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

iTeh STANDARD PREVIEW
Test code for machine tools —
(Part 2: Determination of accuracy and repeatability of positioning
numerically controlled axes)

ISO 230-2:2006

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/568ce903-fb4e-47d0-a13b-b804ae453913/iso-230-2-2006>



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 230-2:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/568ce903-fb4e-47d0-a13b-b804ae453913/iso-230-2-2006)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/568ce903-fb4e-47d0-a13b-b804ae453913/iso-230-2-2006>

© 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
Introduction	vi
1 Domaine d'application.....	1
2 Termes et définitions.....	1
3 Conditions d'essai.....	5
3.1 Environnement.....	5
3.2 Machine à contrôler.....	6
3.3 Mise en température.....	6
4 Programme d'essai.....	6
4.1 Mode de fonctionnement	6
4.2 Choix des points visés	6
4.3 Mesurages	7
5 Évaluation des résultats	8
5.1 Axes linéaires d'une longueur inférieure ou égale à 2 000 mm et axes rotatifs jusqu'à 360°	8
5.2 Axes linéaires d'une longueur supérieure à 2 000 mm et axes rotatifs supérieurs à 360°	9
6 Points soumis à accord entre le fournisseur/constructeur et l'utilisateur	9
7 Présentation des résultats.....	9
7.1 Méthode de présentation	9
7.2 Paramètres	10
Annexe A (informative) Estimation de l'incertitude de mesure pour le mesurage de positionnement linéaire — Méthode simplifiée	15
Annexe B (informative) Cycle en pas	32
Bibliographie	33

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 230-2 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*.

Cette troisième édition annule et remplace la seconde édition (ISO 230-2:1997), dont elle constitue une révision technique. En particulier, les principales modifications suivantes ont été apportées:

- l'exigence concernant la déclaration de l'incertitude de mesure a été ajoutée dans la présentation des résultats de mesure (Article 7);
- la détermination de l'incertitude de mesure est intégrée dans le texte en tant que nouvelle Annexe A;
- des modifications rédactionnelles ont été apportées dans le corps de la présente partie de l'ISO 230, principalement dans l'Introduction;
- l'ISO 230-2:1997/Cor. 1:1999, a été intégré en 2.23.

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 230-2:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/568ce903-fb4e-47d0-a13b-b804ae453913/iso-230-2-2006)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/568ce903-fb4e-47d0-a13b-b804ae453913/iso-230-2-2006>

Introduction

L'ISO 230 a pour objet de normaliser des méthodes d'essai pour vérifier l'exactitude des machines-outils, à l'exception des machines-outils portatives.

La présente partie de l'ISO 230 spécifie les modes opératoires des essais destinés à déterminer l'exactitude et la répétabilité de positionnement des axes en commande numérique. Les essais sont destinés à mesurer les déplacements relatifs entre le composant qui maintient l'outil et le composant qui maintient la pièce à usiner.

Dans la mesure où il convient de déclarer l'incertitude de mesure avec les résultats de mesure, l'Annexe A, qui décrit l'estimation de l'incertitude de mesure pour la détermination de l'exactitude et de la répétabilité de positionnement, a été ajoutée.

Il est espéré que cet ajout permettra de reconnaître plus facilement et de réduire de manière plus efficace les éléments significatifs contribuant à l'incertitude de mesure.

Il convient que les fournisseurs/fabricants fournissent des spécifications thermiques relatives à l'environnement dans le lequel la machine est prévue de fonctionner avec l'exactitude spécifiée. Il convient que l'utilisateur de la machine assure un environnement d'essai approprié en respectant les lignes directrices sur l'environnement thermique fournies par le fournisseur/fabricant ou à défaut en acceptant des niveaux de performance réduits. L'Annexe C de l'ISO 230-3:—^[1] donne un exemple de lignes directrices sur l'environnement thermique.

Une relaxation des prévisions d'exactitude est nécessaire si l'environnement thermique engendre une incertitude excessive ou une variation des performances de la machine-outil et ne satisfait pas les lignes directrices sur l'environnement thermique données par le fournisseur/fabricant. Si la machine n'est pas conforme aux spécifications de performance, l'analyse de l'incertitude due à la compensation de température de la machine-outil, paragraphe A.2.4 de la présente partie de l'ISO 230, et l'incertitude due à l'erreur de variation environnementale, paragraphe A.2.5 de la présente partie de l'ISO 230, peuvent aider à identifier l'origine des problèmes.

Code d'essai des machines-outils —

Partie 2:

Détermination de l'exactitude et de la répétabilité de positionnement des axes en commande numérique

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 230 spécifie les méthodes de contrôle et d'évaluation de l'exactitude et de la répétabilité de positionnement des axes des machines-outils à commande numérique par mesurage direct d'axes individuels sur la machine. Les méthodes décrites s'appliquent aussi bien aux axes linéaires que rotatifs.

Ces méthodes ne s'appliquent pas au contrôle simultané de plusieurs axes.

La présente partie de l'ISO 230 peut être utilisée pour les essais de type, les essais de réception, les essais de comparaison, la vérification périodique, la compensation machine, etc.

Les méthodes utilisées comportent des mesurages successifs en chaque position. Les paramètres concernés de l'essai sont définis et calculés. Leurs incertitudes sont évaluées conformément à l'Annexe C de l'ISO/TR 230-9:2005^[2]

L'Annexe A décrit l'estimation de l'incertitude de mesure.

L'Annexe B décrit l'application à un cycle d'essai optionnel ou cycle en pas. Il convient que les résultats de ce cycle ne soient ni utilisés dans la documentation technique avec référence à la présente partie de l'ISO 230, ni dans le cadre des réceptions, sauf accord écrit spécifique entre le fournisseur/constructeur et l'utilisateur. La référence stricte à la présente partie de l'ISO 230 pour la réception de la machine s'appuie toujours sur le cycle d'essai normal.

2 Termes et définitions

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

2.1

longueur d'axe

course maximale, linéaire ou rotative, sur laquelle l'élément mobile peut se déplacer sous commande numérique

NOTE Pour les axes rotatifs supérieurs à 360°, on ne peut pas définir clairement la longueur maximale de la course.

2.2

course de mesurage

partie de la longueur d'axe utilisée pour la saisie des données et qui est sélectionnée de sorte que le premier et le dernier points visés puissent être approchés de manière bidirectionnelle

Voir Figure 1.

2.3

point visé

P_i ($i = 1$ à m)

position à laquelle le déplacement de la partie mobile est programmé

NOTE L'indice i caractérise le point particulier parmi les autres points visés le long ou autour de l'axe.

2.4

position réelle

P_{ij} ($i = 1$ à m ; $j = 1$ à n)

position atteinte par la partie mobile lors de la j^{e} approche du i^{e} point visé

2.5

écart de position

x_{ij}

position réelle atteinte par la partie mobile moins la position du point visé

$$x_{ij} = P_{ij} - P_i$$

2.6

unidirectionnel

concerne une série de mesurages pour lesquels l'approche du point visé est toujours faite dans le même sens le long ou autour de l'axe

NOTE Le symbole \uparrow précise un paramètre déduit d'un mesurage fait après une approche dans le sens positif et le symbole \downarrow après une approche dans le sens négatif, par exemple $x_{ij}\uparrow$ ou $x_{ij}\downarrow$

ITeH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

2.7

bidirectionnel

concerne un paramètre déduit d'une série de mesurages dans laquelle l'approche du point visé est faite dans l'une quelconque des directions le long ou autour de l'axe

ISO 230-2:2006

https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/308cc905-b4c-47d0-a19b-0804ac455913/iso-230-2-2006

2.8

incertitude étendue

grandeur définissant un intervalle autour du résultat d'un mesurage qui est supposé englober une grande partie de la distribution des valeurs

2.9

facteur conventionnel

facteur numérique utilisé comme multiplicateur de l'incertitude type combinée en vue d'obtenir une incertitude étendue

2.10

écart de position unidirectionnel moyen en un point

$\bar{x}_i\uparrow$ ou $\bar{x}_i\downarrow$

moyenne arithmétique des écarts de position obtenue pour une série de n approches unidirectionnelles d'un point P_i

$$\bar{x}_i\uparrow = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{ij}\uparrow$$

et

$$\bar{x}_i\downarrow = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{ij}\downarrow$$

2.11**écart de position bidirectionnel moyen en un point** \bar{x}_i

moyenne arithmétique des écarts de position unidirectionnels moyens, $\bar{x}_i \uparrow$ et $\bar{x}_i \downarrow$ obtenue à partir des deux sens d'approche d'un point P_i

$$\bar{x}_i = \frac{\bar{x}_i \uparrow + \bar{x}_i \downarrow}{2}$$

2.12**valeur de réversibilité en un point** B_i

valeur de la différence entre les écarts de position unidirectionnels moyens obtenue à partir des deux sens d'approche d'un point P_i

$$B_i = \bar{x}_i \uparrow - \bar{x}_i \downarrow$$

2.13**valeur de réversibilité d'un axe** B

valeur maximale des valeurs absolues de réversibilité $|B_i|$ sur tous les points visés le long ou autour de l'axe

$$B = \max. [|B_i|]$$

2.14**valeur moyenne de réversibilité d'un axe** \bar{B}

moyenne arithmétique des valeurs de réversibilité B_i sur tous les points visés le long ou autour de l'axe

$$\bar{B} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m B_i$$

ITU STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 230-2:2006
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/568ce903-fb4e-47d0-a13b-b804ae453913/iso-230-2-2006>

2.15**estimateur de la répétabilité de l'axe unidirectionnelle du positionnement en un point** $s_i \uparrow$ ou $s_i \downarrow$

estimateur de l'incertitude type des écarts de position obtenus par une série de n approches unidirectionnelles d'un point P_i

$$s_i \uparrow = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (x_{ij} \uparrow - \bar{x}_i \uparrow)^2}$$

et

$$s_i \downarrow = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (x_{ij} \downarrow - \bar{x}_i \downarrow)^2}$$

2.16**répétabilité de positionnement unidirectionnelle en un point** $R_i \uparrow$ ou $R_i \downarrow$

étendue dérivée de l'estimateur de la répétabilité de l'axe unidirectionnelle en une position P_i , à l'aide d'un facteur conventionnel de 2

$$R_i \uparrow = 4 s_i \uparrow$$

et

$$R_i \downarrow = 4 s_i \downarrow$$

2.17
répétabilité de positionnement bidirectionnelle en un point

$$R_i = \max. [2s_i \uparrow + 2s_i \downarrow + |B_i| ; R_i \uparrow ; R_i \downarrow]$$

2.18
répétabilité de positionnement unidirectionnelle d'un axe

$R \uparrow$ ou $R \downarrow$
 valeur maximale de la répétabilité de positionnement en tout point P_i le long ou autour de l'axe

$$R \uparrow = \max. [R_i \uparrow]$$

$$R \downarrow = \max. [R_i \downarrow]$$

2.19
répétabilité de positionnement bidirectionnelle d'un axe

R
 valeur maximale de la répétabilité de positionnement en tout point P_i le long ou autour de l'axe

$$R = \max. [R_i]$$

2.20
écart de position systématique unidirectionnel d'un axe

$E \uparrow$ ou $E \downarrow$
 différence entre le maximum et le minimum algébriques des écarts de position unidirectionnels moyens pour un sens d'approche $\bar{x}_i \uparrow$ ou $\bar{x}_i \downarrow$ en tout point P_i le long et autour de l'axe

$$E \uparrow = \max. [\bar{x}_i \uparrow] - \min. [\bar{x}_i \uparrow]$$

ISO 230-2:2006
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/568ce903-fb4e-47d0-a13b-b804ae453913/iso-230-2-2006>

et

$$E \downarrow = \max. [\bar{x}_i \downarrow] - \min. [\bar{x}_i \downarrow]$$

2.21
écart de position systématique bidirectionnel d'un axe

E
 différence entre le maximum et le minimum algébriques des écarts de position unidirectionnels moyens pour les deux sens d'approche $\bar{x}_i \uparrow$ et $\bar{x}_i \downarrow$ en tout point P_i le long et autour de l'axe

$$E = \max. [\bar{x}_i \uparrow ; \bar{x}_i \downarrow] - \min. [\bar{x}_i \uparrow ; \bar{x}_i \downarrow]$$

2.22
étendue de l'écart de position bidirectionnel moyen d'un axe

M
 différence entre le maximum et le minimum algébriques des écarts de position bidirectionnels moyens \bar{x}_i en tout point P_i le long et autour de l'axe

$$M = \max. [\bar{x}_i] - \min. [\bar{x}_i]$$

2.23**exactitude unidirectionnelle de positionnement d'un axe** $A \uparrow$ ou $A \downarrow$

étendue dérivée de la combinaison des écarts systématiques unidirectionnels et de l'estimateur de la répétabilité de l'axe de positionnement unidirectionnel, à l'aide d'un facteur conventionnel de 2

$$A \uparrow = \max. [\bar{x}_i \uparrow + 2s_i \uparrow] - \min. [\bar{x}_i \uparrow - 2s_i \uparrow]$$

et

$$A \downarrow = \max. [\bar{x}_i \downarrow + 2s_i \downarrow] - \min. [\bar{x}_i \downarrow - 2s_i \downarrow]$$

2.24**exactitude bidirectionnelle de positionnement d'un axe** A

étendue dérivée de la combinaison des écarts systématiques bidirectionnels et de l'estimateur de la répétabilité de l'axe de positionnement bidirectionnel, à l'aide d'un facteur conventionnel de 2

$$A = \max. [\bar{x}_i \uparrow + 2s_i \uparrow; \bar{x}_i \downarrow + 2s_i \downarrow] - \min. [\bar{x}_i \uparrow - 2s_i \uparrow; \bar{x}_i \downarrow - 2s_i \downarrow]$$

3 Conditions d'essai**3.1 Environnement**

Il est recommandé que le fournisseur/constructeur propose des lignes directrices concernant le type d'environnement thermique qu'il convient d'accepter pour que la machine fonctionne avec l'exactitude spécifiée.

[ISO 230-2:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/568ce903-fb4e-47d0-a13b-507070100000/iso-230-2-2006)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/568ce903-fb4e-47d0-a13b-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/568ce903-fb4e-47d0-a13b-507070100000/iso-230-2-2006)

De telles lignes directrices générales pourraient contenir, par exemple, une spécification relative à la température moyenne du local d'essai, l'amplitude maximale et la gamme de fréquences des écarts par rapport à la température moyenne et les gradients thermiques de l'environnement. Il doit être de la responsabilité de l'utilisateur de fournir un environnement thermique acceptable pour le fonctionnement et les essais de performance de la machine-outil sur le site. Cependant, si l'utilisateur suit les lignes directrices fournies par le fournisseur/constructeur de la machine, la responsabilité incombe au fournisseur/constructeur de la machine pour ce qui concerne les performances de la machine par rapport aux spécifications.

Idéalement, tous les mesurages dimensionnels sont réalisés lorsque les instruments de mesure et les objets mesurés sont immergés dans un environnement à une température de 20 °C. Si les mesurages sont effectués à des températures différentes de 20 °C, il faut appliquer la correction pour la dilatation différentielle nominale (DDN) entre le système de positionnement de l'axe ou la pièce/l'outil qui tient une partie de la machine-outil et l'équipement d'essai pour présenter les résultats corrigés à 20 °C. Il se pourrait que cette condition requiert le mesurage de la température de la partie représentative de la machine ainsi que de l'équipement d'essai et une correction mathématique avec les coefficients de dilatation thermique appropriés. La correction DDN pourrait également être réalisée de manière automatique si la partie représentative de la machine-outil et l'équipement d'essai ont la même température et le même coefficient de dilatation thermique.

Cependant, il convient de noter que toute différence par rapport à la température de 20 °C peut provoquer une incertitude supplémentaire liée à l'incertitude du ou des coefficients de dilatation effectifs utilisés pour la compensation. Une valeur minimale type pour l'incertitude des résultats est définie à 2 µm/(m·°C) (voir Annexe A). Les températures réelles doivent donc être précisées dans le rapport d'essai.

La machine et, si nécessaire, les instruments de mesure, doivent se trouver dans l'environnement d'essai suffisamment longtemps (de préférence toute une nuit) 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 ou des réchauffeurs aériens, etc.

Pendant une période couvrant les 12 h, avant et pendant les mesurages, le gradient de température de l'environnement en degrés par heure doit rester dans les limites fixées par accord entre le fournisseur/constructeur et l'utilisateur.

3.2 Machine à contrôler

La machine doit être complètement assemblée et en ordre de marche. Si nécessaire, les opérations de nivellement et les essais d'alignement géométrique doivent avoir été effectués de manière satisfaisante avant la mise en route des essais d'exactitude et de répétabilité.

Si les dispositifs de compensation des axes sont utilisés au cours du cycle d'essai, il convient de le préciser dans le rapport d'essai.

Tous les essais doivent être effectués sur une machine à vide, c'est-à-dire sans pièce.

Les positions des chariots ou des éléments mobiles sur les axes non concernés par l'essai doivent être précisées dans le rapport d'essai.

3.3 Mise en température

Pour contrôler la machine dans des conditions normales de fonctionnement, les essais doivent être immédiatement précédés par une opération de mise en température appropriée spécifiée par le fournisseur/constructeur de la machine ou définie par accord entre le fournisseur/constructeur et l'utilisateur.

Si aucune exactitude n'est spécifiée, les opérations de mise en température peuvent prendre la forme d'un «essai à blanc préalable» à l'essai d'exactitude sans collecte de données, ou les déplacements préalables peuvent être limités à ceux nécessaires au réglage des instruments de mesure. L'opération de mise en température choisie doit être spécifiée dans le rapport d'essai.

Des conditions thermiques instables sont caractérisées par une progression régulière des écarts entre les approches successives de tout point visé particulier. Il convient de minimiser ces tendances lors de l'opération de mise en température.

4 Programme d'essai

4.1 Mode de fonctionnement

La machine doit être programmée pour déplacer la partie mobile le long ou autour de l'axe à vérifier et le positionner en une série de points visés où il va rester au repos suffisamment longtemps pour permettre l'atteinte de la position réelle, sa mesure et son enregistrement. La machine doit être programmée pour assurer les déplacements entre les points visés en vitesse d'avance définie par accord.

4.2 Choix des points visés

Lorsque la position des points visés peut être choisie librement, elle doit prendre la forme générale:

$$P_i = (i - 1) p + r$$

où

- i* représente le numéro du point visé;
- p* est l'intervalle nominal basé sur un espacement uniforme des points visés sur la course de mesurage;
- r* est un nombre aléatoire avec \pm d'amplitude d'erreurs périodiques possibles (telles que les erreurs qui résultent du pas de la vis à billes et du pas du mouvement linéaire ou rotatif) pour garantir que les erreurs périodiques font l'objet d'un échantillonnage correct; si aucune information concernant les erreurs périodiques possibles n'est disponible, *r* doit être à $\pm 30\%$ de *p*.

4.3 Mesurages

4.3.1 Configuration et instrumentation

La configuration de mesure est conçue pour permettre de mesurer les déplacements qui se produisent entre l'élément qui tient l'outil et l'élément qui tient la pièce dans le sens de déplacement de l'axe soumis à essai.

La position de l'instrument de mesure doit être relevée dans le rapport d'essai.

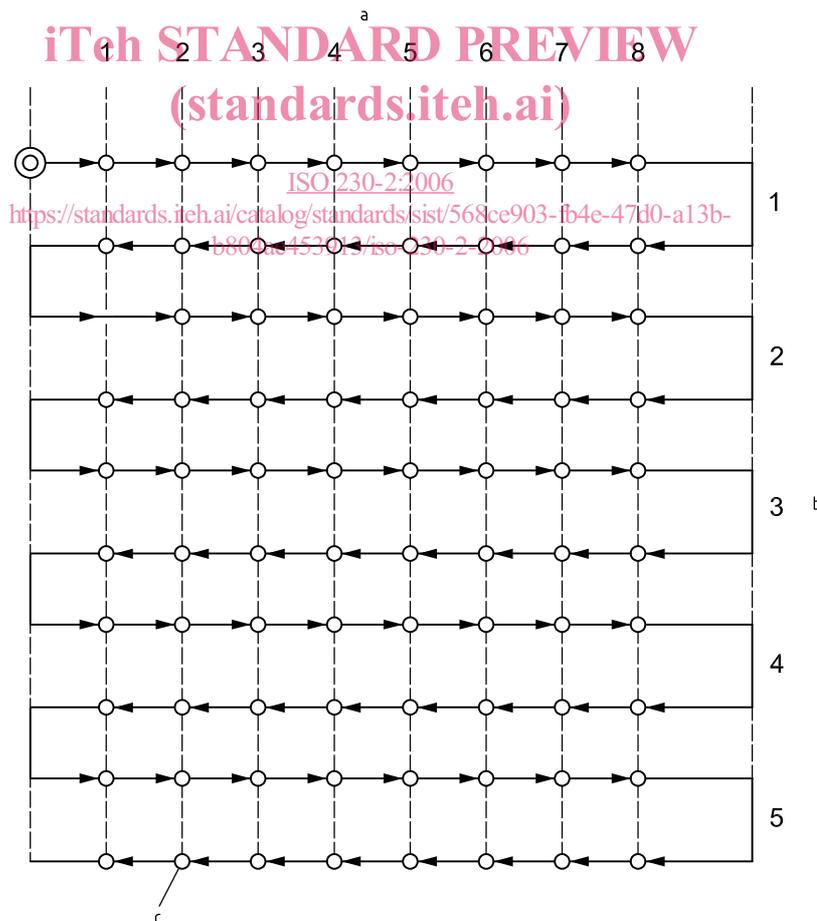
Lorsqu'une correction mathématique DDN est appliquée, la position du ou des capteurs de température sur les éléments de la machine, les coefficients de dilatation utilisés pour la correction DDN et le type de compensation doivent être précisés dans le rapport d'essai.

4.3.2 Essais sur axes linéaires d'une longueur inférieure ou égale à 2 000 mm

Sur des axes de machines d'une longueur inférieure ou égale à 2 000 mm, un minimum de cinq points visés par mètre avec un minimum global de cinq points visés doivent être sélectionnés conformément à 4.2.

Les mesurages doivent être effectués en chaque point visé conformément au cycle d'essai normal (voir Figure 1). Chaque point visé doit être atteint cinq fois dans chaque sens.

Il convient de choisir les points de renversement de cycle pour assurer un comportement normal de la machine (pour obtenir la vitesse d'avance définie par accord).



- a Position i ($m = 8$).
- b Cycle j ($n = 5$).
- c Points visés.

Figure 1 — Cycle d'essai normal