

---

---

**Code d'essai des machines-outils —**  
**Partie 10:**  
**Détermination des performances de**  
**mesure des systèmes de palpéage des**  
**machines-outils à commande numérique**

iTeh STANDARD PREVIEW

*Test code for machine tools —*

*Part 10: Determination of the measuring performance of probing  
systems of numerically controlled machine tools*

ISO 230-10:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f4fe76c7-cc41-44b9-8031-d90bea907334/iso-230-10-2011>



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

ISO 230-10:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f4fe76c7-cc41-44b9-8031-d90bea907334/iso-230-10-2011>



### DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2011

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

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

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos .....	iv
Introduction.....	v
<b>1</b> <b>Domaine d'application .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives .....</b>	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes et définitions .....</b>	<b>2</b>
3.1 <b>Termes généraux.....</b>	<b>2</b>
3.2 <b>Termes liés au système de palpage .....</b>	<b>2</b>
3.3 <b>Termes relatifs au palpage .....</b>	<b>5</b>
<b>4</b> <b>Remarques préliminaires.....</b>	<b>7</b>
4.1 <b>Influences sur la performance de mesure du système de palpage .....</b>	<b>7</b>
4.2 <b>Unités de mesure.....</b>	<b>8</b>
4.3 <b>Référence à l'ISO 230-1 .....</b>	<b>8</b>
4.4 <b>Instrument et équipement d'essai recommandés .....</b>	<b>8</b>
4.5 <b>État de la machine avant essai .....</b>	<b>8</b>
4.6 <b>Ordre des essais.....</b>	<b>8</b>
4.7 <b>Essais à réaliser.....</b>	<b>9</b>
4.8 <b>Sources d'incertitude d'essai.....</b>	<b>9</b>
4.9 <b>Consignation des résultats d'essai.....</b>	<b>9</b>
<b>5</b> <b>Influences thermiques .....</b>	<b>10</b>
5.1 <b>Généralités .....</b>	<b>10</b>
5.2 <b>Essai d'erreur de variation de température ambiante (ETVE).....</b>	<b>10</b>
5.3 <b>Autres essais de distorsion thermique.....</b>	<b>11</b>
<b>6</b> <b>Palpage d'une pièce .....</b>	<b>11</b>
6.1 <b>Généralités .....</b>	<b>11</b>
6.2 <b>Répétabilité de palpage .....</b>	<b>12</b>
6.3 <b>Essai de constante de palpage, <math>A</math>.....</b>	<b>13</b>
6.4 <b>Essai de répétabilité de position de l'outil de palpage, <math>R_{PTL,X}</math>, <math>R_{PTL,Y}</math> et <math>R_{PTL,Z}</math> (<math>R_{Probing-Tool\_Location,X,Y,Z}</math>).....</b>	<b>14</b>
6.5 <b>Essai d'erreur de palpage 2D, <math>P_{FTU,2D}</math> (<math>P_{Forme\_Tactile\_Unique, 2D}</math>).....</b>	<b>15</b>
6.6 <b>Essai d'erreur de palpage 3D, <math>P_{FTU,3D}</math> (<math>P_{Forme\_Tactile\_Unique, 3D}</math>).....</b>	<b>16</b>
6.7 <b>Essais de position et d'orientation de la pièce, <math>E_{PLA,Z}</math>, <math>E_{LIN,Y}</math>, <math>E_{COR,X}</math>, <math>E_{COR,Y}</math> et <math>E_{COR,Z}</math> (<math>E_{PLAne,Z}</math>), (<math>E_{LINE,Y}</math>), (<math>E_{CORner\ coordinates,X,Y,Z}</math>) .....</b>	<b>18</b>
6.8 <b>Essai combiné d'usinage et de position de la pièce, <math>E_{CML,X}</math>, <math>E_{CML,Y}</math>, <math>E_{CML,Z}</math>, <math>R_{CML,X}</math>, <math>R_{CML,Y}</math> et <math>R_{CML,Z}</math> (<math>E_{Combined\ Machining\ and\ Location, X,Y,Z}</math>), (<math>R_{Combined\ Machining\ and\ Location, X,Y,Z}</math>).....</b>	<b>24</b>
6.9 <b>Essais de variation de la temporisation.....</b>	<b>26</b>
6.10 <b>Essais de performance du mesurage de la taille de l'élément .....</b>	<b>31</b>
<b>7</b> <b>Palpage des outils .....</b>	<b>33</b>
7.1 <b>Généralités .....</b>	<b>33</b>
7.2 <b>Qualification du système de réglage d'outil .....</b>	<b>34</b>
7.3 <b>Répétabilité de réglage de l'outil .....</b>	<b>34</b>
<b>Annexe A (informative) Correspondance alphabétique et brève description des symboles .....</b>	<b>38</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>40</b>

## 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 230-10 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 quasi-statiques*
- *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 8: Vibrations [Rapport technique]*
- *Partie 9: Estimation de l'incertitude de mesure pour les essais des machines-outils selon la série ISO 230, équations de base [Rapport technique]*
- *Partie 10: Détermination des performances de mesure des systèmes de palpage des machines-outils à commande numérique*

La partie suivante est en cours d'élaboration:

- *Partie 11: Instruments de mesure et leurs applications aux essais de géométrie des machines-outils [Rapport technique]*

## Introduction

L'objet de l'ISO 230 (toutes les parties) est de normaliser des méthodes d'essai pour la vérification de l'exactitude des machines-outils, à l'exception des machines-outils électriques portatives.

La présente partie de l'ISO 230 spécifie des procédures d'essai pour évaluer les performances de mesure des systèmes de palpé à contact (utilisés en mode palpé discret) intégrés dans une machine-outil à commande numérique. Les procédures d'essai ne sont pas destinées à différencier les différentes causes d'erreurs. Elles visent à démontrer l'influence combinée de l'environnement, de la machine-outil, du système de palpé et du logiciel de palpé sur les performances de mesure.

Les résultats de ces essais n'ont aucune incidence sur les performances de la machine-outil en mode enlèvement de métal. Lorsque des essais de réception sont spécifiés, il incombe à l'utilisateur, en concertation avec le fabricant/le fournisseur, de sélectionner les essais relatifs aux caractéristiques des composants du système de palpé qui présentent un intérêt.

Les résultats de ces essais n'ont aucune incidence sur les performances de la machine-outil utilisée comme machine à mesurer tridimensionnelle (MMT). Ces performances impliquent des problèmes de traçabilité et doivent être évalués conformément à l'ISO 10360-2 et l'ISO 10360-5.

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

[ISO 230-10:2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f4fe76c7-cc41-44b9-8031-d90bea907334/iso-230-10-2011)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f4fe76c7-cc41-44b9-8031-d90bea907334/iso-230-10-2011>

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

ISO 230-10:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f4fe76c7-cc41-44b9-8031-d90bea907334/iso-230-10-2011>

## Code d'essai des machines-outils —

### Partie 10:

## Détermination des performances de mesure des systèmes de palpation des machines-outils à commande numérique

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 230 spécifie des procédures d'essai pour évaluer les performances de mesure des systèmes de palpation à contact (utilisés en mode de palpation discret) intégrés dans une machine-outil à commande numérique.

Elle n'inclut pas d'autres types de systèmes de palpation tels que ceux utilisés dans les systèmes de palpation en mode «scanning» ou sans contact. L'évaluation des performances de la machine-outil utilisée comme machine à mesurer tridimensionnelle (MMT) ne fait pas partie du domaine d'application de la présente partie de l'ISO 230. L'évaluation de telles performances implique des problèmes de traçabilité et est fortement influencée par l'exactitude géométrique de la machine-outil. En plus d'être soumises aux essais du système de palpation de la machine-outil spécifiés dans la présente partie de l'ISO 230, elles peuvent être évaluées conformément à l'ISO 10360-2 et l'ISO 10360-5.

Les machines-outils à commande numérique peuvent actuellement utiliser des systèmes de palpation à contact dans les applications d'usinage telles que

- l'identification permettant de vérifier que la bonne pièce a été chargée avant l'usinage,
- la position et/ou l'alignement de la pièce,
- le mesurage de la pièce après usinage, la pièce étant encore sur la machine,
- le mesurage de la position et de l'orientation des axes rotatifs de la machine-outil,
- le mesurage et le réglage de l'outil coupant (rayon, longueur et décalage de l'outil),
- la détection des casses d'outils.

NOTE 1 La présente partie de l'ISO 230 se focalise sur les centres d'usinage, mais d'autres types de machines, notamment les centres de tournage et de meulage, seront inclus dans une future révision de la présente partie de l'ISO 230.

NOTE 2 La présente partie de l'ISO 230 n'inclut aucun type de palpeurs sans contact (par exemple palpeurs optiques) ou palpeurs de scanning, mais ils seront inclus dans une future révision de la présente partie de l'ISO 230.

### 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, *Code d'essai des machines-outils — Partie 1: Précision géométrique des machines fonctionnant à vide ou dans des conditions quasi-statiques*

ISO 230-3:2007, *Code d'essai des machines-outils — Partie 3: Évaluation des effets thermiques*

ISO/TR 230-9, *Code d'essai des machines-outils — Partie 9: Estimation de l'incertitude de mesure pour les essais des machines-outils selon la série ISO 230, équations de base*

ISO 10360-5:2010, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Essais de réception et de vérification périodique des machines à mesurer tridimensionnelles (MMT) — Partie 5: MMT utilisant des systèmes de palpement à stylets multiples*

### **3 Termes et définitions**

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

NOTE En mode mesurage, les machines-outils sont utilisées comme des MMT. Les définitions relatives aux essais des performances des systèmes de palpement pour les MMT s'appliquent donc également aux machines-outils. Tous les utilisateurs de machines-outils ne sont toutefois pas familiarisés avec l'utilisation des MMT. C'est pourquoi la présente partie de l'ISO 230 donne des définitions spécifiques aux machines-outils qui évitent tout risque de contradiction avec les définitions relatives aux MMT.

#### **3.1 Termes généraux**

##### **3.1.1 repère machine**

**RM**  
système de coordonnées lié aux axes, physiques ou calculés, d'une machine-outil

NOTE Adapté de l'ISO 10360-1:2000, définition 2.5. [ISO 230-10:2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f4fe76c7-cc41-44b9-8031-d90bea907334/iso-230-10-2011)  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f4fe76c7-cc41-44b9-8031-d90bea907334/iso-230-10-2011>

##### **3.1.2 repère pièce**

**RP**  
système de coordonnées lié à la pièce

[ISO 10360-1:2000, définition 2.4]

##### **3.1.3 volume de mesure**

espace tridimensionnel englobant l'ensemble des coordonnées linéaires accessibles au mesurage sur la machine-outil

NOTE Adapté de l'ISO 10360-1:2000, définition 2.3.

#### **3.2 Termes liés au système de palpement**

##### **3.2.1 palpeur**

dispositif qui détecte un élément et génère un (des) signal (signaux) pendant le palpement

NOTE 1 Adapté de l'ISO 10360-1:2000, définition 3.1.

NOTE 2 Il existe plusieurs types de palpeurs utilisés sur les machines-outils et employant différentes technologies pour atteindre le même but.

NOTE 3 Les palpeurs peuvent être de type «à déclenchement» ou «proportionnel». Ils sont disponibles sous la forme de systèmes «à contact» ou «sans contact» (les systèmes sans contact ne font pas partie du domaine d'application de la présente partie de l'ISO 230).

**3.2.1.1****palpeur à déclenchement**

palpeur émettant un signal binaire au contact d'une surface à mesurer (à détecter)

**3.2.1.2****palpeur proportionnel**

palpeur émettant un signal (analogique ou numérique) proportionnel à un déplacement de la pointe du stylet

NOTE Les palpeurs proportionnels utilisés en mode «scanning» continu ne font pas partie du domaine d'application de la présente partie de l'ISO 230.

**3.2.1.3****palpeur à contact**

palpeur qui nécessite un contact matériel avec une surface à mesurer (à détecter) pour fonctionner

EXEMPLE Disjoncteur électrique, jauge de contrainte.

NOTE 1 Adapté de l'ISO 10360-1:2000, définition 3.2.

NOTE 2 La vitesse d'avance de contact appliquée pour obtenir le contact matériel peut influencer les performances de ces palpeurs. La vitesse d'avance de contact appropriée est spécifiée dans les instructions du fabricant/fournisseur.

NOTE 3 Pour obtenir des performances optimales, la vitesse d'avance de contact appliquée pendant le mesurage est identique à la vitesse appliquée pendant la qualification du palpeur.

**3.2.1.4****palpeur sans contact**

palpeur qui ne nécessite pas un contact matériel avec une surface à mesurer pour fonctionner

EXEMPLE Systèmes optiques et laser, systèmes inductifs et capacitifs.

NOTE 1 Adapté de l'ISO 10360-1:2000, définition 3.3.

NOTE 2 Les palpeurs sans contact ne font pas partie du domaine d'application de la présente partie de l'ISO 230.

**3.2.2****système de palpation**

système constitué d'un palpeur, d'un système de transmission de signal (par exemple optique, radio, filaire), d'un matériel de traitement du signal, du matériel et du logiciel de palpation et, selon le cas, de rallonges de palpeur, d'un système de changement de palpeur, d'un stylet et de rallonges de stylet, en cas d'utilisation conjointe avec une machine-outil à commande numérique appropriée

NOTE 1 Les essais spécifiés dans la présente partie de l'ISO 230 concernent les systèmes de palpation constitués de palpeurs à contact équipés d'un système de stylet simple parallèle à la ligne moyenne d'axe de broche de la machine-outil, comme illustré à la Figure 2. Pour les applications utilisant des systèmes équipés de stylets multiples (voir Figure 3) et pour les applications dans lesquelles le mesurage est effectué en utilisant plusieurs orientations de la ligne moyenne d'axe de broche par rapport au RP, des essais supplémentaires sont spécifiés dans l'ISO 10360-5.

NOTE 2 Adapté de l'ISO 10360-1:2000, définition 2.6.

**3.2.3****qualification du système de palpation**

établissement des paramètres d'un système de palpation (d'après les instructions du fabricant/fournisseur) nécessaires pour les mesurages à venir

NOTE 1 Le diamètre effectif de la touche de stylet et la position du centre de la touche de stylet par rapport au RM sont des paramètres types établis par la qualification du système de palpation.

NOTE 2 La documentation technique des fournisseurs utilise parfois l'expression «étalonnage du système de palpation» pour désigner la qualification du système de palpation; cette expression n'est pas appropriée.

### 3.2.4

#### pré-course

distance entre le point du premier contact matériel de la touche de stylet du palpeur dont la surface est mesurée (détectée) et le point d'émission du signal du palpeur

NOTE 1 La pré-course est affectée par la construction du palpeur, la direction de palpation, la vitesse de palpation, la force de déclenchement, la longueur et la conformité du système de stylet, la temporisation entre le signal de palpation et la lecture des transducteurs de position de la machine-outil, etc.

NOTE 2 Dans les conditions de palpation spécifiées, la variation de pré-course (couramment appelée «frange») est une caractéristique très importante du système de palpation.

NOTE 3 Certaines techniques de qualification du palpeur peuvent nettement réduire les effets de variation de pré-course du système de palpation.

### 3.2.5

#### diamètre effectif de la touche de stylet

#### taille effective de la touche de stylet

dimension utilisée par certains logiciels de palpation pour compenser la taille de l'élément mesuré, etc.

NOTE Le diamètre effectif (taille) de la touche de stylet est associé aux performances du système de palpation et est déterminé par une qualification appropriée au système de palpation plutôt qu'en mesurant simplement la taille de la touche de stylet.

### 3.2.6

#### touche de stylet

élément physique qui établit le contact avec l'objet à mesurer

NOTE Adapté de l'ISO 10360-1:2000, définition 4.2.

### 3.2.7

#### système de stylet

système composé d'un stylet et de rallonge(s) de stylet (selon le cas)

NOTE 1 Les rallonges de stylet peuvent réduire la rigidité du système de stylet et influencer négativement les performances du système de palpation. Par conséquent, les essais de performance sont effectués en prenant en compte les particularités des rallonges de stylet.

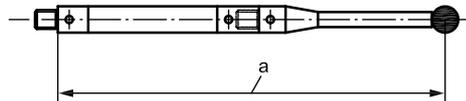
NOTE 2 Adapté de l'ISO 10360-1:2000, définition 4.4.

### 3.2.8

#### longueur du système de stylet

(touche de stylet sphérique) distance du centre de la touche de stylet à l'épaule du stylet

Voir Figure 1.



<sup>a</sup> Longueur du système de stylet.

Figure 1 — Longueur du système de stylet

### 3.2.9

#### outil de palpation

dispositif constitué d'un palpeur et de son système de stylet, fixé à un porte-outil.

Voir Figure 2.

**3.2.10****longueur de l'outil de palpation**

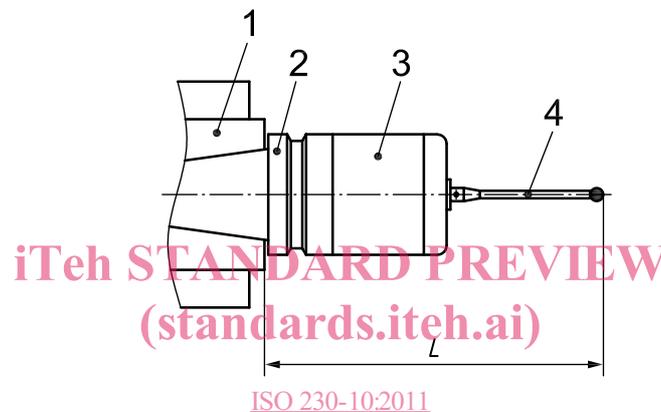
distance du point le plus saillant de la touche de stylet à la surface de référence de la broche de la machine-outil ou du plan de jauge qui se connecte à l'outil de palpation

Voir Figure 2.

NOTE 1 Certains systèmes de palpation définissent la longueur de l'outil de palpation comme distance entre le centre de la surface de la touche de stylet et la surface de référence de la broche de la machine-outil qui se connecte à l'outil de palpation.

NOTE 2 Pour les porte-outils de type à queue pleine, la surface de référence de la broche se trouve au niveau du plan de jauge du cône de broche. Pour les autres porte-outils (à queue creuse), la surface de référence de la broche se trouve au niveau de la face de la broche.

NOTE 3 La procédure pour établir la longueur de l'outil de palpation est spécifiée dans les instructions du fabricant/fournisseur.



ISO 230-10:2011

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/sist/f4fe76c7-cc41-44b9-8031-d90bea907334/iso-230-10-2011>

**Légende**

- 1 broche
- 2 porte-outil
- 3 palpeur
- 4 stylet
- $L$  longueur de l'outil de palpation

**Figure 2 — Longueur de l'outil de palpation**

**3.2.11****constante de palpation**

distance effective du centre de la touche de stylet à la ligne moyenne de l'axe de broche, sur laquelle l'outil de palpation est fixé

**3.3 Termes relatifs au palpation****3.3.1****palpation**

**palper**, verbe

action de mesurage consistant à déterminer des valeurs (par exemple valeurs de coordonnées, valeurs de longueurs, valeurs fausses/vraies)

NOTE 1 Le palpation associé au mesurage des outils coupants ne permettra pas nécessairement de déterminer des valeurs de coordonnées.

NOTE 2 Le palpation associé à la détection de bris d'outil permettra de déterminer un état faux/vrai.

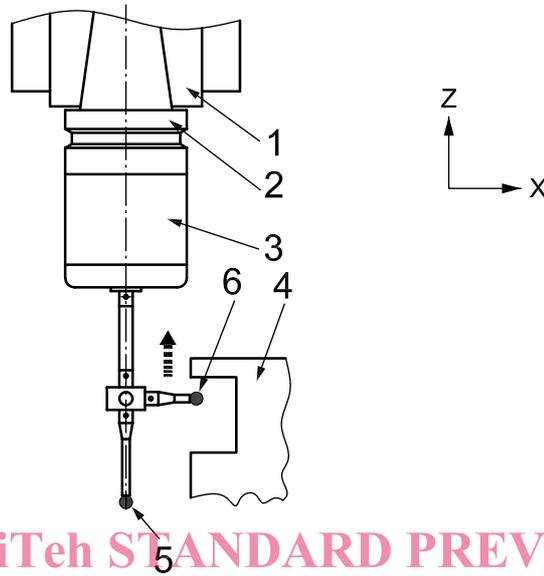
NOTE 3 Adapté de l'ISO 10360-1:2000, définition 2.7.

3.3.1.1

**palpage 1D**

mesurage permettant de palper un mouvement parallèle aux axes d'un repère machine ou aux axes d'un repère pièce à un moment donné uniquement

NOTE La fonctionnalité de mesurage 1D est associée aux performances du système de palpation et non uniquement aux caractéristiques du palpeur à contact.



iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

**Légende**

- 1 broche
- 2 porte-outil
- 3 palpeur
- 4 pièce
- 5 touche de stylet 1
- 6 touche de stylet 2

ISO 230-10:2011  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f4fe76c7-cc41-44b9-8031-d90bea907334/iso-230-10-2011>

**Figure 3 — Outil de palpation équipé de deux stylets**

3.3.1.2

**palpage 2D**

mesurage permettant de palper un mouvement le long d'un vecteur dans un plan

NOTE 1 Les palpeurs à contact types fonctionnant dans les directions  $-X$ ,  $+X$ ,  $-Y$ ,  $+Y$  et  $-Z$ , et dans n'importe quelle combinaison de ces directions, sont parfois appelés palpeurs 2,5D. Ces palpeurs à contact ne permettront pas une traction (ou permettront une traction très limitée) dans la direction  $+Z$ .

NOTE 2 La fonctionnalité de mesurage dans la direction  $+Z$  peut être obtenue en utilisant les systèmes de stylet équipés de stylets multiples (comme illustré à la Figure 3), dans lesquels la touche de stylet 2 (se déplaçant dans la direction  $+Z$ ) sera en contact avec la surface de la pièce et incitera le palpeur à émettre le signal en conséquence de la déviation dans la direction  $-X$ .

NOTE 3 Une qualification indépendante pour la touche de stylet 1 et la touche de stylet 2, ainsi que des essais supplémentaires sont spécifiés dans l'ISO 10360-5.

3.3.1.3

**palpage 3D**

mesurage permettant de palper un mouvement le long de tout vecteur dans l'espace

**3.3.2****répétabilité de palpage**

écart entre les valeurs de coordonnées fournies par le système de palpage lorsqu'il est appliqué de manière répétitive au même mesurande, dans les mêmes conditions d'essai

NOTE 1 Cette définition concerne spécifiquement le domaine d'application de la présente partie de l'ISO 230 et les systèmes de palpage étudiés; elle ne s'applique pas à la définition générale associée aux caractéristiques métrologiques définies dans d'autres Normes internationales.

NOTE 2 La répétabilité de palpage peut être exprimée quantitativement, en termes de caractéristiques de dispersion des valeurs mesurées ou par l'étendue des valeurs mesurées.

NOTE 3 La répétabilité de palpage concerne l'ensemble du système de palpage. Elle n'est pas comparable à la «répétabilité du palpeur» définie dans les catalogues des fournisseurs de palpeurs.

**3.3.3****erreur de palpage**

$P_{FTU}$

erreur à l'intérieur de laquelle l'étendue des rayons d'une entretoise de référence peut être déterminée par une machine-outil en utilisant un système de stylet

NOTE 1 Le symbole  $P_{FTU}$  est tiré de l'ISO 10360-5:2010, 3.6 et 3.9. La lettre  $P$  indique que l'erreur est principalement liée aux performances du système de palpage, la lettre  $F$  indique qu'il s'agit d'une erreur de forme, la lettre  $T$  désigne un système de palpage à contact (tactile) et la lettre  $U$  indique l'utilisation d'un stylet simple (unique).

NOTE 2 Une entretoise de référence type pour le palpage 2D est un anneau de forme étalonnée. Une entretoise de référence type pour le palpage 3D est une sphère de forme étalonnée.

NOTE 3 L'erreur de palpage 2D est décrite en 6.5 et l'erreur de palpage 3D en 6.6.

**4 Remarques préliminaires**

[ISO 230-10:2011](http://standards.iso.org/standards/catalog/standards/sist/f4fe76c7-cc41-44b9-8031-d90bea907334/iso-230-10-2011)

**4.1 Influences sur la performance de mesure du système de palpage**

La performance de mesure du système de palpage inclut les caractéristiques de la machine-outil sur un volume petit et limité et ne doit pas être simplement tirée des spécifications de palpage individuelles.

Les principales influences sur la performance des systèmes de palpage d'une machine-outil sont les suivantes:

- a) répétabilité de la machine-outil;
- b) exactitude géométrique de la machine-outil, à savoir l'exactitude de positionnement (notamment, résolution, jeu), la rectitude, le roulis, le pas, le mouvement d'erreur en lacet, la perpendicularité entre les axes, etc.;
- c) contamination des surfaces à mesurer (à détecter);
- d) erreur de palpage et répétabilité du système de palpage, comprenant le changement et le repositionnement de l'outil de palpage;
- e) qualification du système de palpage;
- f) influences de la température sur la machine-outil, le système de palpage, l'entretoise et la pièce/l'outil, comprenant la dérive des axes et des broches en rotation;
- g) vitesse d'avance et accélérations pendant le mesurage;
- h) distances de sécurité et de surcourse;