

PROJET DE NORME INTERNATIONALE

ISO/DIS 10360-10

ISO/TC 213

Secrétariat: BSI

Début de vote:
2019-05-31

Vote clos le:
2019-08-23

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

Partie 10:

Laser de poursuite pour mesurer les distances de point à point

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

Part 10: Laser trackers for measuring point-to-point distances

iteh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ICS: 17.040.30

[ISO/DIS 10360-10](#)

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

CE DOCUMENT EST UN PROJET DIFFUSÉ POUR OBSERVATIONS ET APPROBATION. IL EST DONC SUSCEPTIBLE DE MODIFICATION ET NE PEUT ÊTRE CITÉ COMME NORME INTERNATIONALE AVANT SA PUBLICATION EN TANT QUE TELLE.

OUTRE LE FAIT D'ÊTRE EXAMINÉS POUR ÉTABLIR S'ILS SONT ACCEPTABLES À DES FINS INDUSTRIELLES, TECHNOLOGIQUES ET COMMERCIALES, AINSI QUE DU POINT DE VUE DES UTILISATEURS, LES PROJETS DE NORMES INTERNATIONALES DOIVENT PARFOIS ÊTRE CONSIDÉRÉS DU POINT DE VUE DE LEUR POSSIBILITÉ DE DEVENIR DES NORMES POUVANT SERVIR DE RÉFÉRENCE DANS LA RÉGLEMENTATION NATIONALE.

LES DESTINATAIRES DU PRÉSENT PROJET SONT INVITÉS À PRÉSENTER, AVEC LEURS OBSERVATIONS, NOTIFICATION DES DROITS DE PROPRIÉTÉ DONT ILS AURAIENT ÉVENTUELLEMENT CONNAISSANCE ET À FOURNIR UNE DOCUMENTATION EXPLICATIVE.

Le présent document est distribué tel qu'il est parvenu du secrétariat du comité.

TRAITEMENT PARALLÈLE ISO/CEN



Numéro de référence
ISO/DIS 10360-10:2019(F)

© ISO 2019

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO/DIS 10360-10

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



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2019

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en oeuvre, 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, Geneva
Tél.: +41 22 749 01 11
Fax: +41 22 749 09 47
E-mail: copyright@iso.org
Website: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire	Page
Avant-propos	5
Introduction	6
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Symboles	6
5 Conditions assignées de fonctionnement	7
5.1 Conditions d'environnement	7
5.2 Conditions de fonctionnement	7
6 Essais de réception et essais de vérification périodique	8
6.1 Généralités	8
6.2 Erreurs de taille et de forme du système de palpé	9
6.2.1 Principe	9
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	14
6.4.3 Étalons de référence	14
6.4.4 Mode opératoire	15
6.4.5 Obtention des résultats d'essai	19
7 Conformité à la spécification	19
7.1 Essais de réception	19
7.2 Essais de vérification périodique	20
8 Applications	20
8.1 Essai de réception	20
8.2 Essai de vérification périodique	20
8.3 Contrôle intermédiaire	21
9 Indication dans la documentation de produit et les fiches techniques	21
Annexe A (informative) Formulaires	23
Annexe B (normative) Longueurs d'essai étalonnées	27
Annexe C (normative) Compensation thermique des pièces	30
Annexe D (informative) Spécification des EMT	31
Annexe E (informative) Contrôle intermédiaire	34
Annexe F (normative) Essai d'une combinaison d'un stylet et d'un rétroréfecteur (SRC)	42
Annexe G (normative) Essai d'une combinaison d'un détecteur optique sans contact et d'un rétroréfecteur (ODR)	45

Annexe H (informative) Relation avec le modèle de matrice GPS	48
Bibliographie	49

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO/DIS 10360-10

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

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 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).

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 le lien suivant: www.iso.org/iso/fr/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 213, *Spécifications et vérification dimensionnelles et géométriques des produits*.

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.

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 suiveurs à laser 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 suiveur à laser 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 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-dis-10360-10>

Spécification géométrique des produits (GPS) — Essais de réception et de vérification périodique des machines à mesurer tridimensionnelles (MMT) — Partie 10 : Suiveurs à laser pour mesurer les distances de point à point

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 suiveur à laser 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 suiveur à laser. Les essais de réception et de vérification périodique décrits dans le présent document s'appliquent uniquement aux suiveurs à laser utilisant un rétroreflécteur comme système de palpement. Les suiveurs à laser qui utilisent un mesurage par interférométrie (IFM) et/ou par un appareil de mesure des distances absolues (ADM) peuvent être vérifiés à l'aide du présent document. La présente norme 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 tels que les systèmes radar à laser qui ne suivent pas la cible ne feront pas l'objet d'essais de performance de palpement.

Le présent document ne s'applique pas explicitement aux systèmes de mesure qui n'utilisent pas de système de coordonnées sphériques (c'est-à-dire deux axes de rotation orthogonaux ayant un point d'intersection commun avec un troisième axe linéaire dans le sens radial) ; toutefois, les parties peuvent convenir d'un commun accord d'appliquer la présente partie de l'ISO 10360 à de tels systèmes.

Le présent document spécifie :

- les exigences de performance qui peuvent être fixées par le fabricant ou l'utilisateur du suiveur à laser ;
- 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, en tout ou partie, sont référencés de façon 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 palpage multiples*

ISO 14253-1:2017, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Vérification par la mesure des pièces et des équipements de mesure — Partie 1 : Règles de décision pour contrôler la conformité ou la non-conformité à la spécification*

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 suiveur à laser

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 θ (rotation autour d'un axe vertical, l'axe vertical du suiveur à laser) et d'angle d'élévation φ (angle au-dessus d'un plan horizontal, perpendiculaire à l'axe vertical).

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 suiveur à laser (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 conséquemment 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 suiveur à laser (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 rétroreflecteur

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 rétroreflecteurs types sont le plot, le coin de cube et des sphères en matériau spécial.

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

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

3.7 combinaison d'un détecteur optique sans contact et d'un rétroreflécteur ODR

système de palpation qui détermine le point de mesure en utilisant un détecteur optique sans contact pour mesurer la pièce, un *rétroreflécteur* (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 de manière répétée

3.9 erreur de mesure de longueur

$E_{Moy:L:LT}$

$E_{Bi:L:LT}$

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

Note 1 à l'article : $E_{Moy:0:LT}$ 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 rétroreflécteur coïncide avec le centre physique du système de palpation pour les rétroreflécteurs à fixation sphérique.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

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 $13 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

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

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

[SOURCE : ISO 10360-2:2009]

19731a2b96c0/iso-dis-10360-10

Note 1 à l'article : Dans certains documents, le CDT peut être exprimé en unités $1 / \text{K}$, ce qui équivaut à $1 / ^\circ\text{C}$.

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 *suiveur à laser* (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 *suiveur à laser* (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 *rétrorélecteur* (3.4) fixe, la seconde mesure étant relevée en orientant l'axe azimutal du *suiveur à laser* (3.1) à un angle d'environ 180 degrés par rapport à la première mesure et l'angle d'élévation du *suiveur à laser* 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 *suiveur à laser* est fixe.

3.14**erreur maximale tolérée de mesure de longueur** $E_{\text{Moy:L:LT, EMT}}$ $E_{\text{Bi:L:LT, EMT}}$

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

Note 1 à l'article : $E_{\text{Bi:0:LT, EMT}}$ et $E_{\text{Moy:0:LT, EMT}}$ sont utilisées tout au long du présent document.

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

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/76b537ef-3ea6-4578-aeb9-19731a2b96c0/iso-dis-10360-10>

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. [VIM 4.9].

Note 2 à l'article : Dans la série de normes 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 norme ISO 10360, la conformité ou la non-conformité aux spécifications ne peut être établie.

[SOURCE : Guide ISO/IEC 99:2007, 4.9, modifié.]

4 Symboles

Pour les besoins du présent document, les symboles du Tableau 1 s'appliquent.

Tableau 1 — Symboles des grandeurs de spécification

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

Symbole	Signification
$P_{\text{Taille.Sph.Tous:ODR:LT,EMT}}$	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)

Tableau 2 — Symboles des grandeurs de spécification (suite)

Essai à capteurs multiples	
Symbole	Signification
$P_{\text{Forme.Sph.n}\times 25::\text{MPS.LT}}$	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 suiveur à laser. La combinaison concernée peut être incluse de manière explicite 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 ($n \geq 2$).

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 (comme indiqué, par exemple, dans une fiche de spécification).

En outre, le suiveur à laser 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 par exemple :

- a) les cycles de démarrage/préchauffage de la machine ;
- b) les procédures de compensation de la machine ;
- c) les procédures de nettoyage du rétroreflet 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 ») ; et
- f) la position, le type et le nombre des sondes de température de pièce.

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 ; et
- 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 suiveur à laser 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 suiveur à laser. La position et l'orientation des longueurs d'essai par rapport au suiveur à laser doivent être clairement définies avant le début des essais. En général, les longueurs d'essai ne tournent pas en même temps que le suiveur à laser. Toutefois, les positions des essais de palpement et des essais sur les deux faces conserveront leur relation par rapport à l'axe vertical du suiveur à laser (c'est-à-dire qu'elles tourneront en même temps que le suiveur à laser). Par exemple, si le suiveur à laser est monté de sorte que son axe vertical se trouve à l'horizontale, les directions « au-dessus » et « au-dessous » décrites dans le Tableau 3 et dans le Tableau 4 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.

6.2 Erreurs de taille et de forme du système de palpé

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. Le présent paragraphe décrit le mode opératoire d'essai spécifique à l'utilisation d'un SMR pour la collecte des points. Se référer à l'Annexe normative G ou à l'Annexe normative H 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 palpé $P_{\text{Forme.Sph.1x25:SMR:LT}}$ 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 suiveur à laser 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 rétroréflécteur à fixation sphérique (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 rétroréflécteur présente un faux-rond, cela influencera le résultat de l'essai. De plus, si les surfaces réfléchissantes constituant le rétroréflécteur 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 rétroréflécteur à fixation sphérique est utilisé pour le palpé, il convient d'orienter le support de la sphère d'essai à distance du suiveur à laser. Pour une SRC, il convient de positionner le support à distance de la direction de palpé normale.

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

NOTE 1 Pour la SRC, la direction de palpé normale se trouve le long de l'arbre du stylet de la SRC.

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 palpé n'est pas spécifié, le modèle suivant est recommandé (voir Figure 2) :

- 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 ;