

NORME  
INTERNATIONALE

**ISO**  
**10360-2**

Première édition  
1994-02-01

---

---

**Métrieologie par coordonnées —**

**Partie 2:**

Évaluation des performances des machines à  
mesurer tridimensionnelles

(standards.iteh.ai)

*Coordinate metrology*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c6c9664a-6baf-42db-8381-36a6c6e45923/iso-10360-2-1994>  
Part 2: Performance assessment of coordinate measuring machines



Numéro de référence  
ISO 10360-2:1994(F)

## 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 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.

La Norme internationale ISO 10360-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 3, *Ajustements*.

L'ISO 10360 comprend les parties suivantes présentées sous le titre général *Métrologie par coordonnées*:

- *Partie 2: Évaluation des performances des machines à mesurer tridimensionnelles*
- *Partie 3: Essai de performance des machines à mesurer tridimensionnelles (MMT) ayant un axe de rotation comme quatrième axe*

Les annexes A et B de la présente partie de l'ISO 10360 sont données uniquement à titre d'information.

© ISO 1994

Droits de reproduction réservés. 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'éditeur.

Organisation internationale de normalisation  
Case Postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

## Introduction

L'évaluation principale des performances des machines à mesurer tridimensionnelles (MMT)<sup>1)</sup> se fait, si possible, par mesurage de longueur. Cette approche permet

- de rendre l'essai conforme, dans toute la mesure du possible, aux méthodes de mesurage couramment mises en œuvre;
- d'avoir une traçabilité bien définie par rapport à l'unité de longueur, le mètre.

L'essai du système de palpation est destiné à évaluer les erreurs du palpeur (en incluant celles non prises en compte par l'essai de réception) liées au système de palpation de type à contact des MMT fonctionnant en mode de mesure par relevés de points.

Certains erreurs de mesurage, d'origine à la fois statique et dynamique, inhérentes à d'autres éléments du système de mesure de la MMT, seront prises en compte lors de cet essai car il n'est pas possible d'isoler complètement les erreurs de palpation des autres erreurs machine d'origine différente.

<https://standards.iso.org/standards/sist/c6c9664a-6baf-42db-8381-36a6c6e45923/iso-10360-2-1994>

---

1) En anglais, l'abréviation pour machines à mesurer tridimensionnelles est CMM.

Page blanche

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

ISO 10360-2:1994

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c6c9664a-6baf-42db-8381-36a6c6e45923/iso-10360-2-1994>

# Métrologie par coordonnées —

## Partie 2:

## Évaluation des performances des machines à mesurer tridimensionnelles

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 10360 prescrit

- a) l'essai de réception qui vérifie que les performances des MMT et du système de palpation sont conformes à ce qui est spécifié par le fabricant;
- b) l'essai de vérification périodique, qui permet à l'utilisateur de vérifier périodiquement les performances des MMT et du système de palpation;
- c) le contrôle intermédiaire (voir annexe A), qui permet à l'utilisateur de faire des vérifications sur les MMT et le système de palpation entre les essais de vérification périodique,

sur la base de l'erreur de mesure de longueur dans l'espace (erreur tridimensionnelle) pour les machines capables de mesurer des coordonnées cartésiennes, cylindriques ou sphériques de points dans l'espace. Un nombre limité d'essais est effectué, mais leurs positions peuvent être quelconques à l'intérieur de l'espace de travail de la machine. Trois axes indépendants (à l'exception des axes associés au système de palpation) doivent être testés.

### 2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de l'ISO 10360. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente partie de l'ISO 10360 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-

après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 3650:1978, *Cales-étalons*.

VIM, *Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie*.

### 3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 10360, les définitions suivantes s'appliquent.

**3.1 machine à mesurer tridimensionnelle (MMT):** Dispositif de mesure utilisé à poste fixe, conçu pour effectuer des mesurages à partir d'au moins trois déplacements linéaires ou angulaires générés par la machine. L'un des trois déplacements au moins doit être une mesure linéaire.

**3.2 erreur d'indication d'une MMT:** Indication de la MMT moins la valeur (conventionnellement) vraie de la grandeur mesurée.

NOTE 1 L'erreur d'indication d'une MMT inclut l'erreur de l'étalon matérialisé de longueur.

**3.3 incertitude de mesure dimensionnelle:** Estimation caractérisant l'étendue des valeurs dans laquelle se situe la valeur vraie d'une grandeur mesurée.

**3.4 étalon matérialisé:** Mesure matérialisée reproduisant une valeur connue d'une grandeur dimensionnelle (longueur, diamètre, etc.) raccordée aux étalons nationaux et utilisée pour l'essai de vérification d'une MMT.

**3.5 étalon matérialisé de longueur:** Étalon matérialisé comportant au moins deux plans réputés parallèles, la distance entre ces plans étant spécifiée.

NOTE 2 Exemples d'étalons matérialisés de longueur: cales-étalons conformément à l'ISO 3650 et calibres à étages.

**3.6 erreur d'indication d'une MMT pour une mesure de longueur,  $E$ :** Par convention, erreur qui peut être faite par une MMT sur la mesure de la longueur de l'étalon matérialisé, le mesurage étant fait entre deux points opposés de deux plans réputés parallèles, perpendiculairement à l'un des plans, les points étant accostés suivant deux directions opposées.

L'erreur d'indication d'une MMT pour une mesure de longueur,  $E$ , exprimée en micromètres, est spécifiée sous l'une des trois formes suivantes:

$$E = A + L/K \leq B, \text{ ou}$$

$$E = A + L/K, \text{ ou}$$

$$E = B$$

où

- $A$  est une constante, exprimée en micromètres, donnée par le fabricant de MMT;
- $K$  est une constante sans dimension donnée par le fabricant de MMT;
- $L$  est la longueur mesurée, en millimètres
- $B$  est la valeur maximale de  $E$ , en micromètres, spécifiée par le fabricant de MMT.

Ces expressions s'appliquent pour toute position ou orientation de l'étalon matérialisé sur la MMT.

Les mesurages doivent être effectués en utilisant les trois axes de la machine pour lesquels le fabricant a spécifié que la valeur de  $E$  indiquée s'applique.

**3.7 erreur d'indication de la MMT en vérification périodique,  $V$ :** Erreur d'indication choisie, pour les essais de vérification périodique, par l'utilisateur en fonction de ses exigences et de l'usage de la machine.

**3.8 erreur de palpé,  $R$ :** Par convention, erreur qui peut être faite par la MMT lors de la détermination de la variation de rayon d'un étalon matérialisé, les mesurages étant effectués sur une sphère.

$R$  est une constante positive spécifiée par le fabricant de MMT.

Cette valeur est valable pour toute position de l'étalon matérialisé sur la MMT et pour toute direction de palpé.

**3.9 erreur de palpé en vérification périodique,  $S$ :** Erreur de palpé choisie, pour les essais de vérification périodique, par l'utilisateur en fonction de ses exigences et de l'usage de la machine.

**3.10 distance radiale,  $r$ :** Distance entre le centre de la sphère gaussienne, dite des moindres carrés (élément de substitution) et le point palpé.

## 4 Essai de réception et de vérification périodique de la MMT

### 4.1 Conditions de fonctionnement

Avant de commencer les essais donnés en 4.2 et 4.3, on doit faire fonctionner la MMT en utilisant les procédures comme spécifié dans le manuel d'instructions du fabricant, par exemple pour

- le démarrage de la machine;
- la qualification du palpeur;
- la configuration physique du palpeur.

Il convient que le fabricant fournisse les informations nécessaires.

Pour les essais donnés en 4.2 et 4.3, il faut respecter les conditions de fonctionnement et d'environnement prescrites par le fabricant.

### 4.2 Essai de réception

#### 4.2.1 Principe

Détermination des valeurs de l'erreur de mesure de longueur d'une MMT,  $\Delta L$ , pour vérifier si la machine respecte, lors des mesurages, la valeur de  $E$  spécifiée par le fabricant.

#### 4.2.2 Appareillage

**4.2.2.1 Machine à mesurer tridimensionnelle** devant être essayée (voir 3.1).

**4.2.2.2 Étalon matérialisé de longueur**, étant soit un calibre à étages, soit une série de cales-étalons conformes à l'ISO 3650, fortement recommandés.

Il convient que

- la plus grande longueur de l'étalon matérialisé soit au moins égale à 66 % de la valeur de la plus grande diagonale de l'espace de mesure;
- la plus petite longueur de l'étalon matérialisé soit inférieure à 30 mm.

Si l'on utilise les étalons matérialisés du fabricant, on ne doit pas ajouter à la valeur de  $E$  une incertitude complémentaire. Si l'on utilise les étalons matérialisés

de l'utilisateur et si leur incertitude,  $F$ , est supérieure à 20 % de la valeur de  $E$ , on doit redéfinir  $E$  comme la somme de  $E$  et  $F$ .

Les étalons matérialisés du fabricant doivent avoir une incertitude d'étalonnage au plus égale à 20 % de  $E$ .

### 4.2.3 Mode opératoire

**4.2.3.1** Mesurer l'étalon de longueur matérialisé dans sept configurations différentes (combinaisons de différentes positions et orientations) laissées à la discrétion de l'utilisateur, et limitées à des mesures bidirectionnelles internes ou externes.

**4.2.3.2** Pour chacune de ces sept configurations, mesurer et enregistrer cinq longueurs d'essai, chacune étant répétée trois fois (le nombre total de mesures de longueur est ainsi de 105). Ne mesurer qu'un seul point à chaque extrémité des longueurs d'essai pour chaque mesure de longueur.

NOTE 3 Pour des besoins de dégauchissage, des mesures supplémentaires sont habituellement nécessaires. Il est recommandé que la méthode de dégauchissage utilisée soit identique aux modes opératoires retenus pour l'étalonnage.

### 4.2.4 Calcul

Pour chacune des 105 mesures, calculer l'erreur de mesure de longueur,  $\Delta L$ , en prenant la valeur absolue de la différence entre la valeur indiquée et la valeur vraie de la longueur d'essai correspondante.

La valeur indiquée d'un mesurage particulier (longueur d'essai particulière dans une configuration donnée) peut être corrigée pour tenir compte des erreurs systématiques si la MMT comporte des accessoires destinés à la correction des erreurs systématiques de l'instrument, ou un logiciel dans ce but. Il n'est pas permis de corriger manuellement les résultats délivrés par l'imprimante du calculateur pour tenir compte de la température ou d'effectuer d'autres corrections lorsque les conditions d'environnement données par le fabricant s'appliquent.

La valeur vraie de la longueur d'essai est prise égale à la longueur étalonnée entre les faces de mesure de l'étalon matérialisé. Il convient de ne corriger cette valeur en fonction de la température que si cette disposition est normalement disponible dans le logiciel de la MMT.

### 4.2.5 Interprétation des résultats

Les performances de la MMT sont vérifiées si aucune des 105 valeurs de l'erreur de longueur (converties en micromètres), obtenues comme indiqué en 4.2.4, n'est supérieure à la valeur  $E$  spécifiée par le fabricant.

Au maximum 5 des 35 mesures de longueur d'essai peuvent avoir, parmi les trois mesures répétées, une valeur de l'erreur de mesure de longueur supérieure à  $E$ . Pour chacune des longueurs d'essai hors tolérance, la mesure doit être répétée dix fois dans la configuration correspondante.

Si toutes les valeurs de l'erreur de mesure de longueur de ces mesures répétées sont inférieures ou égales à  $E$ , la performance de la MMT est vérifiée.

## 4.3 Vérification périodique

Suivre le mode opératoire et effectuer les calculs comme spécifié en 4.2.

Les performances de la MMT sont revérifiées si les conditions données en 4.2.5 sont satisfaites lorsqu'on substitue  $V$  à  $E$ .

## 5 Essai de réception et de vérification périodique du système de palpation de la MMT

### 5.1 Principe

Détermination de l'étendue des valeurs de la distance radiale  $R$  sur une sphère de référence pour vérifier si une MMT respecte la valeur de  $R$  spécifiée par le fabricant.

### 5.2 Appareillage

**5.2.1 Système de palpation de la machine à mesurer tridimensionnelle** devant être essayé (voir 3.1).

L'utilisateur est libre de choisir la configuration physique du palpeur, dans les limites spécifiées par le fabricant.

#### 5.2.2 Sphère de référence certifiée, ayant

— un diamètre compris entre 10 mm et 50 mm (bornes incluses);

NOTE 4 Les sphères ayant un diamètre inférieur ou égal à 30 mm sont d'usage courant.

— un écart de forme certifié inférieur à  $R/5$ .

La sphère fournie avec la MMT à des fins de qualification de palpeur ne doit pas être utilisée pour cet essai.

Il est recommandé que la sphère soit montée rigidement pour éviter les erreurs dues à la flexion.

### 5.3 Mode opératoire

**5.3.1** Choisir comme configuration physique du palpeur soit celle utilisée pour l'une des sept configurations de mesures de longueur (voir 4.2.3.1), soit une différente.

NOTE 5 Il est recommandé que les touches ne soient pas parallèles à l'un des axes de la MMT.

**5.3.2** Régler et qualifier le palpeur suivant les procédures du fabricant.

**5.3.3** Mesurer et enregistrer un ensemble de 25 points, dans un ordre aléatoire, sur la sphère de référence. Il convient que la répartition des points soit aussi uniforme que possible sur un hémisphère. L'orientation de l'hémisphère est au choix de l'utilisateur.

### 5.4 Calcul

À partir des 25 mesures, déterminer le centre de la sphère gaussienne dite des moindres carrés (élément de substitution). Pour chacune des 25 mesures, calculer le rayon,  $r$ .

### 5.5 Interprétation des résultats

Les performances du système de palpation sont vérifiées si l'étendue des 25 distances radiales,  $r_{\max} - r_{\min}$ , obtenues comme indiqué en 5.4, n'est pas supérieure à la valeur de  $R$  spécifiée par le fabricant.

Si l'étendue obtenue dépasse la valeur  $R$  spécifiée par le fabricant, il est recommandé que le système de palpation soit minutieusement vérifié et l'essai répété une fois, en effectuant à nouveau la qualification du palpeur. Si l'étendue des valeurs de  $r$  obtenue après répétition de l'essai n'est pas supérieure à la valeur de  $R$ , les performances du système de palpation sont vérifiées.

### 5.6 Vérification périodique

Suivre le mode opératoire et effectuer les calculs comme spécifié dans l'article 5.

Les performances du système de palpation de la MMT sont revérifiées si les conditions données en 5.5 sont satisfaites.

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

[ISO 10360-2:1994](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c6c9664a-6baf-42db-8381-36a6c6e45923/iso-10360-2-1994)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c6c9664a-6baf-42db-8381-36a6c6e45923/iso-10360-2-1994>



## Annexe A (informative)

### Vérification intermédiaire

#### A.1 Vérification intermédiaire de la machine

Il est fortement recommandé de vérifier régulièrement la MMT entre chaque vérification périodique. Il convient que les intervalles entre les vérifications soient déterminés à partir des conditions d'environnement et de la performance de mesure requise.

Il est recommandé de vérifier la MMT immédiatement après tout événement significatif qui pourrait affecter ses performances.

Il est recommandé de mesurer les dimensions caractéristiques d'étalons matérialisés autres que des étalons matérialisés de longueur. Il convient d'effectuer ces mesurages immédiatement après l'essai de vérification des performances. Il est recommandé de noter la (les) position(s) et l'(es) orientation(s) de ces étalons et de les répéter par la suite.

En fonction des types de mesurages pour lesquels la MMT est utilisée, il est recommandé de choisir, parmi les étalons suivants couramment utilisés, celui le mieux adapté:

- une pièce d'essai type représentant des éléments géométriques typiques, stable dimensionnellement, mécaniquement robuste et dont l'état

de surface n'affecte pas de façon significative l'incertitude de mesure;

- une barre à boules;
- une barre pouvant être cinématiquement positionnée entre une sphère de référence fixe et la sphère du palpeur de la MMT;
- un étalon circulaire, par exemple une bague-étalon;
- un arrangement particulier de sphères;
- un arrangement particulier d'alésages.

#### A.2 Vérification intermédiaire du système de palpé

Suivre le mode opératoire et effectuer les calculs conformément à l'article 5.

Il est fortement recommandé que la modification de l'erreur de palpé associée aux différentes configurations physiques du palpeur communément utilisées, par exemple touches multiples et rallonges de palpeur, soit régulièrement vérifiée entre les vérifications périodiques.

Il convient que le même appareillage, le même mode opératoire et les mêmes calculs que ceux décrits de 5.2 à 5.4 soient utilisés pour la vérification intermédiaire du système de palpé.