

# NORME INTERNATIONALE ISO 10360-10

Deuxième édition  
2021-08

---

---

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

### Partie 10: Laser de poursuite

(standards.iteh.ai)

*Geometrical product specifications (GPS) — Acceptance and reverification tests for coordinate measuring systems (CMS) —*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/76b537ef-3ea6-4578-aeb9-19731a2b96c0/iso-10360-10-2021>  
*Part 10: Laser trackers*



Numéro de référence  
ISO 10360-10:2021(F)

© ISO 2021

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

[ISO 10360-10:2021](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/76b537ef-3ea6-4578-aeb9-19731a2b96c0/iso-10360-10-2021)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/76b537ef-3ea6-4578-aeb9-19731a2b96c0/iso-10360-10-2021>



### DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2021

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office

Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8

CH-1214 Vernier, Genève

Tél.: +41 22 749 01 11

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>
<b>4</b> <b>Symboles</b> .....	<b>6</b>
<b>5</b> <b>Conditions assignées de fonctionnement</b> .....	<b>7</b>
5.1    Conditions d'environnement.....	7
5.2    Conditions de fonctionnement.....	7
<b>6</b> <b>Essais de réception et essais de vérification périodique</b> .....	<b>8</b>
6.1    Généralités.....	8
6.2    Erreurs de taille et de forme du système de palpage.....	8
6.2.1    Principe.....	8
6.2.2    Étalon de référence.....	9
6.2.3    Mode opératoire.....	9
6.2.4    Obtention des résultats d'essai.....	11
6.3    Erreurs de position (essais sur les deux faces).....	11
6.3.1    Principe.....	11
6.3.2    Étalon de référence.....	11
6.3.3    Mode opératoire.....	11
6.3.4    Obtention des résultats d'essai.....	12
6.4    Erreurs de mesure de longueur.....	13
6.4.1    Généralités.....	13
6.4.2    Principe.....	13
6.4.3    Étalons de référence.....	14
6.4.4    Mode opératoire.....	14
6.4.5    Obtention des résultats d'essai.....	18
<b>7</b> <b>Conformité à la spécification</b> .....	<b>18</b>
7.1    Essais de réception.....	18
7.2    Essais de vérification périodique.....	19
<b>8</b> <b>Applications</b> .....	<b>19</b>
8.1    Essai de réception.....	19
8.2    Essai de vérification périodique.....	19
8.3    Contrôle intermédiaire.....	20
<b>9</b> <b>Autre présentation non formatée des symboles</b> .....	<b>20</b>
<b>Annexe A</b> (informative) <b>Formulaires</b> .....	<b>22</b>
<b>Annexe B</b> (normative) <b>Longueurs d'essai étalonnées</b> .....	<b>26</b>
<b>Annexe C</b> (normative) <b>Compensation thermique des pièces</b> .....	<b>29</b>
<b>Annexe D</b> (informative) <b>Spécification des EMT</b> .....	<b>30</b>
<b>Annexe E</b> (informative) <b>Contrôle intermédiaire</b> .....	<b>34</b>
<b>Annexe F</b> (normative) <b>Essai d'une combinaison d'un stylet et d'un rétrorélecteur (SRC)</b> .....	<b>42</b>
<b>Annexe G</b> (normative) <b>Essai d'une combinaison d'un détecteur optique sans contact et d'un rétrorélecteur (ODR)</b> .....	<b>45</b>
<b>Annexe H</b> (informative) <b>Relation avec le modèle de matrice GPS</b> .....	<b>48</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>49</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 (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](http://www.iso.org/directives)).

L'attention est attirée 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](http://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 nature volontaire des normes, 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'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir [www.iso.org/avant-propos](http://www.iso.org/avant-propos).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 213, *Spécifications et vérification dimensionnelles et géométriques des produits*, en collaboration avec le comité technique CEN/TC 290, *Spécification dimensionnelle et géométrie des produits, et vérification correspondante*, du Comité européen de normalisation (CEN) conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 10360-10:2016), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- le nombre de longueurs soumises à essai a été réduit ;
- des positions sélectionnables par l'utilisateur pour les essais sur les deux faces ont été ajoutées ;
- des lignes directrices supplémentaires pour les essais intermédiaires ont été ajoutées ;
- le symbole  $E_{Uni}$  a été révisé en  $E_{Vol}$ .

Une liste de toutes les parties de la série ISO 10360 se trouve sur le site web de l'ISO.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse [www.iso.org/fr/members.html](http://www.iso.org/fr/members.html).

## Introduction

Le présent document est une norme de spécification géométrique des produits (GPS) et doit être considéré comme une norme GPS générale (voir l'ISO 14638). Il influence le maillon F des chaînes de normes sur la taille, la distance, la forme, l'orientation, la position et le battement.

Le modèle de matrice ISO/GPS donné dans l'ISO 14638 donne une vue d'ensemble du système ISO/GPS dont le présent document fait partie intégrante. Sauf indication contraire, les principes fondamentaux du système ISO/GPS définis dans l'ISO 8015 s'appliquent au présent document, et les règles de décision par défaut communiquées dans l'ISO 14253-1 s'appliquent aux spécifications réalisées conformément au présent document.

De plus amples informations sur la relation du présent document avec les autres normes et le modèle de matrice GPS peuvent être consultées à l'[Annexe H](#).

L'objectif du présent document est de définir un mode opératoire d'essai clair pour :

- a) permettre aux fabricants de lasers de poursuite de spécifier des performances avec des erreurs maximales tolérées (EMT) ; et
- b) permettre l'essai de ces spécifications à l'aide de longueurs d'essai, de sphères d'essai et de formes planes étalonnées, traçables.

L'avantage de ces essais est que le résultat mesuré a une traçabilité directe avec l'unité de longueur, le mètre, et qu'il permet de connaître la façon dont le laser de poursuite fonctionnera lors de mesurages de longueurs similaires.

Le présent document se distingue de l'ISO 10360-2, qui s'applique aux machines à mesurer tridimensionnelles (MMT) avec systèmes de palpage à contact, en ce que l'orientation des longueurs d'essai étalonnées reflète la géométrie différente de l'instrument et les sources d'erreur dans l'instrument.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/76b537ef-3ea6-4578-aeb9-19731a2b96c0/iso-10360-10-2021>

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

[ISO 10360-10:2021](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/76b537ef-3ea6-4578-aeb9-19731a2b96c0/iso-10360-10-2021)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/76b537ef-3ea6-4578-aeb9-19731a2b96c0/iso-10360-10-2021>

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

## Partie 10: Laser de poursuite

### 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les essais de réception permettant de vérifier, en mesurant des longueurs d'essai étalonnées, que les performances d'un laser de poursuite sont telles que spécifiées par le fabricant. Il spécifie également les essais de vérification périodique permettant à l'utilisateur de vérifier périodiquement les performances du laser de poursuite. Les essais de réception et de vérification périodique décrits dans le présent document s'appliquent aux lasers de poursuite utilisant un rétroréflexeur, ou un rétroréflexeur en combinaison avec un stylet ou un détecteur optique sans contact, comme système de palpation. Les lasers de poursuite qui utilisent un mesurage par interférométrie (IFM), un mesurage par appareil de mesure des distances absolues (ADM), ou les deux, peuvent être utilisés à l'aide du présent document. Le présent document peut également être utilisée pour spécifier et vérifier les essais de performance pertinents d'autres systèmes de mesure par coordonnées sphériques qui emploient des cibles coopératives, tels que les systèmes « radar à laser ».

NOTE Les systèmes qui ne suivent pas la cible, tels que les systèmes radar à laser, ne feront pas l'objet d'essais de performance de palpation. [ISO 10360-10:2021](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/76b537ef-3ea6-4578-aeb9-197b1a2b74cc/iso-10360-10-2021)

Le présent document ne s'applique pas explicitement aux systèmes de mesure qui n'utilisent pas de système de coordonnées sphériques. Toutefois, les parties intéressées peuvent convenir d'un commun accord d'appliquer le présent document à de tels systèmes.

Le présent document spécifie :

- les exigences de performance qui peuvent être fixées par le fabricant ou l'utilisateur du laser de poursuite ;
- l'exécution des 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 sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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 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 palpage multiples*

### 3 Termes et définitions

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

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>

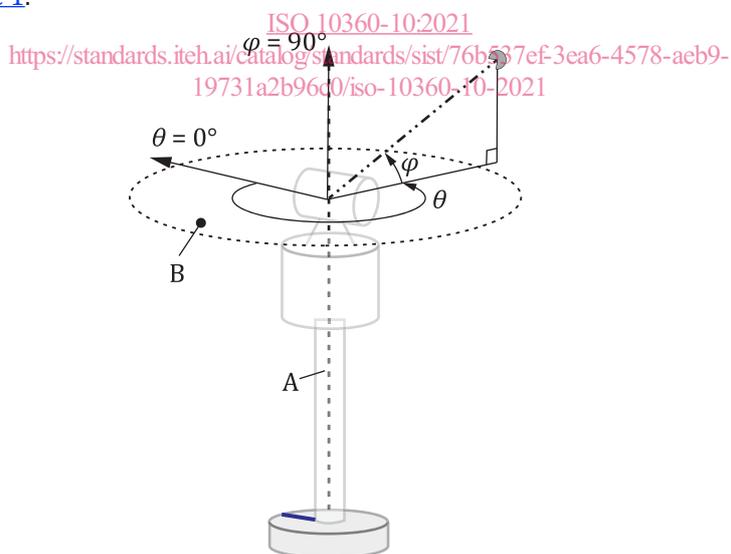
#### 3.1 laser de poursuite

système à mesurer tridimensionnel dans lequel une cible coopérative est suivie à l'aide d'un faisceau laser, sa position étant déterminée par une distance (étendue) et deux angles

Note 1 à l'article: Les deux angles sont qualifiés d'angle d'azimut  $\theta$  (rotation autour d'un axe vertical, l'axe vertical du laser de poursuite) et soit d'angle d'élévation  $\varphi$  (angle au-dessus d'un plan horizontal, perpendiculaire à l'axe vertical), soit d'angle de zénith (angle depuis l'axe vertical).

Note 2 à l'article: Il convient d'être prudent avec les symboles associés aux systèmes de coordonnées sphériques, car il y a plusieurs conventions. Par exemple, la description d'un système de coordonnées sphériques dans l'ISO 80000-2 utilise des symboles différents et utilise l'angle de zénith (à l'opposé de la verticale) plutôt que l'élévation.

Note 3 à l'article: Voir [Figure 1](#).



#### Légende

- A axe vertical
- B plan horizontal (du laser de poursuite)
- $\theta$  angle azimutal
- $\varphi$  angle d'élévation

Figure 1 — Système de coordonnées d'un laser de poursuite

**3.2****mode de mesure par interférométrie****mode IFM**

méthode de mesure qui utilise un interféromètre à laser pour mesurer les déplacements intégré à un *laser de poursuite* (3.1) pour déterminer la distance (étendue) par rapport à une cible

Note 1 à l'article: Les interféromètres pour mesurer les déplacements peuvent uniquement déterminer des écarts de distance et par s'appuient conséquent sur une distance de référence (par exemple, la position de départ).

**3.3****mode de mesure des distances absolues****mode ADM**

méthode de mesure qui utilise un instrument de mesure du temps de vol intégré à un *laser de poursuite* (3.1) pour déterminer la distance (étendue) par rapport à une cible

Note 1 à l'article: L'instrument de mesure du temps de vol peut utiliser diverses méthodes de modulation pour calculer la distance par rapport à la cible.

**3.4****rétrorélecteur**

dispositif passif conçu pour réfléchir la lumière parallèlement à la direction incidente sur une plage d'angles d'incidence

Note 1 à l'article: Les rétrorélecteurs types sont le plot, le coin de cube et des sphères en matériau spécial.

Note 2 à l'article: Les rétrorélecteurs sont des cibles coopératives.

Note 3 à l'article: Pour certains systèmes, par exemple le radar à laser, le rétrorélecteur va probablement être une cible coopérative, telle qu'une sphère polie.

**3.5****rétrorélecteur à fixation sphérique****SMR**

*rétrorélecteur* (3.4) monté dans un boîtier sphérique

Note 1 à l'article: Dans le cas d'un coin de cube à l'air libre, le sommet est généralement ajusté de manière à coïncider avec le centre de la sphère.

Note 2 à l'article: Les essais du présent document sont généralement exécutés avec un rétrorélecteur à fixation sphérique.

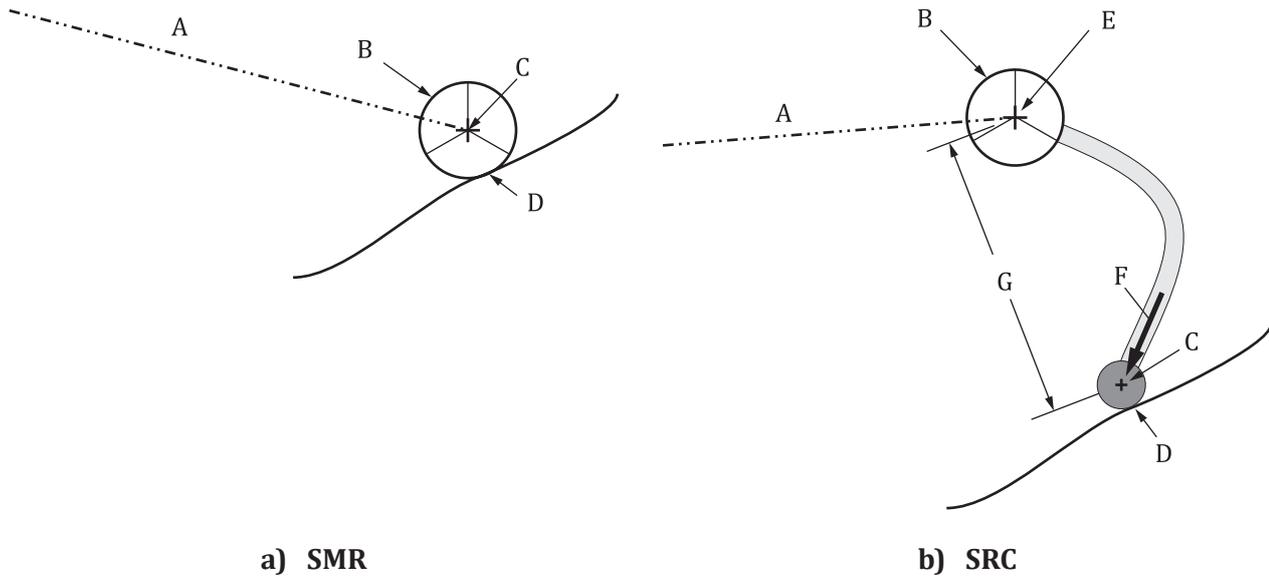
Note 3 à l'article: Voir [Figure 2](#).

**3.6****combinaison d'un stylet et d'un rétrorélecteur****SRC**

système de palpation qui détermine le point de mesure en utilisant un palpeur à stylet pour toucher la pièce, un *rétrorélecteur* (3.4) de sorte à déterminer la position de base du palpeur et un autre moyen pour trouver le vecteur unitaire d'orientation du stylet

Note 1 à l'article: La référence spécifiée de la compensation de longueur ( $l$ ) au centre de la bille du stylet est le centre du rétrorélecteur.

Note 2 à l'article: Voir [Figure 2](#).



a) SMR

b) SRC

**Légende**

- A faisceau laser
- B rétroreflecteur
- C point de mesure
- D point de contact
- E position de base
- F vecteur de direction de palpation normale
- G longueur  $l$  de la compensation de longueur

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 10360-10:2021

Figure 2 — Représentation d'un SMR par rapport à la SRC (figures simplifiées)

**3.7 combinaison d'un détecteur optique sans contact et d'un rétroreflecteur ODR**

système de palpation qui détermine le point de mesure en utilisant un détecteur optique sans contact pour mesurer la pièce, un *rétroreflecteur* (3.4) pour déterminer la position de base du détecteur optique sans contact et un autre moyen pour trouver l'orientation du détecteur optique sans contact

**3.8 nid de cible**

**nid**  
dispositif conçu pour positionner un SMR (3.5) de manière répétée

**3.9 erreur de mesure de longueur**

$E_{Vol:L:LT}$

$E_{Bi:L:LT}$

erreur d'indication lors du mesurage moyenné ( $E_{Vol:L:LT}$ ) ou bidirectionnel ( $E_{Bi:L:LT}$ ) d'une distance de point à point d'une longueur d'essai étalonnée à l'aide d'un laser de poursuite avec une compensation de longueur  $L$  au centre de la bille du stylet

Note 1 à l'article:  $E_{Vol:L:LT}$  et  $E_{Bi:0:LT}$  (fréquemment utilisés dans le présent document) correspondent au cas courant d'absence de compensation de longueur, car le centre optique du rétroreflecteur coïncide avec le centre physique du système de palpation pour les *rétroreflecteurs à fixation sphérique* (3.5).

**3.10****matériau à CDT normal**

matériau dont le coefficient de dilatation thermique (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  $1/\text{K}$  ou  $\text{K}^{-1}$ , ce qui équivaut à  $1/^{\circ}\text{C}$ .

[SOURCE: ISO 10360-2:2009, 3.3, modifié — ajout de la Note 1 à l'article.]

**3.11****erreur de forme du système de palpation**

$P_{\text{Forme.Sph.1x25:SMR:LT}}$

erreur d'indication à l'intérieur de laquelle l'étendue des distances radiales gaussiennes peut être déterminée par une association des moindres carrés de 25 points mesurés par un *laser de poursuite* (3.1) sur un étalon matérialisé de taille sphérique

Note 1 à l'article: Une seule association des moindres carrés est réalisée, et chaque point est évalué pour sa distance (rayon) par rapport à ce centre ajusté.

**3.12****erreur de taille du système de palpation**

$P_{\text{Taille.Sph.1x25:SMR:LT}}$

erreur d'indication du diamètre d'un étalon matérialisé de taille sphérique, déterminée par une association des moindres carrés de 25 points mesurés à l'aide d'un *laser de poursuite* (3.1)

**3.13****erreur de position****erreur entre les deux faces****erreur de retournement et d'inversion**

$L_{\text{Dia.2x1:P\&R:LT}}$

distance, perpendiculaire à la trajectoire du faisceau, entre deux mesures d'un *rétroreflecteur* (3.4) fixe, la seconde mesure étant relevée en orientant l'angle azimutal du *laser de poursuite* (3.1) à un angle d'environ  $180^{\circ}$  par rapport à la première mesure et l'angle d'élevation du laser de poursuite étant approximativement équivalent

Note 1 à l'article: Cette combinaison de rotations de l'axe est connue sous le nom d'essai sur les deux faces ou d'essai de retournement et d'inversion.

Note 2 à l'article: Pendant cet essai, la base du laser de poursuite est fixe.

**3.14****erreur maximale tolérée de mesure de longueur**

$E_{\text{Vol:L:LT, EMT}}$

$E_{\text{Bi:L:LT, EMT}}$

valeur extrême de l'erreur de mesure de longueur (3.9),  $E_{\text{Bi:L:LT}}$  ou  $E_{\text{Vol:L:LT}}$ , autorisée par les spécifications

Note 1 à l'article:  $E_{\text{Vol:0:LT}}$  et  $E_{\text{Bi:0:LT}}$  (fréquemment utilisés dans le présent document) correspondent au cas courant d'absence de compensation de longueur, car le centre optique du rétroreflecteur coïncide avec le centre physique du système de palpation pour les *rétroreflecteurs à fixation sphérique* (3.5).

**3.15****erreur maximale tolérée de forme du système de palpation**

$P_{\text{Forme.Sph.1x25:SMR:LT, EMT}}$

valeur extrême de l'erreur de forme du système de palpation (3.11),  $P_{\text{Forme.Sph.1x25:SMR:LT}}$ , autorisée par les spécifications

**3.16****erreur maximale tolérée de taille du système de palpation**

$P_{\text{Taille.Sph.1x25:SMR:LT, EMT}}$

valeur extrême de l'erreur de taille du système de palpation (3.12),  $P_{\text{Taille.Sph.1x25:SMR:LT}}$ , autorisée par les spécifications

3.17

**erreur maximale tolérée de position**

$L_{\text{Dia.2x1:P\&R:LT, EMT}}$   
valeur extrême de l'erreur de position,  $L_{\text{Dia.2x1:P\&R:LT}}$  autorisée par les spécifications

3.18

**condition assignée de fonctionnement**

condition de fonctionnement qui, selon la spécification, doit être satisfaite pendant un mesurage pour qu'un instrument de mesure ou un système de mesure fonctionne conformément à sa conception

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

Note 2 à l'article: Dans la série des ISO 10360, l'expression « conformément à sa conception » dans une définition signifie « comme spécifié par les EMT ».

Note 3 à l'article: Lorsque les conditions assignées de fonctionnement ne sont pas satisfaites au cours d'un essai conformément à la série des ISO 10360, la conformité ou la non-conformité aux spécifications ne peut être établie.

[SOURCE: : Guide ISO/IEC 99:2007, 4.9, modifié — définition révisée et les Notes 2 et 3 à l'article ajoutées.]

**4 Symboles**

Pour les besoins du présent document, les symboles du [Tableau 1](#) s'appliquent.

**Tableau 1 — Symboles des grandeurs de spécification**

Symbole	Signification
$E_{\text{Vol:L:LT}}$ $E_{\text{Bi:L:LT}}$	Erreur de mesure de longueur (longueurs moyennées ou bidirectionnelles), où L est la compensation de longueur
$P_{\text{Forme.Sph.1x25:SMR:LT}}$	Erreur de forme du système de palpage
$P_{\text{Taille.Sph.1x25:SMR:LT}}$	Erreur de taille du système de palpage
$L_{\text{Dia.2x1:P\&R:LT}}$	Erreur de position (issue d'essais sur les deux faces)
$E_{\text{Vol:L:LT,MPE}}$ $E_{\text{Bi:L:LT,MPE}}$	Erreur maximale tolérée de mesure de longueur, où L est la compensation de longueur
$P_{\text{Forme.Sph.1x25:SMR:LT,EMT}}$	Erreur maximale tolérée de forme du système de palpage
$P_{\text{Taille.Sph.1x25:SMR:LT,EMT}}$	Erreur maximale tolérée de taille du système de palpage
$L_{\text{Dia.2x1:P\&R:LT,EMT}}$	Erreur maximale tolérée de position (issue d'essais sur les deux faces)
<b>Essai du capteur accessoire – SRC</b>	
$P_{\text{Forme.Sph.1x25:SRC:LT}}$	Erreur de forme du système de palpage pour la SRC
$P_{\text{Taille.Sph.1x25:SRC:LT}}$	Erreur de taille du système de palpage pour la SRC
$P_{\text{Dia.15x1:SRC:LT}}$	Erreur d'orientation pour la SRC
$P_{\text{Forme.Sph.1x25:SRC:LT,EMT}}$	Erreur maximale tolérée de forme du système de palpage pour la SRC
$P_{\text{Taille.Sph.1x25:SRC:LT,EMT}}$	Erreur maximale tolérée de taille du système de palpage pour la SRC
$P_{\text{Dia.15x1:SRC:LT,EMT}}$	Erreur maximale tolérée d'orientation pour la SRC
<b>Essai du capteur accessoire – ODR</b>	
$P_{\text{Forme.Sph.1x25:ODR:LT}}$	Erreur de forme du système de palpage pour l'ODR (25 points)
$P_{\text{Forme.Sph.D95 \%:ODR:LT}}$	Erreur de forme du système de palpage pour l'ODR (95 % des points)
$P_{\text{Taille.Sph.1x25:ODR:LT}}$	Erreur de taille du système de palpage pour l'ODR (25 points)
$P_{\text{Taille.Sph.Tous:ODR:LT}}$	Erreur de taille du système de palpage pour l'ODR (tous les points)
$E_{\text{Forme.Pla.D95 \%:ODR:LT}}$	Erreur de mesure de forme plane avec l'ODR (95 % des points)

Tableau 1 (suite)

Symbole	Signification
$P_{\text{Forme.Sph.1} \times 25::\text{ODR:LT,EMT}}$	Erreur maximale tolérée de forme du système de palpation pour l'ODR (25 points)
$P_{\text{Forme.Sph.D95 \%:ODR:LT,EMT}}$	Erreur maximale tolérée de forme du système de palpation pour l'ODR (95 % des points)
$P_{\text{Taille.Sph.1} \times 25::\text{ODR:LT,EMT}}$	Erreur maximale tolérée de taille du système de palpation pour l'ODR (25 points)
$P_{\text{Taille.Sph.Tous:ODR:LT,EMT}}$	Erreur maximale tolérée de taille du système de palpation pour l'ODR (tous les points)
$E_{\text{Forme.Pla.D95\%:ODR:LT,EMT}}$	Erreur maximale tolérée de mesure de forme plane avec l'ODR (95 % des points)
<b>Essai du capteur multiple</b>	
$P_{\text{Forme.Sph.n} \times 25::\text{MPS.LT}}$	Erreur de forme du système à palpeurs multiples
$P_{\text{Taille.Sph.n} \times 25::\text{MPS.LT}}$	Erreur de taille du système à palpeurs multiples
$L_{\text{Dia.n} \times 25::\text{MPS.LT}}$	Erreur de position du système à palpeurs multiples
$P_{\text{Forme.Sph.n} \times 25::\text{MPS.LT,EMT}}$	Erreur maximale tolérée de forme du système à palpeurs multiples
$P_{\text{Taille.Sph.n} \times 25::\text{MPS.LT,EMT}}$	Erreur maximale tolérée de taille du système à palpeurs multiples
$L_{\text{Dia.n} \times 25::\text{MPS.LT,EMT}}$	Erreur maximale tolérée de position du système à palpeurs multiples

NOTE 1 Pour le cas courant d'essai de longueur avec un SMR, L sera égale à zéro (par exemple,  $E_{\text{Bi:0:LT}}$ ).

NOTE 2 Les combinaisons spécifiques de capteurs associées aux erreurs du système à palpeurs multiples dépendent des capteurs fournis avec le système de laser de poursuite. Il est possible d'inclure de manière explicite la combinaison concernée dans le symbole, par exemple  $P_{\text{Taille.Sph.2} \times 25::\text{ODS,SMR,MPS.LT}}$  où les symboles désignant les capteurs apparaissent par ordre alphabétique.

NOTE 3 Dans les essais à capteurs multiples, n (dans  $n \times 25$ ) est le nombre de capteurs impliqués ( $n \geq 2$ ).

ISO 10360-10:2021

## 5 Conditions assignées de fonctionnement

### 5.1 Conditions d'environnement

Les limites à respecter pour les conditions d'environnement autorisées, telles que les conditions de température, la pression de l'air, l'humidité et les vibrations sur le lieu d'utilisation ou d'essai, qui influencent les mesures, doivent être spécifiées par :

- le fabricant, dans le cas des essais de réception ;
- l'utilisateur, dans le cas des essais de vérification périodique.

Dans les deux cas, l'utilisateur est libre de choisir les conditions d'environnement dans lesquelles les essais seront réalisés dans les limites spécifiées (le Formulaire 1 de l'[Annexe A](#) est la méthode recommandée pour spécifier ces conditions).

Si l'utilisateur souhaite que les essais soient réalisés dans des conditions d'environnement différentes des conditions ambiantes du site d'essai (par exemple, à une température supérieure ou inférieure), il convient que les parties désignent d'un commun accord la partie qui supporte le coût du conditionnement environnemental.

### 5.2 Conditions de fonctionnement

Les conditions requises par le fabricant pour satisfaire à la spécification d'EMT doivent être spécifiées (par exemple comme indiqué dans une fiche de spécification).

En outre, le laser de poursuite doit fonctionner selon les procédures énoncées dans le manuel d'utilisation du fabricant lors des essais de l'[Article 6](#). Les parties du manuel du fabricant à respecter comprennent :

- a) les cycles de démarrage/préchauffage de la machine ;
- b) les procédures de compensation de la machine ;
- c) les procédures de nettoyage du rétrorélecteur et des nids ;
- d) la qualification du SMR ou de la SRC ;
- e) la position, le type et le nombre des capteurs environnementaux (c'est-à-dire « la station météorologique ») ;
- f) la position, le type et le nombre des sondes de température de pièce ;
- g) la stabilité et l'isolation des vibrations du montage.

## 6 Essais de réception et essais de vérification périodique

### 6.1 Généralités

Dans les essais suivants :

- les essais de réception sont exécutés conformément aux spécifications et les modes opératoires du fabricant qui sont conformes au présent document ;
- les essais de vérification périodique sont exécutés conformément aux spécifications de l'utilisateur et les modes opératoires du fabricant.

Si les spécifications le permettent, le laser de poursuite peut être soumis à essai dans une orientation autre que l'orientation normale droite et verticale. Dans tous les cas, les angles d'azimut et d'élévation seront orientés par rapport au laser de poursuite. La position et l'orientation des longueurs d'essai étalonnées par rapport au laser de poursuite doivent être clairement définies avant le début des essais. En général, les longueurs d'essai étalonnées ne tournent pas en même temps que le laser de poursuite. Toutefois, les positions des essais de palpement et des essais sur les deux faces conserveront leur relation par rapport à l'axe vertical du laser de poursuite (c'est-à-dire qu'elles tourneront en même temps que le laser de poursuite). Par exemple, si le laser de poursuite est monté de sorte que son axe vertical se trouve à l'horizontale, les directions « au-dessus » et « au-dessous » décrites dans le [Tableau 2](#) et dans le [Tableau 3](#) seront parallèles à l'axe vertical.

Lorsqu'une association (gaussienne) des moindres carrés est utilisée lors de l'obtention des résultats d'essai, il doit s'agir d'une association sans contrainte des données, sauf si des contraintes sont explicitement indiquées pour cette association.

Comme les essais sur deux faces peuvent être réalisés rapidement, et vont immédiatement révéler les problèmes avec la géométrie des lasers de poursuite et sa correction, il est recommandé de réaliser une partie ou tous ces essais en premier.

### 6.2 Erreurs de taille et de forme du système de palpement

#### 6.2.1 Principe

Ce mode opératoire d'essai a pour principe de mesurer la taille et la forme d'une sphère d'essai en utilisant 25 points palpés avec le SMR, la SRC ou l'ODR. Se référer à l'[Annexe F](#) ou à l'[Annexe G](#) pour plus d'informations sur les essais avec les capteurs SRC ou ODR, respectivement. Une sphère des 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,  $P_{\text{Forme.Sph.1x25:SMR:LT}}$  et l'erreur de taille,  $P_{\text{Taille.Sph.1x25:SMR:LT}}$ .

NOTE 1 Les erreurs du système de palpage  $P_{\text{Forme.Sph.1x25:SMR:LT}}$  et  $P_{\text{Taille.Sph.1x25:SMR:LT}}$  ne s'appliquent pas aux systèmes radar à laser.

NOTE 2 Il s'agit d'essais permettant d'évaluer l'aptitude du système de laser de poursuite à localiser des points individuels dans l'espace. Ces essais ne sont pas destinés à vérifier les spécifications fournies par un fabricant de SMR, bien que les erreurs dans le SMR influencent les résultats d'essai.

NOTE 3 Lorsque cet essai est réalisé avec un SMR, trois types d'erreurs dans le SMR peuvent influencer les résultats de cet essai. Si la sphère à l'intérieur de laquelle est monté le rétrorélecteur n'est pas une sphère parfaite, cela influencera le résultat de l'essai. De plus, si les surfaces réfléchissantes constituant le rétrorélecteur ne sont pas mutuellement orthogonales ou si leur point d'intersection ne coïncide pas avec le centre de la sphère, cela affectera le résultat de l'essai.

## 6.2.2 Étalon de référence

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

NOTE Il peut être difficile d'effectuer des mesurages sur des sphères d'essai plus petites en raison des interférences avec le support de la sphère.

## 6.2.3 Mode opératoire

Monter la sphère d'essai de manière à pouvoir palper la totalité d'un hémisphère. Lorsqu'un SMR est utilisé pour le palpement, il convient d'orienter le support de la sphère d'essai à distance du laser de poursuite. Pour une SRC, il convient de positionner le support à distance de la direction de palpement normale (voir [Figure 2](#)).

Il convient de fixer solidement la sphère d'essai pour réduire au minimum les erreurs dues à la flexion.

Mesurer et enregistrer 25 points. Les points doivent être répartis de manière approximativement uniforme sur au moins un hémisphère de la sphère d'essai. Leur position doit être laissée à la discrétion de l'utilisateur et, si le modèle de palpement n'est pas spécifié, le modèle suivant est recommandé (voir [Figure 3](#)) :

- un point au pôle de la sphère d'essai ;
- quatre points (également répartis) à 22,5° au-dessous du pôle ;
- huit points (également répartis) à 45° au-dessous du pôle et décalés de 22,5° par rapport au groupe précédent ;
- quatre points (également répartis) à 67,5° au-dessous du pôle et décalés de 22,5° par rapport au groupe précédent ;
- huit points (également répartis) à 90° au-dessous du pôle (c'est-à-dire à l'équateur) et décalés de 22,5° par rapport au groupe précédent.

NOTE En raison du caractère manuel du mesurage de point à point à l'aide de lasers de poursuite, il est reconnu que les points exacts recommandés vont possiblement ne pas être mesurés.