'avance en contournage	15
Annexe D (informative) Essais de circularité utilisant le signal de reprise de position	16
Bibliographie	17

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 230-4 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 39, *Machines-outils*, sous-comité SC 2, *Condition de réception des machines travaillant par enlèvement de métal*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 230-4:1996), dont elle constitue une révision technique. Les principales modifications concernent

- le remplacement de l'hystérésis circulaire H par l'écart de circularité bidirectionnel $G(b)$, car l'hystérésis circulaire H est difficile à évaluer au moyen des instruments de métrologie communément disponibles et que l'écart de circularité bidirectionnel $G(b)$ contient des informations similaires;
- l'introduction de l'écart radial moyen bidirectionnel D ;
- la mention des incertitudes de mesure et d'essai;
- l'introduction des paramètres $G(b)$ et D dans l'Annexe A;
- la modification des termes dans les paragraphes 3.8 et B.3.1.

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 l'exactitude 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: Détermination de la précision de positionnement sur les diagonales principales et de face (Essais de déplacement en diagonale)*

- *Partie 7: Exactitude géométrique des axes de rotation*
- *Partie 9: Estimation de l'incertitude de mesure pour les essais des machines-outils selon la série ISO 230, équations de base [Rapport technique]*

La partie suivante est en préparation:

- *Partie 8: Détermination des niveaux de vibration [Rapport technique]*

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 230-4:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0508849d-d71e-487e-94da-0ddcc915faeb/iso-230-4-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0508849d-d71e-487e-94da-0ddcc915faeb/iso-230-4-2005>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 230-4:2005

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0508849d-d71e-487e-94da-0ddcc915faeb/iso-230-4-2005>

Code d'essai des machines-outils —

Partie 4:

Essais de circularité des machines-outils à commande numérique

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 230 spécifie les méthodes d'essai et d'évaluation de l'écart de circularité bidirectionnel, de l'écart radial moyen bidirectionnel, de l'écart de circularité et de l'écart radial des trajectoires circulaires effectuées grâce aux mouvements simultanés de deux axes linéaires. Les instruments de mesure appropriés sont décrits dans l'ISO 230-1:1996, 6.63.

La présente partie de l'ISO 230 a pour objectif de fournir une méthode de mesure des performances en contournage d'une machine-outil à commande numérique.

iTeh STANDARD PREVIEW

2 Références normatives (standards.iteh.ai)

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*

3 Termes et définitions

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

3.1

trajectoire nominale

trajectoire circulaire programmée de la commande numérique, définie par son diamètre (ou son rayon), la position de son centre et son orientation dans la zone de travail de la machine-outil, et qui peut être soit un cercle complet, soit une portion de cercle d'au moins 90°

3.2

trajectoire réelle

trajectoire produite par la machine-outil programmée pour se déplacer sur la trajectoire nominale

3.3

écart de circularité bidirectionnel

$G(b)$

distance radiale minimale entre deux cercles concentriques (cercles définissant la zone minimale), enveloppant deux trajectoires réelles, l'une étant réalisée en contournage dans le sens des aiguilles d'une montre et l'autre en contournage dans le sens inverse des aiguilles d'une montre

Voir Figure 1.

NOTE 1 L'écart de circularité bidirectionnel $G(b)$ peut être évalué comme l'étendue radiale maximale des écarts obtenus par la méthode des moindres carrés. La méthode des moindres carrés est calculée à partir de deux trajectoires, c'est-à-dire la trajectoire de sens des aiguilles d'une montre et celle de sens inverse des aiguilles d'une montre.

NOTE 2 L'écart de circularité bidirectionnel $G(b)$ ne comprend pas les erreurs de réglage, c'est-à-dire les erreurs de centrage de l'instrument de mesure.

NOTE 3 Le mesurage de l'écart de circularité bidirectionnel $G(b)$ requiert l'utilisation d'un équipement d'essai uniquement dans le cas des mesures d'un déplacement étalonné (aucun mesurage de longueur étalonnée n'est nécessaire pour déterminer le diamètre de trajectoire). Les mesurages de l'écart radial F et de la valeur de l'écart radial moyen bidirectionnel D requièrent un équipement d'essai avec étalonnage de la longueur et du déplacement (voir Annexe A).

NOTE 4 Une ligne située dans un plan est dite circulaire lorsque tous ses points sont contenus entre deux cercles concentriques dont l'écartement radial ne dépasse pas une valeur donnée (voir Figure 2 et également l'ISO 230-1:1996, 6.61).

NOTE 5 La désignation $G(b)$ s'applique pour les mesurages effectués avec un instrument de mesure périphérique, par exemple tel que décrit dans l'ISO 230-1:1996, 6.63, uniquement. Les résultats des essais de circularité utilisant le signal de reprise de position doivent être désignés par le terme «écart de circularité bidirectionnel utilisant le signal de reprise de position $G(b)_r$ », voir l'Annexe D.

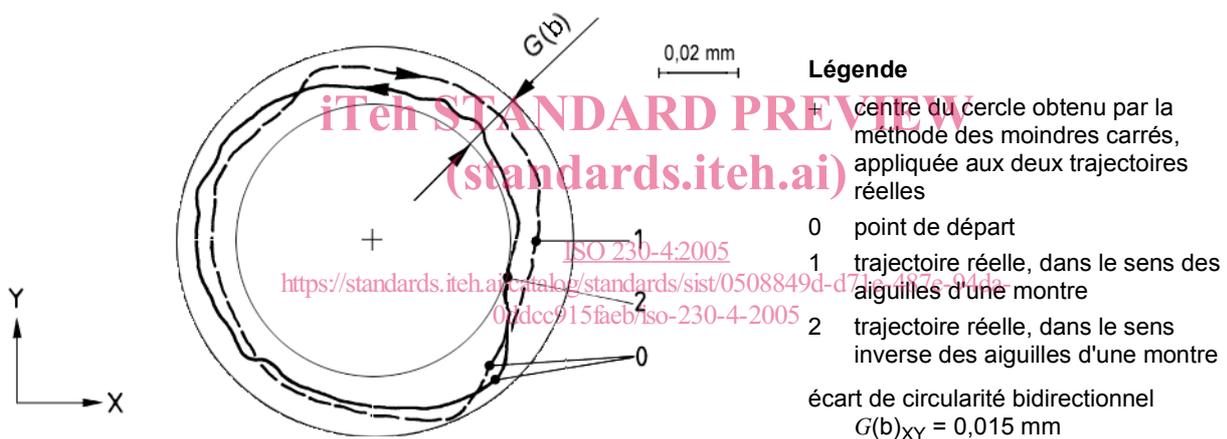


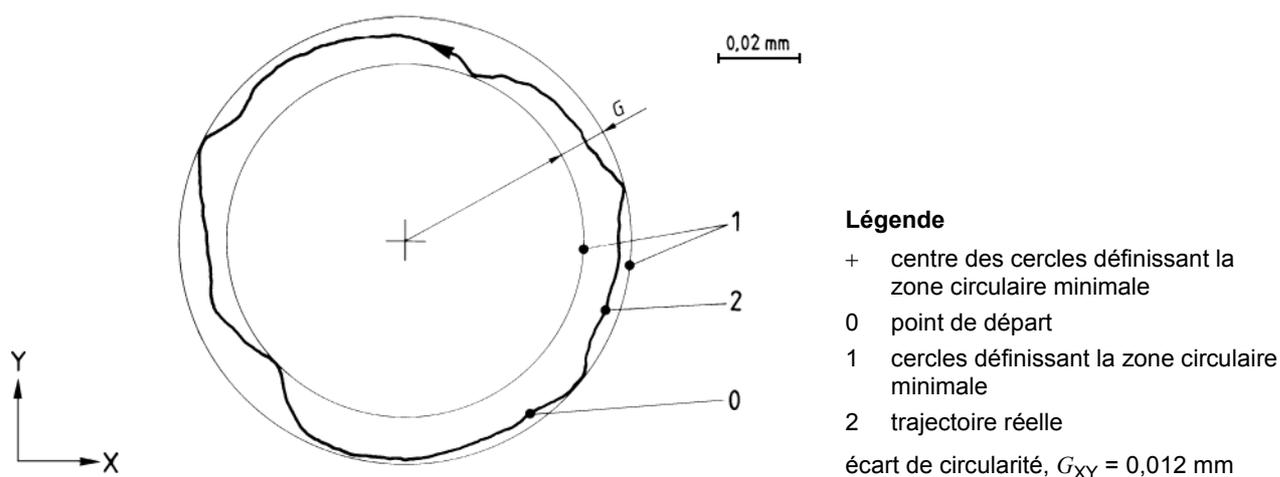
Figure 1 — Évaluation de l'écart de circularité bidirectionnel $G(b)$

3.4 écart de circularité

G
distance radiale minimale entre deux cercles concentriques enveloppant la trajectoire réelle (cercles définissant la zone minimale), réalisée en contournage dans le sens des aiguilles d'une montre ou dans le sens inverse des aiguilles d'une montre comme représenté à la Figure 2, et qui peut être évaluée comme l'étendue radiale maximale autour du cercle obtenu par la méthode des moindres carrés

NOTE 1 Les notes pour l'écart de circularité bidirectionnel $G(b)$ (3.3) s'appliquent pour l'écart de circularité G . Pour les différences entre l'écart de circularité G et l'écart radial F , voir l'Annexe A.

NOTE 2 La désignation G s'applique pour les mesurages effectués avec un instrument de mesure périphérique, par exemple tel que décrit dans l'ISO 230-1:1996, 6.63, uniquement. Les résultats des essais de circularité utilisant le signal de reprise de position doivent être désignés par le terme «écart de circularité» utilisant le signal de reprise de position G_f , voir l'Annexe D.

Figure 2 — Évaluation de l'écart de circularité G

3.5

écart radial

F

écart entre la trajectoire réelle et la trajectoire nominale, où le centre de la trajectoire nominale est obtenu soit

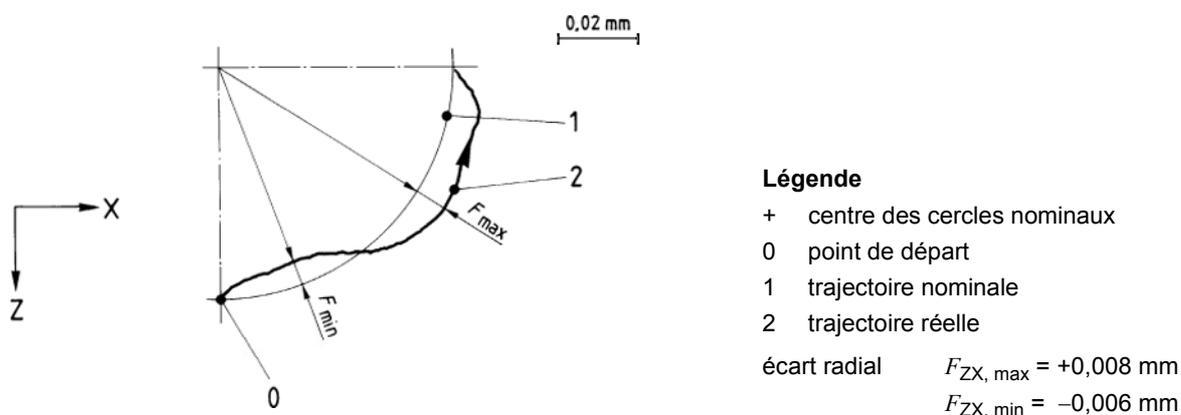
- a) à partir du centrage des instruments de mesure sur la machine-outil, soit
- b) à partir de l'analyse par la méthode des moindres carrés du centrage obtenu uniquement pour un cercle complet.

ISO 230-4:2005

NOTE 1 Les écarts positifs sont mesurés en s'éloignant du centre du cercle et les écarts négatifs en se rapprochant vers ce centre (voir Figure 3). L'écart radial est donné par la valeur maximale, F_{\max} , et par la valeur minimale, F_{\min} .

NOTE 2 Les erreurs de réglage peuvent être incluses dans l'écart radial F ; cela ne s'applique qu'à a) ci-dessus.

NOTE 3 Pour les différences entre l'écart radial F et l'écart de circularité G , voir l'Annexe A.

Figure 3 — Évaluation de l'écart radial F

3.6

écart radial moyen bidirectionnel

D

écart entre le rayon de la trajectoire nominale et le rayon obtenu par la méthode des moindres carrés de deux trajectoires circulaires réelles complètes, l'une étant réalisée en contournage dans le sens des aiguilles d'une montre et l'autre en contournage dans le sens inverse des aiguilles d'une montre

NOTE Pour les différences entre l'écart radial moyen bidirectionnel *D* et l'écart de circularité bidirectionnel *G(b)*, voir l'Annexe A.

3.7

identification des axes

désignation des axes en mouvement pour effectuer la trajectoire réelle

3.8

sens du contournage

(sens des aiguilles d'une montre ou sens inverse des aiguilles d'une montre) sens désigné par la séquence des indices

NOTE L'ordre des indices correspond à l'ordre dans lequel l'arc circulaire croise l'extrémité positive de chaque axe. Par exemple G_{XY} désigne l'écart circulaire en sens inverse des aiguilles d'une montre, parce qu'un arc dans le sens inverse des aiguilles d'une montre dans le plan XY croise l'axe des X+ immédiatement avant l'axe des Y+. Dans le cas d'un résultat bidirectionnel, les indices désignent le sens du premier arc.

4 Conditions d'essai iTeh STANDARD PREVIEW

4.1 Environnement d'essai (standards.iteh.ai)

Lorsque la température dans l'environnement d'essai peut être réglée, elle doit l'être à 20 °C. Sinon, les valeurs relevées sur les instruments de mesure et les valeurs nominales de la machine doivent être ajustées pour donner des résultats corrigés à 20 °C (uniquement pour les mesurages de l'écart radial).

La machine et, si nécessaire, les instruments de mesure, doivent rester dans l'environnement d'essai suffisamment longtemps pour avoir atteint un état stable thermiquement avant les essais. Ils doivent être protégés des courants d'air et des rayonnements extérieurs, tels que ceux du soleil, des réchauffeurs aériens, etc.

4.2 Machine à soumettre à l'essai

La machine doit être complètement assemblée et être en état de marche. Toutes les opérations nécessaires de nivellement et les contrôles fonctionnels doivent avoir été effectués avant la mise en route des essais.

Les essais circulaires doivent être réalisés avec une machine non chargée, c'est-à-dire sans pièce d'essai.

4.3 Mise en température de la machine

Les essais doivent être précédés par une opération de mise en température appropriée, précisée par le constructeur de la machine et/ou définie par accord entre le fournisseur/constructeur et l'utilisateur.

Si aucune autre condition n'est spécifiée, les déplacements préalables doivent être limités à ceux nécessaires au réglage des instruments de mesure.

4.4 Paramètres d'essai

Les paramètres d'essai sont les suivants:

- a) diamètre (ou rayon) de la trajectoire nominale;
- b) avance en contournage;
- c) sens du contournage (dans le sens des aiguilles d'une montre ou dans le sens inverse des aiguilles d'une montre) indiqué conformément à 3.8;
- d) axes de la machine en mouvement pour effectuer la trajectoire réelle;
- e) position de l'instrument de mesure dans la zone de travail de la machine-outil;
- f) températures (températures de l'environnement d'essai, de l'instrument de mesure, de la machine) et coefficient de dilatation (de la machine-outil, de l'instrument de mesure) utilisé pour la compensation uniquement pour le mesurage de l'écart radial moyen bidirectionnel D et de l'écart radial F ;
- g) méthode d'acquisition des données (étendue de saisie des données si différente de 360°, points de départ et d'arrêt du mouvement réel, nombre de points de mesurage choisi pour l'acquisition des données numériques et mention de l'application d'un lissage des données ou non);
- h) toutes les routines de compensation de la machine utilisées au cours du cycle d'essai;
- i) positions des chariots ou des organes en mouvement sur les axes qui ne sont pas soumis à l'essai.

4.5 Étalonnage de l'instrument de mesure

Le contrôle de l'écart radial moyen bidirectionnel D et de l'écart radial F nécessite de connaître la dimension de référence de l'instrument de mesure.

NOTE Pour les essais de circularité utilisant le signal de reprise de position, voir l'Annexe D.

4.6 Incertitude de mesure

Les contributions principales de l'incertitude de mesure pour l'écart de circularité bidirectionnel $G(b)$ et pour l'écart de circularité G sont

- les incertitudes de mesure des équipements d'essai;
- la répétabilité de la machine-outil, vérifiée par exemple par la répétition de l'essai de circularité;
- la dérive en température de la machine-outil et/ou de l'équipement d'essai, vérifiée par exemple par l'essai de dérive selon l'ISO/TR 16015.

Les contributions principales de l'incertitude de mesure pour l'écart radial moyen bidirectionnel D et l'écart radial F sont

- les contributions pour les écarts $G(b)$ et G (voir ci-dessus);
- l'incertitude de mesure de la température de la machine-outil et de l'équipement d'essai (provoquée par l'incertitude du (des) capteur(s) de température et l'incertitude de l'emplacement du (des) capteurs de température);
- l'incertitude des coefficients de dilatation thermique de la machine-outil et de l'équipement d'essai (utilisé pour la compensation à 20 °C).