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

Test code for machine tools —

Part 7: Geometric accuracy of axes of rotation

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 230-7:2006

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3adc1991-1333-461e-bd25-031cab0e7ddc/iso-230-7-2006>



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 230-7:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3adc1991-1333-461e-bd25-031cab0e7ddc/iso-230-7-2006)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3adc1991-1333-461e-bd25-031cab0e7ddc/iso-230-7-2006>

© ISO 2006

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	2
3 Termes et définitions.....	2
4 Remarques préliminaires.....	15
4.1 Unités de mesure.....	15
4.2 Référence à l'ISO 230-1	16
4.3 Instruments et équipements d'essai recommandés	16
4.4 Environnement.....	16
4.5 Axe de rotation à soumettre à l'essai	16
4.6 Mise en température de l'axe de rotation	16
5 Méthodes d'essai de mouvement d'erreur.....	17
5.1 Généralités	17
5.2 Paramètres et spécifications d'essai.....	17
5.3 Mouvement de la structure, broche à l'arrêt.....	17
5.4 Essais de la broche — Direction sensitive en rotation.....	18
5.5 Essais de la broche — Direction sensitive fixe.....	24
Annexe A (informative) Description des concepts généraux.....	29
Annexe B (informative) Élimination de l'erreur d'arrondi de la bille d'essai.....	50
Annexe C (informative) Définition des propriétés de souplesse d'un axe de rotation	54
Annexe D (informative) Définitions de dérive thermique associée à la rotation d'une broche.....	55
Annexe E (informative) Essais du mouvement d'erreur statique.....	56
Annexe F (informative) Estimation de l'incertitude de mesure pour la mise à l'essai des axes de rotation.....	57
Annexe G (informative) Référence croisée alphabétique des termes et des définitions.....	62
Bibliographie	64

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 230-7 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 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 vibrations [Rapport technique]*

Code d'essai des machines-outils —

Partie 7:

Exactitude géométrique des axes de rotation

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 230 a pour but de normaliser les méthodes de spécification et d'essai de l'exactitude géométrique des axes de rotation utilisés sur les machines-outils. Les broches, têtes rotatives et tables rotatives et pivotantes des machines-outils constituent les axes de rotation, qui ont tous des mouvements non attendus dans l'espace, résultant de sources d'erreurs multiples.

La présente partie de l'ISO 230 couvre les propriétés suivantes des broches:

- mouvements d'erreur des axes de rotation;
- déplacements d'arbres induits par la vitesse.

Les autres propriétés importantes des broches, telles que les déplacements d'arbre induits thermiquement et les déplacements d'arbre induits par des variations de température ambiante, sont décrites dans l'ISO 230-3.

La présente partie de l'ISO 230 ne couvre pas les propriétés suivantes des broches:

- l'exactitude du positionnement angulaire (voir l'ISO 230-1 et l'ISO 230-2);
- le faux-rond des surfaces et des composants (voir l'ISO 230-1);
- les spécifications des porte-outils;
- les mesures inertielles de vibrations (voir l'ISO 230-8);
- les mesures de bruit (voir l'ISO 230-5);
- l'étendue et l'exactitude des vitesses de rotation (voir l'ISO 10791-6 et l'ISO 13041-6);
- les mesures ou les méthodes d'équilibrage (voir l'ISO 1940-1 et l'ISO 6103);
- les pertes de marche à vide (perte de puissance);
- la dérive thermique (voir l'ISO 230-3).

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 230-2:2006, *Code d'essai des machines-outils — Partie 2: Détermination de l'exactitude et de la répétabilité de positionnement des axes en commande numérique*

ISO 230-3:—¹⁾, *Code d'essai des machines-outils — Partie 3: Évaluation des effets thermiques*

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.

NOTE L'ordre de leur présentation est conçu pour aider l'utilisateur à mieux comprendre la terminologie des axes de rotation. Les références alphabétiques croisées de ces termes sont données dans l'Annexe G.

3.1 Concepts généraux

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

3.1.1

porte-broche

dispositif présentant un axe de rotation

NOTE Cette définition s'applique à d'autres dispositifs tels que des tables rotatives, des tourillons, des pointes tournantes, etc.

ISO 230-7:2006
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sis/59dc1991-1353-461e-bd25-031cab0e7ddc/iso-230-7-2006>

3.1.2

broche

rotor

élément en rotation d'un porte-broche

3.1.3

logement de broche

stator

élément fixe d'un porte-broche

3.1.4

palier

élément d'un porte-broche sur lequel s'appuie la broche, et qui permet la rotation entre la broche et le logement de broche

3.1.5

axe de rotation

segment de ligne autour duquel une rotation s'effectue

Voir Figure 1 a).

NOTE Des inexactitudes des paliers et des sièges de paliers, du mouvement de la structure ou des déplacements d'axe, provoquent généralement, durant la rotation, un déplacement (dans les directions radiales et axiales) et une inclinaison de ce segment de ligne par rapport aux axes de coordonnées de référence comme illustré à la Figure 1 a) et b).

1) À publier. (Révision de l'ISO 230-3:2001)

3.1.6**axes de coordonnées de référence**

axes X, Y et Z mutuellement perpendiculaires, fixes par rapport à un objet spécifié

Voir Figure 1 a).

NOTE L'objet spécifié peut être fixe ou rotatif.

3.1.7**direction positive**

conformément à l'ISO 841, direction d'un mouvement qui engendre une augmentation de la dimension positive de la pièce

3.1.8**broche parfaite**

broche dont l'axe de rotation ne présente aucun mouvement d'erreur par rapport aux axes de coordonnées de référence

3.1.9**pièce parfaite**

corps rigide présentant une surface de révolution parfaite autour d'un axe

3.1.10**ligne moyenne de l'axe**

segment de ligne droite fixe par rapport aux axes de coordonnées de référence qui représente l'emplacement moyen de l'axe de rotation

Voir Figure 1 a).

NOTE 1 La ligne moyenne de l'axe est un terme utile pour décrire les variations de l'emplacement de l'axe de rotation en réponse à des variations de charge, de température ou de vitesse.

NOTE 2 Sauf spécification contraire, il convient de déterminer la ligne moyenne de l'axe en calculant le centre des moindres carrés de deux ensembles de données du mouvement d'erreur radial relevés à des emplacements séparés axialement (voir 3.4).

NOTE 3 L'ISO 841 définit l'axe Z de la machine comme «parallèle à la broche principale de la machine». Ceci implique que l'axe Z de la machine est parallèle à la ligne moyenne de l'axe de la broche principale. Cependant, comme la définition de la ligne moyenne de l'axe s'applique aussi à d'autres axes de broche ou axes en rotation, les axes de rotation ne sont en général pas tous parallèles à l'axe Z de la machine. Il convient que la ligne moyenne de l'axe soit parallèle à l'axe Z de la machine seulement si elle est associée à la broche principale de la machine.

3.1.11**déplacement d'axe**

déplacement relatif, quasi statique entre l'outil et la pièce usinée, de la position de la ligne moyenne de l'axe suite à un changement des conditions

Voir Figure 1 c).

NOTE Les causes d'un déplacement d'axe comprennent une dérive thermique, des variations de charge et des variations de vitesse.

3.1.12**capteur de déplacement**

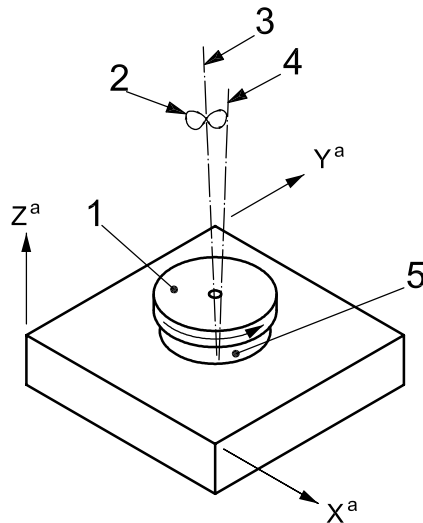
dispositif qui mesure le déplacement entre deux objets spécifiés

EXEMPLE Capteur capacitif, transformateur-comparateur variable (LVDT), sonde à courant de Foucault, interféromètre à laser et comparateur.

3.1.13**boucle structurelle**

assemblage de composants qui maintient la position relative entre deux objets spécifiés

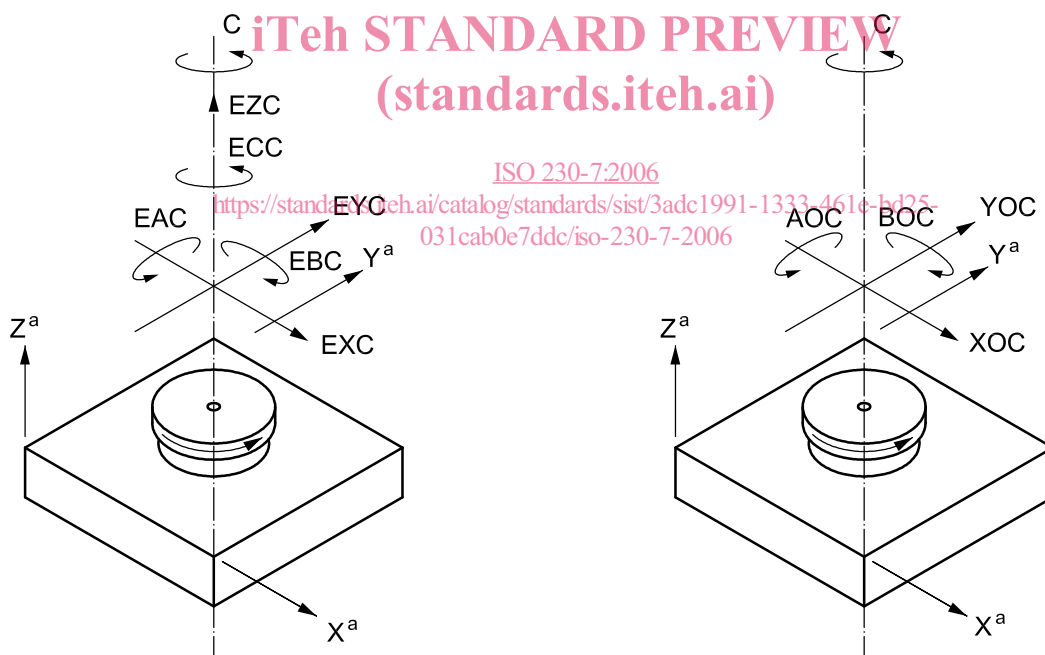
NOTE Une paire typique d'objets spécifiés est un outil de coupe et une pièce à usiner. La boucle structurelle comprendrait, dans ce cas, la broche, les paliers et le logement de la broche, la poupée fixe de la machine, les glissières et le châssis de la machine ainsi que les dispositifs de serrage de l'outil.



Légende

- | | |
|---|----------------------------------|
| 1 broche (rotor) | 4 axe de rotation (à un angle C) |
| 2 mouvement d'erreur de l'axe de rotation (avant l'angle C) | 5 logement de broche (stator) |
| 3 ligne moyenne de l'axe | |

a) Axes de coordonnées de référence, axe de rotation, ligne moyenne de l'axe et mouvement d'erreur d'une broche



Légende

- | | |
|-----|---|
| EXC | mouvement radial dans la direction de l'axe X |
| EYC | mouvement radial dans la direction de l'axe Y |
| EZC | mouvement axial |
| EAC | mouvement d'inclinaison autour de l'axe X |
| EBC | mouvement d'inclinaison autour de l'axe Y |
| ECC | Erreur de positionnement angulaire |

Légende

- | | |
|-----|---|
| XOC | X position de C |
| YOC | Y position de C |
| AOC | perpendicularité de C par rapport à l'axe Y |
| BOC | perpendicularité de C par rapport à l'axe X |

b) Mouvement d'erreur de l'axe de rotation

c) Erreurs d'emplacement (déplacement d'axe) de la ligne moyenne de l'axe

^a Axe de référence.

Figure 1 — Axes de coordonnées de référence, axe de rotation, ligne moyenne de l'axe et mouvement d'erreur d'une broche représentée pour un axe de broche C ou un axe en rotation de la table C

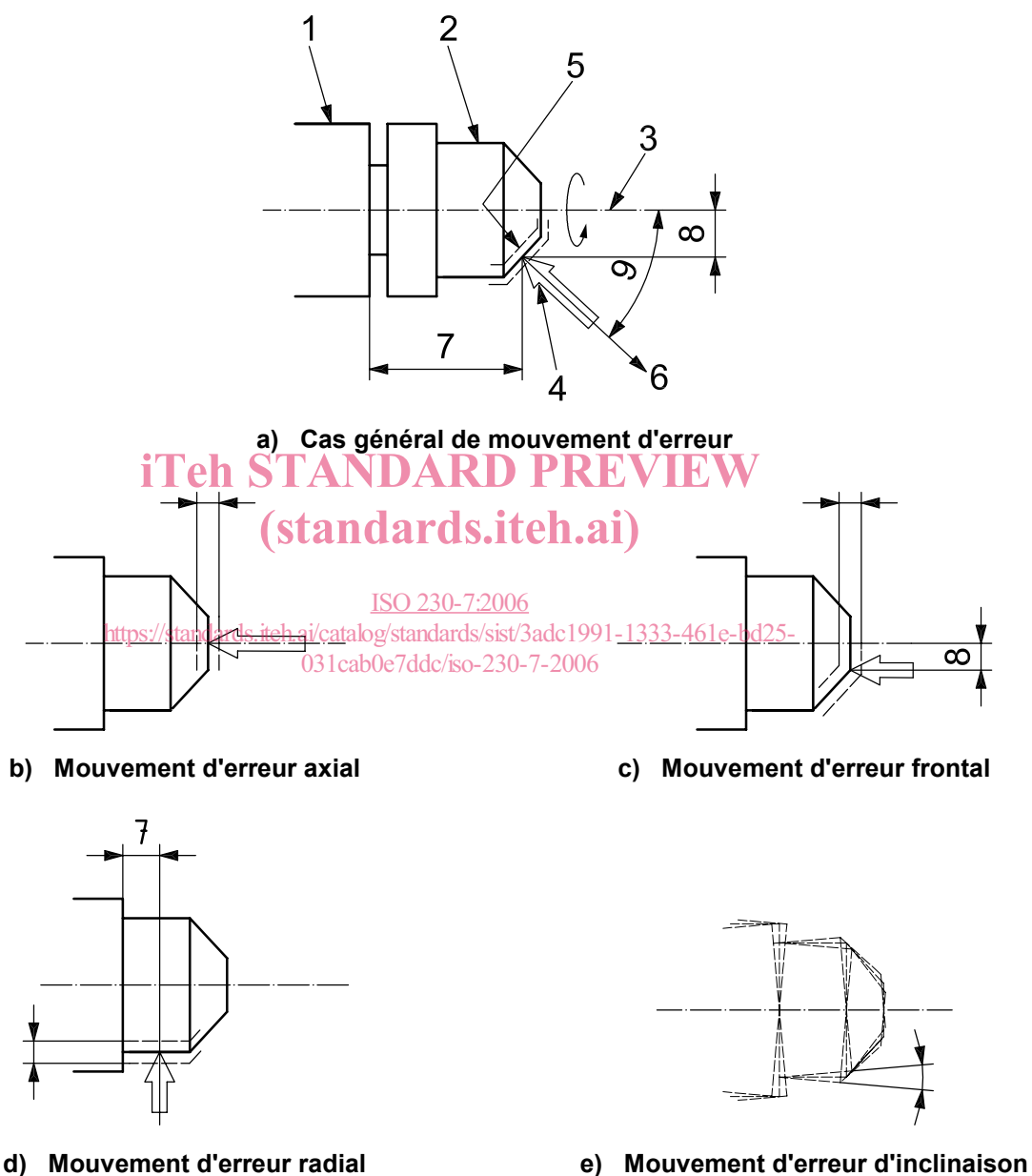
3.1.14

direction sensitive

direction perpendiculaire à la surface parfaite de la pièce et passant par le point instantané d'usinage ou de mesure

Voir Figure 2.

NOTE Pour une direction sensitive fixe, les résultats des mesures du déplacement relatif entre l'outil et la pièce usinée correspondent à l'erreur de forme de la surface usinée d'une pièce.

**Légende**

- | | |
|--------------------------|-----------------------|
| 1 broche | 6 direction sensitive |
| 2 pièce parfaite | 7 emplacement axial |
| 3 ligne moyenne de l'axe | 8 emplacement radial |
| 4 capteur de déplacement | 9 angle de direction |
| 5 mouvement d'erreur | |

Figure 2 — Cas général de mouvement d'erreur et mouvements d'erreur axial, frontal, radial et d'inclinaison pour une direction sensitive fixe

3.1.15

direction non sensitive

toute direction perpendiculaire à la direction sensitive

3.1.16

direction sensitive fixe

direction sensitive dans laquelle la pièce est en rotation par la broche et où le point d'usinage ou de mesure est fixe

3.1.17

direction sensitive en rotation

direction sensitive dans laquelle la pièce est fixe et le point d'usinage ou de mesure est en rotation avec la broche

NOTE La direction sensitive d'un tour est fixe alors que celle d'une pointeuse est en rotation.

3.1.18

faux-rond

déplacement total mesuré par un capteur de déplacement analysant une surface en mouvement ou mue par rapport à une surface fixe

NOTE 1 Pour le faux-rond d'un composant à une section donnée, voir l'ISO 230-1:1996, 5.611.4.

NOTE 2 Les termes «T.I.R.» [Total Indicator Reading (lecture totale)] et «F.I.M.» [Full Indicator Movement (mouvement complet du comparateur)] sont équivalents à faux-rond.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

3.1.19

faux-rond de point fixe

déplacement total mesuré par un capteur de déplacement analysant un point sur une surface en rotation, dont le mouvement latéral par rapport au capteur est négligeable quand à la fois le capteur et la surface tournent ensemble

ISO 230-7:2006

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3adc1991-1333-461e-bd25-031cab0e7ddc/iso-230-7-2006>

Voir Figure 3.

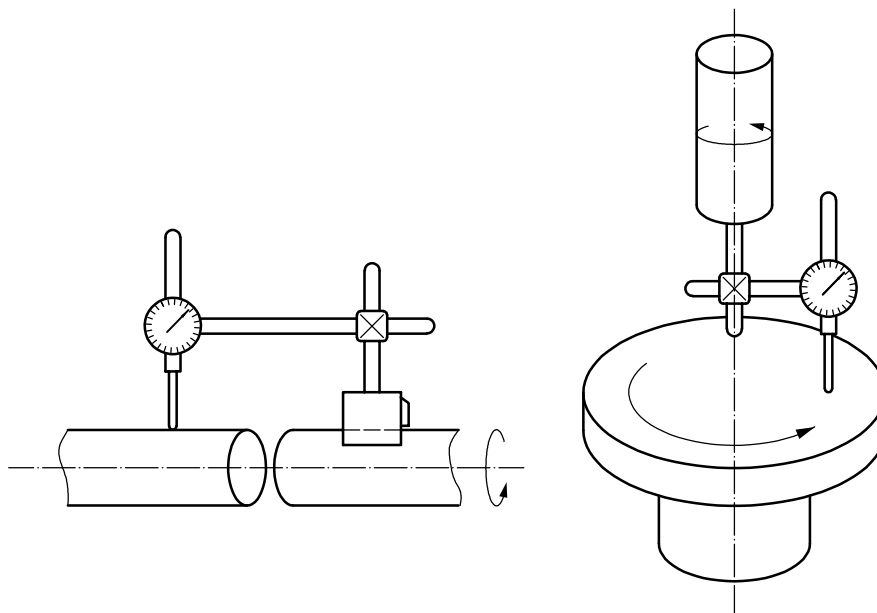


Figure 3 — Schémas d'applications d'échantillons pour l'utilisation d'un faux-rond de point fixe (essai radial pour la concentricité et essai frontal pour le parallélisme)

3.1.20**perpendicularité**

relation angulaire entre deux plans, deux droites, ou une droite et un plan, lorsque leur écart angulaire de 90° ne dépasse pas une valeur spécifiée

NOTE Une surface plane est «perpendiculaire» à un axe de rotation si les centres de projections polaires coïncident pour un diagramme polaire du mouvement axial et frontal ou pour deux diagrammes polaires du mouvement frontal de différents rayons. *Perpendicularité de mouvement*: position de la trajectoire d'un point d'un organe mobile de la machine par rapport à un plan (support ou glissière), à une droite (axe ou intersection de deux plans), à la trajectoire d'un point d'un autre organe mobile (voir l'ISO 230-1:1996, 5.5).

3.1.21**jeu**

condition de rigidité nulle sur une étendue de déplacement limitée due au jeu entre les éléments d'une boucle structurelle

3.1.22**hystérésis**

déplacement linéaire (ou angulaire) entre deux objets résultant de l'application séquentiel et retrait des forces égales (ou moments) dans des directions opposées

NOTE L'hystérésis est due à des mécanismes tels que des jeux de trains d'entraînement, des jeux de glissières, une déformation mécanique, le frottement et des joints avec jeu.

3.1.22.1**hystérésis de montage**

hystérésis de différents composants dans un montage d'essai, due généralement à des assemblages mécaniques avec jeu

3.1.22.2**hystérésis de machine**

hystérésis de la structure de la machine lorsqu'elle est soumise à des charges spécifiques

3.2 Mouvements d'erreur

(axe de rotation) déplacement relatif non intentionnel dans la direction sensitive entre l'outil et la pièce.

NOTE Les mouvements d'erreur sont spécifiés par rapport aux emplacements et directions tels qu'illustrés à la Figure 2 a) et ne comprennent pas les mouvements dus aux déplacements d'arbre associés à des variations de température, de charge et de vitesse de rotation.

3.2.1**mouvement d'erreur de l'axe de rotation**

variations de position et d'orientation de l'axe de rotation par rapport à ses axes de coordonnées de référence en fonction de l'angle de rotation de la broche

NOTE Ce mouvement d'erreur peut être mesuré comme les mouvements de la surface d'une pièce d'essai parfaitement cylindrique ou sphérique dont l'axe coïncide avec l'axe de rotation.

3.2.2**mouvement d'erreur de la structure**

mouvement d'erreur dû à une excitation interne ou externe et affecté par l'élasticité, la masse et l'amortissement de la boucle structurelle en fonction de l'angle de rotation

Voir 3.6.

3.2.3**mouvement d'erreur du palier**

mouvement d'erreur dû à un palier imparfait

NOTE Voir Annexe A.

3.2.4

mouvement d'erreur total

mouvement d'erreur total relevé, constitué de composants synchrones et asynchrones de la broche et de mouvements d'erreur de la structure

3.2.5

mouvement d'erreur statique

cas particulier de mouvement d'erreur dans lequel le mouvement d'erreur est échantillonné alors que la broche est à l'arrêt dans une série de positions de rotation discrètes

NOTE Ceci sert à mesurer le mouvement d'erreur en l'absence de toute influence dynamique.

3.2.6

mouvement d'erreur synchrone

partie du mouvement d'erreur total observée à des multiples entiers de la fréquence de rotation

NOTE C'est le contour moyen du diagramme polaire du mouvement d'erreur total moyenné sur le nombre de tours.

3.2.7

mouvement d'erreur fondamental

partie du mouvement d'erreur total observée à la fréquence de rotation de la broche

3.2.8

mouvement d'erreur synchrone résiduel

partie du mouvement d'erreur synchrone observée à des multiples entiers de la fréquence de rotation différente de la fréquence fondamentale

3.2.9

mouvement d'erreur asynchrone

partie du mouvement d'erreur total observée à des fréquences autres que des multiples entiers de la fréquence de rotation

NOTE 1 Le mouvement d'erreur asynchrone correspond aux écarts du mouvement d'erreur total par rapport au mouvement d'erreur synchrone.

NOTE 2 Le mouvement d'erreur asynchrone comprend les composantes du mouvement d'erreur qui sont

- a) non périodiques;
- b) périodiques, mais qui sont observées à des fréquences autres que la fréquence de rotation de la broche et ses multiples entiers; et
- c) périodiques à des fréquences qui sont des sous-harmoniques de la fréquence de rotation de la broche.

3.2.10

mouvement d'erreur radial

mouvement d'erreur dans une direction perpendiculaire à la ligne moyenne de l'axe et à un emplacement axial spécifié

Voir Figure 2 d).

NOTE 1 Ce mouvement d'erreur peut être mesuré comme les mouvements, dans la direction radiale, de la surface d'une pièce d'essai parfaitement cylindrique ou sphérique dont l'axe coïncide avec l'axe de rotation.

NOTE 2 Le terme «faux-rond radial» a une signification généralement acceptée qui inclut les erreurs dues au centrage et à l'ovalité de la pièce et ne correspond donc pas au mouvement d'erreur radial.

3.2.11

mouvement d'erreur radial pur

mouvement d'erreur dans lequel l'axe de rotation reste parallèle à la ligne moyenne de l'axe et se déplace perpendiculairement à la direction sensitive

NOTE Le mouvement d'erreur radial pur représente uniquement le concept d'un mouvement d'erreur radial en cas d'absence de mouvement d'erreur d'inclinaison. Il convient de ne pas chercher à le mesurer.

3.2.12**mouvement d'erreur d'inclinaison**

mouvement d'erreur dans une direction angulaire par rapport à la ligne moyenne de l'axe

Voir Figure 2 e).

NOTE 1 Ce mouvement peut être évalué en mesurant simultanément le mouvement d'erreur radial dans deux plans radiaux séparés par une distance le long de la ligne moyenne de l'axe.

NOTE 2 Les termes d'erreur de «conicité», de «voile», de «roulis», de «tangage» et de «longueur» sont déconseillés pour le mouvement d'erreur d'inclinaison.

NOTE 3 Le terme «mouvement d'erreur d'inclinaison» a été préféré au terme «mouvement angulaire» pour éviter toute confusion avec la rotation autour de l'axe ou avec l'erreur de positionnement angulaire de dispositifs tels que des tables rotatives.

3.2.13**mouvement d'erreur axial**

mouvement d'erreur coaxial avec la ligne moyenne de l'axe

Voir Figure 2 b).

NOTE 1 Ce mouvement d'erreur peut être mesuré comme les mouvements, dans la direction axiale le long de la ligne moyenne de l'axe, de la surface d'un disque, d'une pièce d'essai parfaitement plate ou sphérique dont l'axe coïncide avec l'axe de rotation.

NOTE 2 Les termes «battement axial», «voile», «à-coup» et «oscillation» sont déconseillés pour le mouvement d'erreur axial.

3.2.14**mouvement d'erreur frontal**

mouvement d'erreur parallèle à la ligne moyenne de l'axe à un emplacement radial spécifié

Voir Figure 2 c).

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3adc1991-1333-461e-bd25-031cab0e7ddc/iso-230-7-2006>

NOTE Le mouvement d'erreur frontal est une combinaison des mouvements d'erreur axial et d'inclinaison. Le terme «faux-rond frontal» a une signification généralement acceptée analogue à celle du terme «faux-rond radial» et ne correspond donc pas au mouvement d'erreur frontal.

3.2.15**mesurage du mouvement d'erreur**

enregistrement de mesurage du mouvement d'erreur comprenant toutes les informations pertinentes relatives à la machine, à l'instrumentation et aux conditions d'essai

3.3 Diagramme polaire du mouvement d'erreur

représentation des mouvements d'erreur des axes de rotation créée en traçant le déplacement en fonction de l'angle de rotation de la broche.

Voir Figure 4.

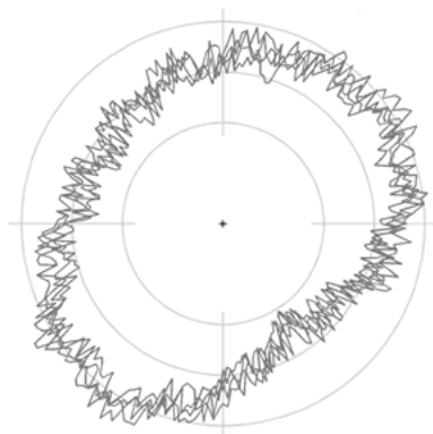
3.3.1**diagramme polaire du mouvement d'erreur total**

diagramme polaire du mouvement d'erreur complet relevé

3.3.2**diagramme polaire du mouvement d'erreur synchrone**

diagramme polaire des composants de mouvement d'erreur ayant des fréquences qui sont des multiples entiers de la fréquence de rotation

NOTE Il est admis de créer un diagramme polaire d'erreur synchrone en calculant la moyenne du diagramme polaire du mouvement d'erreur total.

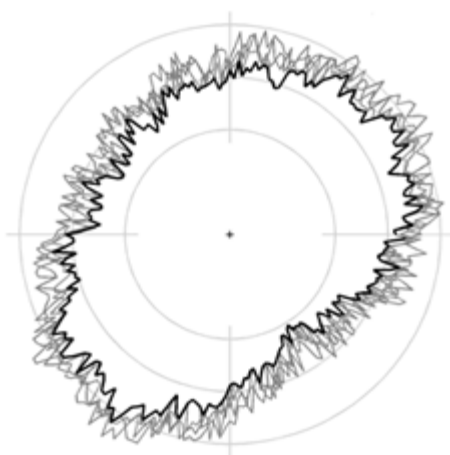


a) Mouvement d'erreur total

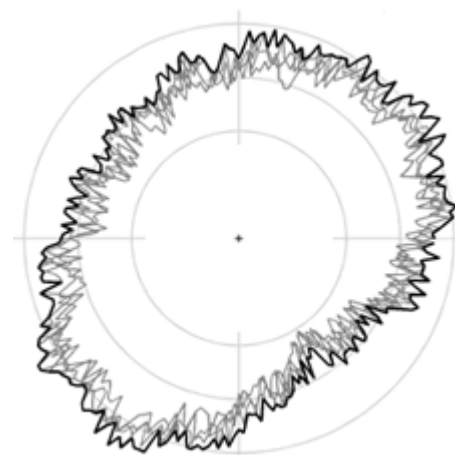


b) Mouvement d'erreur synchrone

c) Mouvement d'erreur asynchrone



d) Mouvement d'erreur intérieur



e) Mouvement d'erreur extérieur

Figure 4 — Diagrammes polaires du mouvement d'erreur

3.3.3**diagramme polaire du mouvement d'erreur asynchrone**

diagramme polaire de la partie du mouvement d'erreur total observée à des fréquences différentes des multiples entiers de la fréquence de rotation

3.3.4**diagramme polaire du mouvement d'erreur fondamental**

cercle le mieux formé passant à travers le diagramme polaire du mouvement d'erreur axial ou frontal synchrone autour d'un centre de projection polaire spécifié

3.3.5**diagramme polaire du mouvement d'erreur axial**

diagramme polaire du mouvement d'erreur axial, y compris les mouvements d'erreur fondamentaux, synchrones résiduels et asynchrones axiaux

3.3.6**diagramme polaire du mouvement d'erreur synchrone résiduel**

diagramme polaire de la partie du mouvement d'erreur synchrone observée à des fréquences différentes de la fréquence fondamentale

NOTE La division du mouvement d'erreur synchrone en composants fondamentaux et résiduels ne s'applique qu'aux mouvements d'erreur axiaux et frontaux. Dans les directions radiales et d'inclinaison, le mouvement d'erreur fondamental n'existe pas — la valeur mesurée observée à la fréquence fondamentale n'est pas une caractéristique de l'axe de rotation.

3.3.7**diagramme polaire du mouvement d'erreur intérieur**

contour de la limite intérieure du diagramme polaire du mouvement d'erreur total

3.3.8**diagramme polaire du mouvement d'erreur extérieur**

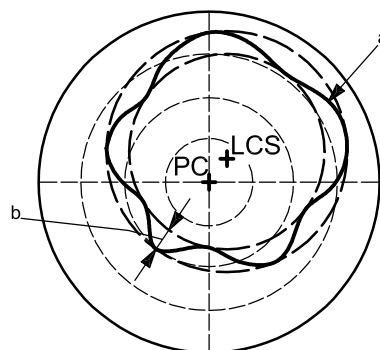
contour de la limite extérieure du diagramme polaire du mouvement d'erreur total

3.4 Centre du mouvement d'erreur

centre défini pour l'évaluation des diagrammes polaires du mouvement d'erreur

Voir Figure 5.

NOTE Le Tableau 1 présente les centres recommandés pour l'évaluation des valeurs de mouvement d'erreur. Si le centre n'est pas spécifié, il est à supposer qu'il s'agit du centre recommandé.



- a Diagramme polaire du mouvement d'erreur.
- b Valeur de mouvement d'erreur pour centre de cercle des moindres carrés (LCS).

Figure 5 — Diagramme polaire du mouvement d'erreur, centre PC (diagramme polaire) et centre de cercle des moindres carrés (LCS) et valeur de mouvement d'erreur pour centre LCS