

NORME ISO
INTERNATIONALE 10360-12

Première édition
2016-10-01

**Spécification géométrique des produits
(GPS) — Essais de réception et de
vérification périodique des systèmes
de mesure tridimensionnels (SMT) —**

Partie 12:

**Machines à mesurer
tridimensionnelles à bras articulés
(MMT)**

ISO 10360-12:2016
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8b740831-02ce-4c88-b94d-ca1a554a79d7/iso-10360-12-2016>
*Geometrical product specifications (GPS) — Acceptance and
reverification tests for coordinate measuring systems (CMS) —
Part 12: Articulated arm coordinate measurement machines (CMM)*



Numéro de référence
ISO 10360-12:2016(F)

© ISO 2016

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 10360-12:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8b7f0831-02ce-4ce8-b94d-ca1a554a79d7/iso-10360-12-2016>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2016, Publié en Suisse

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401
CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland
Tel. +41 22 749 01 11
Fax +41 22 749 09 47
copyright@iso.org
www.iso.org

Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Symboles	6
5 Conditions assignées et de fonctionnement	8
5.1 Conditions environnementales.....	8
5.2 Conditions de fonctionnement.....	8
6 Essais de réception et essais de vérification périodique	9
6.1 Généralités.....	9
6.2 Erreurs de taille et de forme du système de palpage.....	9
6.2.1 Principe.....	9
6.2.2 Équipement de mesurage.....	9
6.2.3 Mode opératoire.....	9
6.2.4 Obtention des résultats d'essai.....	10
6.3 Erreurs de position articulées.....	11
6.3.1 Principe.....	11
6.3.2 Équipement de mesurage.....	11
6.3.3 Mode opératoire.....	11
6.3.4 Obtention des résultats d'essai.....	12
6.4 Erreurs de mesurage de longueur.....	12
6.4.1 Principe.....	12
6.4.2 Équipement de mesurage.....	13
6.4.3 Mode opératoire.....	13
7 Conformité à la spécification	17
7.1 Essais de réception.....	17
7.1.1 Critères d'acceptation.....	17
7.1.2 Rejets des données et mesurages répétés.....	18
7.2 Essais de vérification périodique.....	18
8 Applications	18
8.1 Essai de réception.....	18
8.2 Essai de vérification périodique.....	19
8.3 Contrôle intermédiaire.....	19
9 Indication dans la documentation de produit et les fiches de données	20
Annexe A (informative) Formulaires	21
Annexe B (normative) Étalons représentant une longueur d'essai étalonnée	23
Annexe C (informative) Alignement des étalons	29
Annexe D (informative) Essai intermédiaire	31
Annexe E (normative) Essai d'un système de palpage par scanning d'une MMT à bras articulés	33
Annexe F (normative) Mesurage d'erreur de longueur par concaténation de longueurs d'essai	35
Annexe G (informative) Erreurs optionnelles de taille et de forme articulées du système de palpage	40
Annexe H (informative) Plage de répétabilité optionnelle de l'erreur de mesurage de longueur	41
Annexe I (informative) Relation avec le modèle de matrice GPS	42
Bibliographie	43

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 (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

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. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'OMC concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: [Avant-propos — Informations supplémentaires](http://standards.iteh.ai/catalog/standards/sis/8b71b831-02ce-4ce8-b94d-ca1a554a79d7/iso-10360-12-2016).

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 213, *Spécifications et vérification*

L'ISO 10360 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Spécification géométrique des produits (GPS) — Essais de réception et de vérification périodique des systèmes de mesure tridimensionnels (SMT)*:

- *Partie 1: Vocabulaire*
- *Partie 2: MMT utilisées pour les mesurages de dimensions linéaires*
- *Partie 3: MMT ayant l'axe de rotation d'un plateau tournant comme quatrième axe*
- *Partie 4: MMT utilisées en mode de mesurage par scanning*
- *Partie 5: MMT utilisant des systèmes de palpage à stylet simple ou à stylets multiples*
- *Partie 6: Estimation des erreurs dans le calcul des éléments associés gaussiens*
- *Partie 7: MMT équipées de systèmes de palpage imageurs*
- *Partie 8: MMT avec détecteurs optiques sans contact*
- *Partie 9: MMT avec systèmes de palpage multiples*
- *Partie 10: Lasers de poursuite pour mesurer les distances de point à point*
- *Partie 12: Machines à mesurer tridimensionnelles à bras articulés (MMT)*

Introduction

La présente partie de l'ISO 10360 est une norme GPS générale (voir ISO 14638). Pour de plus amples informations sur la relation de la présente partie de l'ISO 10360 avec les autres normes et le modèle de matrice GPS, voir l'[Annexe I](#).

La présente partie de l'ISO 10360 est incluse dans le schéma directeur ISO/GPS donné dans l'ISO 14638 qui donne une vue d'ensemble du système ISO/GPS. Les principes fondamentaux du système ISO/GPS, donnés dans l'ISO 8015, s'appliquent à la présente partie de l'ISO 10360 et les règles de décision par défaut, données dans l'ISO 14253-1, s'appliquent aux spécifications faites conformément à la présente partie de l'ISO 10360, sauf indication contraire.

L'objectif de la présente partie de l'ISO 10360 est de définir un mode opératoire d'essai clair pour:

- permettre aux fabricants de MMT à bras articulés de fournir des spécifications des EMTs et
- permettre aux utilisateurs de mener des essais sur les MMT à bras articulés selon les spécifications des fabricants à l'aide d'étalons de référence traçables et étalonnés.

L'avantage de ces essais est que le résultat mesuré a une traçabilité directe avec l'unité de longueur, le mètre, et qu'ils permettent de connaître la façon dont la MMT à bras articulés fonctionnera lors de mesurages de longueurs similaires.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 10360-12:2016](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8b7f0831-02ce-4ce8-b94d-ca1a554a79d7/iso-10360-12-2016>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 10360-12:2016

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8b7f0831-02ce-4ce8-b94d-ca1a554a79d7/iso-10360-12-2016>

Spécification géométrique des produits (GPS) — Essais de réception et de vérification périodique des systèmes de mesure tridimensionnels (SMT) —

Partie 12:

Machines à mesurer tridimensionnelles à bras articulés (MMT)

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 10360 spécifie les essais de réception visant à vérifier que les performances d'une MMT à bras articulés en mesurant des longueurs d'essai étalonnées soient conformes aux indications du fabricant. Elle spécifie également les essais de vérification périodique permettant à l'utilisateur de vérifier périodiquement les performances de la MMT à bras articulés. Elle s'applique aux MMT à bras articulés utilisant des palpeurs tactiles et optionnellement des détecteurs optiques sans contact. Des informations supplémentaires sur les essais pour accessoires de scanning sont données à l'[Annexe E](#).

La présente partie de l'ISO 10360 ne spécifie pas la fréquence ou le moment où l'essai est réalisé, le cas échéant, et ne précise pas la partie qui doit supporter le coût de l'essai.

La présente partie de l'ISO 10360 spécifie:

- les exigences de performance qui peuvent être fixées par le fabricant ou l'utilisateur de la MMT à bras articulés;
- la façon d'exécuter les essais de réception et de vérification périodique pour démontrer les exigences spécifiées;
- les règles pour prouver la conformité; et
- les applications pour lesquelles les essais de réception et de vérification périodique peuvent être utilisés.

2 Références normatives

Les documents suivants, en totalité ou en partie, sont référencés de manière normative dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 10360-8:2013, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Essais de réception et de vérification périodique des systèmes de mesure tridimensionnels (SMT) — Partie 8: MMT avec détecteurs optiques sans contact*

ISO 10360-9:2013, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Essais de réception et de vérification périodique des systèmes de mesure tridimensionnels (SMT) — Partie 9: MMT avec systèmes de palpation multiples*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 10360-1 ainsi que les suivants s'appliquent.

NOTE Les définitions contenues dans le présent article visent à décrire de manière concise la signification des termes. Pour les caractéristiques métrologiques associées à des valeurs numériques, la description complète du mode opératoire et l'obtention des résultats d'essai de [l'Article 6](#) et de [l'Annexe E](#) doivent être observées pour la détermination des valeurs.

3.1

machine à mesurer tridimensionnelle à bras articulé

système qui mesure les coordonnées spatiales et comprend

- une chaîne ouverte de segments de longueur fixe,
- des articulations reliant les segments et les attachant à l'environnement stationnaire et
- un système de palpation à l'extrémité libre de la chaîne

Note 1 à l'article: Le système de palpation peut comprendre une sonde rigide ou un système de détection comme un scanner.

Note 2 à l'article: Les articulations rotatives connectées aux segments de longueur fixe sont équipées de codeurs angulaires. Les coordonnées cartésiennes de chaque point de mesure sont calculées à partir des angles mesurés et des longueurs de segment.

3.2

joint

connexion entre les éléments adjacents d'une MMT à bras articulés qui permet un degré de liberté rotationnel unique entre ces éléments

Note 1 à l'article: Il existe deux types de joints: les joints de charnière, qui causent un mouvement de charnière entre les segments de bras adjacents, et les joints à rotule, qui causent un mouvement rotatif autour de l'axe du segment de bras connecté.

Note 2 à l'article: Chaque articulation comprend ordinairement un dispositif de mesure angulaire (codeur rotatif).

3.3

articulation

ensemble de deux joints ou plus entre deux éléments adjacents d'une MMT à bras articulés

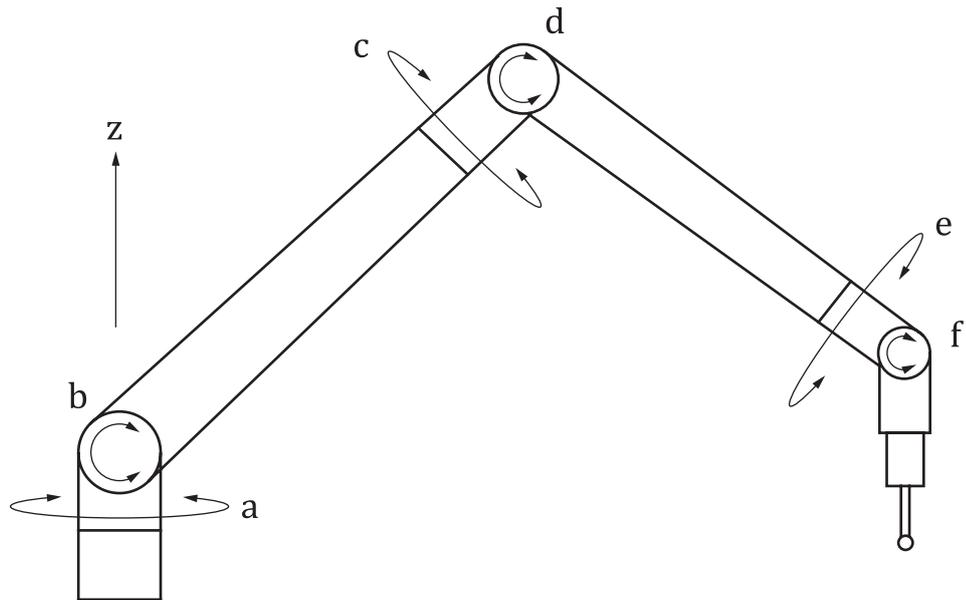
Note 1 à l'article: Une articulation comprend généralement au moins un joint de charnière et un joint à rotule.

Note 2 à l'article: Par analogie avec le bras humain, les trois articulations principales sont appelées épaule, coude et poignet.

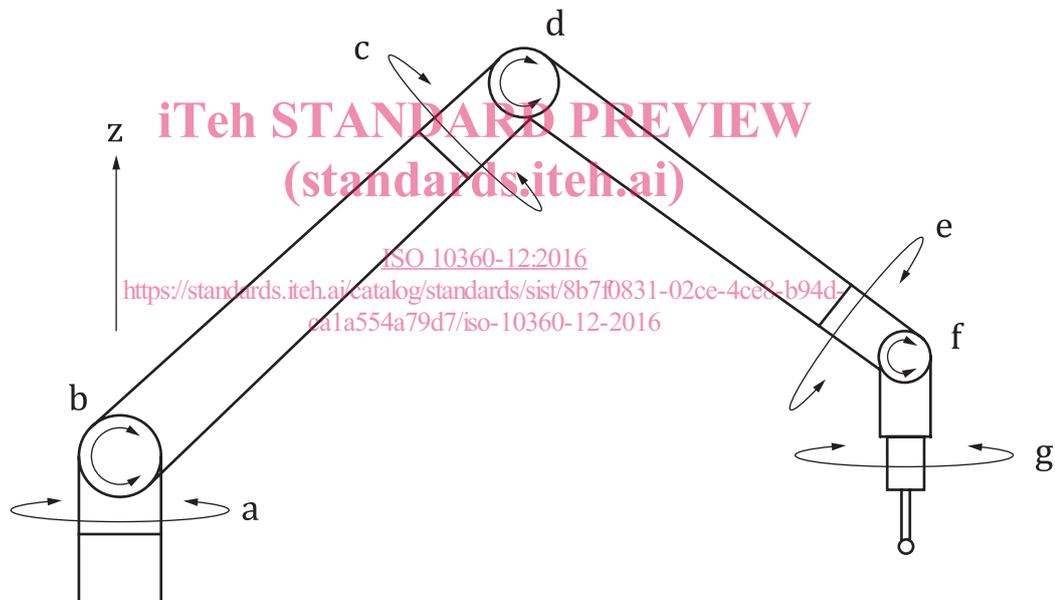
Note 3 à l'article: Les machines actuelles possèdent 2 ou 3 degrés de liberté pour l'épaule (a, b), le coude (c, d) et le poignet (e, f, g) comme illustré à la [Figure 1](#). Par conséquent, les MMTs à bras articulés sont appelées machines à six axes ou à sept axes.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 10360-12:2016



a) Avec six axes rotatifs



b) Avec sept axes rotatifs

Figure 1 — MMT à bras articulés

3.4

étendue de mesure

diamètre du volume sphérique à l'intérieur duquel une MMT à bras articulés est capable de mesurer

Note 1 à l'article: L'étendue de mesure est spécifiée par le fabricant.

Note 2 à l'article: L'étendue de mesure correspond à deux fois la portée du bras articulé. Néanmoins, certaines régions accessibles par le bras articulé peuvent ne pas être comprises dans le volume de mesure.

3.5

volume de mesurage

région dans l'espace pour laquelle le fabricant spécifie les performances de la MMT à bras articulés

Note 1 à l'article: Le volume de mesurage est limité par les zones inaccessibles spécifiées par le fabricant. Par exemple, une zone inaccessible peut exister aux alentours de l'axe vertical principal.

Note 2 à l'article: Les fabricants peuvent spécifier plusieurs volumes de mesurage pour une machine, chaque volume de mesurage possédant des spécifications de performance différentes.

Note 3 à l'article: À cause de la possibilité de blocage d'un joint lorsque des segments de bras adjacents sont rapprochés, la taille du volume de mesurage peut dépendre de la direction du stylet pour palpeur par rapport à la périphérie ou aux zones inaccessibles du volume de mesurage. Le fabricant peut spécifier un ou plusieurs volumes de mesurage selon la direction du stylet pour palpeur.

3.6

longueur utile du bras

moitié de l'étendue de mesurage

3.7

coefficient de dilatation thermique

CDT

α

coefficient linéaire de dilatation thermique d'un matériel à 20 °C

Note 1 à l'article: La définition ci-dessus du CDT ne signifie pas qu'un utilisateur est tenu d'effectuer les mesurages à 20 °C.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

3.8

matériau à CDT normal

matériau dont le CDT est compris entre $8 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ et $13 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$

Note 1 à l'article: Dans certains documents, le CDT peut être exprimé en unités 1/K, ce qui équivaut à 1/°C.

[SOURCE: ISO 10360-2]

3.9

socle cinématique

socle (nid) mécanique qui maintient de manière répétable le centre d'une surface sphérique dans une position fixe dans l'espace

Note 1 à l'article: Un exemple de socle cinématique est un socle trièdre comprenant trois sphères durcies, chaque sphère placée sur un cercle et séparée des autres sphères par nominale 120°. Chacune des trois sphères est en contact avec la surface d'une plus grande sphère (ou surface sphérique) afin de permettre un positionnement répétable du centre de la grande sphère dans l'espace.

Note 2 à l'article: Utilisé conformément à la présente partie de l'ISO 10360, un socle cinématique fournit une contrainte pour 3 degrés de liberté plutôt que 6 degrés de liberté.

3.10

essai d'articulation à point fixe

essai où le palpeur de la MMT à bras articulés est maintenu dans un socle cinématique pendant que la position du coude subit une rotation de 180°

Note 1 à l'article: L'essai d'articulation à point fixe est un essai intermédiaire décrit dans l'[Annexe D](#).

3.11

erreur de position articulée, tactile

$L_{\text{Dia.5x5:Art:Tact.AArm}}$

diamètre de la sphère minimale circonscrite englobant les points qui sont les centres des cinq sphères obtenues en effectuant l'essai de position articulée lorsqu'un palpeur tactile est utilisé

Note 1 à l'article: Dans le contexte de la présente partie de l'ISO 10360, l'abréviation locale $L_{\text{Dia.5x5:Art}}$ est utilisée.

3.12 erreur de mesurage de longueur, bidirectionnelle

$E_{Bi:0:Tact.AArm}$

erreur d'indication lors du mesurage d'une distance point-à-point bidirectionnelle

Note 1 à l'article: Dans le contexte de la présente partie de l'ISO 10360, l'abréviation locale E_{Bi} est utilisée.

Note 2 à l'article: L'indice 0 indique qu'il n'y a pas de décalage de touche. Il peut y avoir un décalage dans d'autres parties de l'ISO 10360.

3.13 erreur de mesurage de longueur, unidirectionnelle

$E_{Uni:0:Tact.AArm}$

erreur d'indication lors du mesurage d'une distance point-à-point unidirectionnelle

Note 1 à l'article: L'Annexe B traite des mesurages unidirectionnels et bidirectionnels.

Note 2 à l'article: Dans le contexte de la présente partie de l'ISO 10360, l'abréviation locale E_{Uni} est utilisée.

3.14 erreur de forme du système de palpation, tactile

$P_{Form.Sph.1x25::Tact.AArm}$

erreur d'indication dans laquelle la plage de distances radiales Gaussiennes peut être déterminée par une association Gaussienne (moindres carrés) de 25 points mesurés à l'aide d'un palpeur tactile sur la sphère d'essai

Note 1 à l'article: Dans le contexte de la présente partie de l'ISO 10360, l'abréviation locale $P_{Form.Sph.1x25}$ est utilisée.

3.15 erreur de taille du système de palpation, tactile

$P_{Size.Sph.1x25::Tact.AArm}$

erreur d'indication du diamètre d'un étalon matérialisé sphérique de taille, déterminée par une association Gaussienne (moindres carrés) de 25 points mesurés à l'aide d'un palpeur tactile

Note 1 à l'article: Dans le contexte de la présente partie de l'ISO 10360, l'abréviation locale $P_{Size.Sph.1x25}$ est utilisée.

3.16 erreur maximale tolérée d'erreur de position articulée, tactile

$L_{Dia.5x5:Art:Tact.AArm,MPE}$

valeur extrême de l'erreur de position articulée, tactile, $L_{Dia.5x5:Art:Tact.AArm}$, tolérée par les spécifications

Note 1 à l'article: Dans le contexte de la présente partie de l'ISO 10360, l'abréviation locale $L_{Dia.5x5:Art,MPE}$ est utilisée.

3.17 erreur maximale tolérée de mesurage de longueur bidirectionnelle

$E_{Bi:0:Tact.AArm,MPE}$

valeur extrême de l'erreur de mesurage de longueur bidirectionnelle, $E_{Bi:0:Tact.AArm}$, tolérée par les spécifications

Note 1 à l'article: Dans le contexte de la présente partie de la norme ISO, l'abréviation locale $E_{Bi,MPE}$ est utilisée.

3.18 erreur maximale tolérée de mesurage de longueur unidirectionnelle

$E_{Uni:0:Tact.AArm,MPE}$

valeur extrême de l'erreur de mesurage de longueur unidirectionnelle, $E_{Uni:0:Tact.AArm}$, tolérée par les spécifications

Note 1 à l'article: Dans le contexte de la présente partie de l'ISO 10360, l'abréviation locale $E_{Uni,MPE}$ est utilisée.

3.19

erreur maximale tolérée de forme du système de palpation, tactile

$P_{Form.Sph.1x25::Tact.AArm,MPE}$

valeur extrême de l'erreur de forme du système de palpation pour un palpeur tactile, $P_{Form.Sph.1x25::Tact.AArm}$, tolérée par les spécifications

Note 1 à l'article: Dans le contexte de la présente partie de l'ISO 10360, l'abréviation locale $P_{Form.Sph.1x25,MPE}$ est utilisée.

3.20

erreur maximale tolérée de taille du système de palpation, tactile

$P_{Size.Sph.1x25::Tact.AArm,MPE}$

valeur extrême de l'erreur de taille du système de palpation pour un palpeur tactile, $P_{Size.Sph.1x25::Tact.AArm}$, tolérée par les spécifications

Note 1 à l'article: Dans le contexte de la présente partie de l'ISO 10360, l'abréviation locale $P_{Size.Sph.1x25,MPE}$ est utilisée.

3.21

conditions assignées de fonctionnement

condition de fonctionnement devant être satisfaite pendant le mesurage pour qu'un instrument de mesurage ou un système de mesurage fonctionne conformément à ce qui est prévu

Note 1 à l'article: Les conditions assignées de fonctionnement spécifient généralement des intervalles de valeurs pour une grandeur mesurée et pour toute grandeur d'influence.

Note 2 à l'article: [SOURCE: Guide ISO/IEC 99:2007, 4.9]

Note 3 à l'article: Dans la série de normes ISO 10360, l'expression «conformément à ce qui est prévu», signifie tel que spécifié par les EMTs.

Note 4 à l'article: Si une spécification d'EMT est considérée comme une fonction (où différentes valeurs d'EMT peuvent être données pour différentes conditions), alors les conditions assignées de fonctionnement définissent le domaine de cette fonction.

4 Symboles

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 10360, les symboles du [Tableau 1](#) s'appliquent.

Tableau 1 — Symboles

Symboles globaux	Abréviations locales	Terme
$L_{Dia.5x5:Art:Tact.AArm}$	$L_{Dia.5x5:Art}$	Erreur de position articulée, tactile
$E_{Uni:0:Tact.AArm}$	E_{Uni}	Erreur de mesurage de longueur, unidirectionnelle
$E_{Bi:0:Tact.AArm}$	E_{Bi}	Erreur de mesurage de longueur, bidirectionnelle
$P_{Form.Sph.1x25::Tact.AArm}$	$P_{Form.Sph.1x25}$	Erreur de forme du système de palpation, tactile
$P_{Size.Sph.1x25::Tact.AArm}$	$P_{Size.Sph.1x25}$	Erreur de taille du système de palpation, tactile
$E_{Uni:0:Tact.AArm,MPE}$	$E_{Uni,MPE}$	Erreur maximale tolérée de mesurage de longueur unidirectionnelle
$E_{Bi:0:Tact.AArm,MPE}$	$E_{Bi,MPE}$	Erreur maximale tolérée de mesurage de longueur bidirectionnelle
$P_{Form.Sph.1x25::Tact.AArm,MPE}$	$P_{Form.Sph.1x25,MPE}$	Erreur maximale tolérée de forme du système de palpation, tactile

^a Le qualificatif de fin, ".AArm", indique que cette caractéristique métrologique comme définie dans la partie de l'ISO 10360 pertinente est soumise à essai avec une MMT à bras articulée.

^b Ces symboles se rapportent aux caractéristiques métrologiques pour lesquelles la spécification et l'essai sont optionnels (non normatif).

Tableau 1 (suite)

Symboles globaux	Abréviations locales	Terme
$P_{\text{Size.Sph.1x25::Tact.AArm,MPE}}$	$P_{\text{Size.Sph.1x25,MPE}}$	Erreur maximale tolérée de taille du système de palpation, tactile
$L_{\text{Dia.5x5:Art:Tact.AArm,MPE}}$	$L_{\text{Dia.5x5:Art,MPE}}$	Erreur maximale tolérée d'erreur de position articulée, tactile
$P_{\text{Form.Sph.1x25::ODS.AArm}}$	$P_{\text{Form.Sph.1x25::ODS}}$	Erreur de forme du système de palpation, ODS (basée sur l'ISO 10360-8) ^a
$P_{\text{Form.Sph.D95%::ODS.AArm}}$	$P_{\text{Form.Sph.D95%::ODS}}$	Erreur de dispersion du système de palpation (basée sur l'ISO 10360-8) ^a
$P_{\text{Size.Sph.1x25::ODS.AArm}}$	$P_{\text{Size.Sph.1x25::ODS}}$	Erreur de taille du système de palpation, ODS (basée sur l'ISO 10360-8) ^a
$P_{\text{Size.Sph.All::ODS.AArm}}$	$P_{\text{Size.Sph.All::ODS}}$	Erreur de taille totale du système de palpation All (basée sur l'ISO 10360-8) ^a
$P_{\text{Form.Sph.1x25::ODS.AArm,MPE}}$	$P_{\text{Form.Sph.1x25::ODS,MPE}}$	Erreur maximale tolérée de forme du système de palpation, ODS (basée sur l'ISO 10360-8) ^a
$P_{\text{Form.Sph.D95%::ODS.AArm,MPE}}$	$P_{\text{Form.Sph.D95%::ODS,MPE}}$	Erreur maximale tolérée de dispersion du système de palpation (basée sur l'ISO 10360-8) ^a
$P_{\text{Size.Sph.1x25::ODS.AArm,MPE}}$	$P_{\text{Size.Sph.1x25::ODS,MPE}}$	Erreur maximale tolérée de taille du système de palpation, ODS (basée sur l'ISO 10360-8) ^a
$P_{\text{Size.Sph.All::ODS.AArm,MPE}}$	$P_{\text{Size.Sph.All::ODS,MPE}}$	Erreur maximale tolérée de taille totale du système de palpation All (basée sur l'ISO 10360-8) ^a
$P_{\text{Form.Pla.D95%::ODS.AArm}}$	$P_{\text{Form.Pla.D95%::ODS}}$	Erreur de forme plane du système de palpation (basée sur l'ISO 10360-8) ^a
$P_{\text{Form.Pla.D95%::ODS.AArm,MPE}}$	$P_{\text{Form.Pla.D95%::ODS,MPE}}$	Erreur maximale tolérée de forme plane du système de palpation (basée sur l'ISO 10360-8) ^a
$P_{\text{Form.Sph.1x25::MPS.AArm}}$	$P_{\text{Form.Sph.1x25::MPS}}$	Erreur de forme du système à palpeurs multiples (basée sur l'ISO 10360-9) ^a
$P_{\text{Size.Sph.1x25::MPS.AArm}}$	$P_{\text{Size.Sph.1x25::MPS}}$	Erreur de taille du système à palpeurs multiples (basée sur l'ISO 10360-9) ^a
$L_{\text{Dia.1x25::MPS.AArm}}$	$L_{\text{Dia.1x25::MPS}}$	Erreur de position du système à palpeurs multiples (basée sur l'ISO 10360-9) ^a
$P_{\text{Form.Sph.1x25::MPS.AArm,MPE}}$	$P_{\text{Form.Sph.1x25::MPS,MPE}}$	Erreur de forme maximale tolérée du système de palpation multiple (basée sur l'ISO 10360-9) ^a
$P_{\text{Size.Sph.1x25::MPS.AArm,MPE}}$	$P_{\text{Size.Sph.1x25::MPS,MPE}}$	Erreur de taille maximale tolérée du système de palpation multiple (basée sur l'ISO 10360-9) ^a
$L_{\text{Dia.1x25::MPS.AArm,MPE}}$	$L_{\text{Dia.1x25::MPS,MPE}}$	Erreur de position maximale tolérée du système de palpation multiple (basée sur l'ISO 10360-9) ^a
$R_{\text{Uni.0::Tact.AArm}}$	$R_{\text{Uni.0::Tact}}$	Plage de répétabilité des erreurs de mesure de longueur bidirectionnelle ^{a, b}
$R_{\text{Bi.0::Tact.AArm}}$	$R_{\text{Bi.0::Tact}}$	Plage de répétabilité des erreurs de mesure de longueur unidirectionnelle ^{a, b}
$P_{\text{Size.5x5:Art:Tact.AArm}}$	$P_{\text{Size.5x5:Art:Tact}}$	Erreur de taille articulée du système de palpation ^{a, b}
$P_{\text{Form.5x5:Art:Tact.AArm}}$	$P_{\text{Form.5x5:Art:Tact}}$	Erreur de forme articulée du système de palpation ^{a, b}
$R_{\text{Uni.0::Tact.AArm,MPE}}$	$R_{\text{Uni.0::Tact,MPE}}$	Erreur maximale tolérée pour la plage de répétabilité des erreurs de mesure de longueur unidirectionnelles ^{a, b}

^a Le qualificatif de fin, "AArm", indique que cette caractéristique métrologique comme définie dans la partie de l'ISO 10360 pertinente est soumise à essai avec une MMT à bras articulé.

^b Ces symboles se rapportent aux caractéristiques métrologiques pour lesquelles la spécification et l'essai sont optionnels (non normatif).

Tableau 1 (suite)

Symboles globaux	Abréviations locales	Terme
$R_{Bi.0::Tact.AArm,MPE}$	$R_{Bi.0::Tact,MPE}$	Erreur maximale tolérée pour la plage de répétabilité des erreurs de mesurage de longueur bidirectionnelles ^{a, b}
$P_{Size.5x5:Art:Tact.AArm,MPE}$	$P_{Size.5x5:Art:Tact,MPE}$	Erreur maximale tolérée pour l'erreur de taille articulée du système de palpaga ^{a, b}
$P_{Form.5x5:Art:Tact.AArm,MPE}$	$P_{Form.5x5:Art:Tact,MPE}$	Erreur maximale tolérée pour l'erreur de forme articulée du système de palpaga ^{a, b}
<p>^a Le qualificateur de fin, ".AArm", indique que cette caractéristique métrologique comme définie dans la partie de l'ISO 10360 pertinente est soumise à essai avec une MMT à bras articulé.</p> <p>^b Ces symboles se rapportent aux caractéristiques métrologiques pour lesquelles la spécification et l'essai sont optionnels (non normatif).</p>		

Les abréviations locales sont utilisées dans la présente partie de l'ISO 10360 par souci de simplicité; néanmoins, les abréviations locales utilisées dans différentes parties de l'ISO 10360 peuvent ne pas être les mêmes, par exemple, une même abréviation peut faire référence à des symboles complets différents. L'utilisation des symboles abrégés n'est pas recommandée en dehors du contexte exclusif de la présente partie de l'ISO 10360.

5 Conditions assignées et de fonctionnement

5.1 Conditions environnementales

Les limites à respecter pour les conditions environnementales autorisées, telles que les conditions de température, la pression de l'air, l'humidité et les vibrations sur le lieu d'installation, qui influencent les mesurages, doivent être spécifiées par

- le fabricant, pour les essais de réception, et
- l'utilisateur, pour les essais de vérification périodique.

Dans les deux cas, l'utilisateur est libre de choisir les conditions environnementales dans lesquelles les essais seront réalisés dans les limites spécifiées (le Formulaire 1 de l'Annexe A montre un exemple de méthode pour spécifier ces conditions). Le fabricant doit fournir les valeurs d'EMT et les conditions de fonctionnement pour lesquelles les valeurs d'EMT sont valides dans un document unique et publié.

Si l'utilisateur souhaite que l'essai soit effectué dans des conditions environnementales différentes des conditions ambiantes du site d'essai (par exemple à une température supérieure ou inférieure), il conviendra que les parties désignent d'un commun accord la partie qui devra supporter le coût de la mise aux conditions d'environnementales.

5.2 Conditions de fonctionnement

La MMT à bras articulés doit être utilisée par un opérateur suffisamment formé et compétent, respectant les modes opératoires donnés dans le manuel d'utilisation du fabricant pendant la réalisation des essais décrits dans l'Article 6. Les parties du manuel du fabricant à respecter comprennent par exemple:

- a) les cycles de démarrage/préchauffage de la machine,
- b) les modes opératoires de compensation de la machine,
- c) la position, le type et le nombre de capteurs environnementaux,
- d) la position, le type et le nombre de sondes de température de pièce, et
- e) les contraintes de montage.

6 Essais de réception et essais de vérification périodique

6.1 Généralités

Les essais de réception sont effectués selon les spécifications et les modes opératoires du fabricant.

Les essais de vérification périodique sont effectués selon les spécifications de l'utilisateur et les modes opératoires du fabricant.

Chaque erreur obtenue dans un essai de réception de la présente partie de l'ISO 10360 doit être comparée à la valeur ou aux valeurs d'EMT spécifiées par le fabricant pour la configuration de stylet utilisée pendant l'essai.

Éventuellement, un rapport d'essai peut inclure un diagramme des erreurs de mesurages et les valeurs d'EMT correspondantes.

NOTE Pour une MMT à bras articulés, il est fréquent qu'une seule valeur d'EMT soit valide pour l'intégralité du volume de mesurage.

6.2 Erreurs de taille et de forme du système de palpation

6.2.1 Principe

Le principe de ce mode opératoire d'essai consiste à mesurer la taille et la forme d'une sphère d'essai en palpant 25 points sur la surface de la sphère. Une sphère de Gauss (moindres carrés) calculée sur la base des 25 points est examinée pour les erreurs d'indication de forme et de taille. Cette analyse donne l'erreur de forme, $P_{\text{Form.Sph.1x25}}$, et l'erreur de taille, $P_{\text{Size.Sph.1x25}}$.

6.2.2 Équipement de mesurage

ISO 10360-12:2016

L'étalon matérialisé de taille, c'est-à-dire la sphère d'essai, doit avoir un diamètre compris entre 10 mm et 51 mm.

NOTE 1 L'incertitude dans la valeur de taille étalonnée de la sphère d'essai et l'erreur de forme de la sphère d'essai contribuent à l'incertitude de valeur d'essai.

NOTE 2 Il peut être difficile de palper une sphère d'essai inférieure à 20 mm sans rencontrer des problèmes d'interférence de la part du support de la sphère.

6.2.3 Mode opératoire

Installer et qualifier le système de palpation sur la MMT à bras articulés conformément aux modes opératoires normaux du fabricant. Choisir deux positions pour la sphère d'essai n'importe où dans le volume de mesurage, en tenant compte de la direction du stylet pendant l'essai (voir la NOTE 3 de 3.5). Par défaut, une position est à proximité l'axe principal vertical de la MMT à bras articulés, et l'autre position est à proximité de la surface extérieure du volume de mesurage.

La sphère d'essai et la MMT à bras articulés doivent être montées fermement, individuellement et l'une par rapport à l'autre, afin de minimiser les erreurs dues aux flexions.

Mesurer et relever 25 points sans effectuer un mouvement de rotation du stylet ou en changeant la direction du stylet. Les points doivent être répartis de manière approximativement uniforme sur au moins un hémisphère de la sphère d'essai. Leurs positions doivent être laissées à la discrétion de l'utilisateur et, s'il n'est pas spécifié, le modèle de palpation suivant est recommandé (voir la Figure 2):

- un point au pôle (défini par la direction de l'arbre du stylet) de la sphère d'essai;
- quatre points (également répartis) à 22,5° en dessous du pôle;