

# NORME INTERNATIONALE ISO 10360-13

Première édition  
2021-09

---

---

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

### Partie 13: SMT optique 3D

*Geometrical product specifications (GPS) — Acceptance and  
reverification tests for coordinate measuring systems (CMS) —  
Part 13: Optical 3D CMS*

ISO 10360-13:2021

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/4a5d30c3-a51f-44ab-9c07-43baedda4c4c/iso-10360-13-2021>



Numéro de référence  
ISO 10360-13:2021(F)

© ISO 2021

iTeh Standards  
(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview

ISO 10360-13:2021

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/4a5d30c3-a51f-44ab-9c07-43baeddafc4c/iso-10360-13-2021>



**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

<b>Avant-propos</b>	<b>v</b>
<b>Introduction</b>	<b>vi</b>
<b>1 Domaine d'application</b>	<b>1</b>
<b>2 Références normatives</b>	<b>1</b>
<b>3 Termes et définitions</b>	<b>1</b>
<b>4 Symboles</b>	<b>6</b>
<b>5 Conditions assignées de fonctionnement</b>	<b>6</b>
5.1 Conditions environnementales	6
5.2 Conditions de fonctionnement	7
5.2.1 Généralités	7
5.2.2 Caractéristique du matériau et de la surface des étalons matérialisés	7
5.2.3 Pré-traitement	8
<b>6 Essai de réception et de vérification périodique</b>	<b>8</b>
6.1 Généralités	8
6.2 Caractéristiques de distorsion	8
6.2.1 Généralités	8
6.2.2 Erreur de distorsion	9
6.3 Caractéristiques du système de palpé	13
6.3.1 Principe	13
6.3.2 Étalon matérialisé	13
6.3.3 Mode opératoire	13
6.3.4 Obtention des résultats d'essai	14
6.3.5 Erreur de distorsion de forme de plan	15
6.4 Erreur de mesurage de longueur volumétrique dans un volume de mesurage concaténé	18
6.4.1 Principe	18
6.4.2 Étalon matérialisé	18
6.4.3 Cas à faible CDT	18
6.4.4 Mode opératoire	19
6.4.5 Obtention des résultats d'essai	21
<b>7 Conformité avec la spécification</b>	<b>22</b>
7.1 Essai de réception	22
7.1.1 Critères d'acceptation	22
7.2 Essai de vérification périodique	24
<b>8 Applications</b>	<b>24</b>
8.1 Essai de réception	24
8.2 Essai de vérification périodique	24
8.3 Contrôle intermédiaire	24
<b>9 Indication dans la documentation du produit et dans les fiches techniques</b>	<b>25</b>
<b>Annexe A (informative) Évaluation des caractéristiques de mesurage de la longueur bidirectionnelle</b>	<b>26</b>
<b>Annexe B (normative) Étalons représentant une longueur d'essai étalonnée et procédures de mesurage correspondantes</b>	<b>28</b>
<b>Annexe C (informative) Mode opératoire de mesure de longueur concaténée pour évaluer l'influence du cheminement de concaténation sur la propagation des erreurs</b>	<b>31</b>
<b>Annexe D (informative) Alignement d'étalons</b>	<b>35</b>
<b>Annexe E (informative) Caractéristique de surface des étalons matérialisés</b>	<b>37</b>
<b>Annexe F (informative) Essai de résolution de structure</b>	<b>41</b>

<b>Annexe G</b> (informative) <b>Lignes directrices pour l'évaluation de l'incertitude des valeurs d'essai</b> ..	<b>46</b>
<b>Annexe H</b> (informative) <b>Relation avec le modèle de matrice GPS</b> .....	<b>54</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>55</b>

**iTeh Standards**  
**(<https://standards.itih.ai>)**  
**Document Preview**

[ISO 10360-13:2021](https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/4a5d30c3-a51f-44ab-9c07-43baeddafc4c/iso-10360-13-2021)

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/4a5d30c3-a51f-44ab-9c07-43baeddafc4c/iso-10360-13-2021>

## 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 le lien suivant: [www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html](http://www.iso.org/iso/fr/avant-propos.html).

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 pour la Normalisation (CEN) conformément à l'Accord sur la coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

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

Il convient que tout retour d'information ou question sur le présent document soit adressé à l'organisme national de normalisation de l'utilisateur. Une liste complète de ces organismes peut être consultée 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 considérée comme une norme GPS générale (voir l'ISO 14638). Elle influence le maillon F des chaînes de normes sur la taille, la distance, la forme, l'orientation, la position et le battement dans la matrice générale (l'[Annexe H](#)).

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. Les principes fondamentaux du système ISO/GPS donnés dans l'ISO 8015 s'appliquent au présent document et les règles de décision par défaut données dans l'ISO 14253-1 s'appliquent aux spécifications faites conformément au présent document, sauf indication contraire.

Le présent document a deux objectifs techniques:

1. vérifier par essai l'erreur d'indication lors du mesurage d'une longueur d'essai étalonnée sur le volume global de mesure du SMT, et
2. vérifier par essai les erreurs d'indication dans un volume de mesurage destiné localement.

Ces deux objectifs correspondent à:

- a) l'essai réalisé pour un système de palpage et un support mobile du système de palpage combinés, tel que décrit dans les ISO 10360-2, ISO 10360-7, ISO 10360-8, ISO 10360-10, ISO 10360-11<sup>1)</sup>, et ISO 10360-12;
- b) l'essai réalisé essentiellement pour le système de palpage tel que décrit dans les ISO 10360-5, ISO 10360-7, ISO 10360-8, ISO 10360-9, ISO 10360-10, ISO 10360-11 et ISO 10360-12.

L'avantage que présente ces essais est le fait que le résultat mesuré a une traçabilité directe avec l'unité de longueur, le mètre, et qu'il fournit des informations sur la manière dont la MMT (machine à mesurer tridimensionnelle) ou le SMT (système à mesurer tridimensionnel) fonctionneront lors de mesures de longueur similaires.

Le SMT optique 3D que la présente Norme prévoit de spécifier est un détecteur de mesure de surface sans contact fournissant des données en 3D sous forme de vues uniques individuelles via un principe de mesurage optique et les transformant en système de coordonnées commun. Les principes de mesure optique types sont la projection de combinaisons, la projection de franges et la projection et le balayage d'une ligne scannée, ou similaire, fournissant des vues uniques sans l'aide d'informations externes liées à la position et à l'orientation des objets à balayer par rapport au SMT. Les principes d'enregistrement types reposent sur le meilleur ajustement des informations relatives aux positions couramment capturées sur, au minimum, deux vues individuelles distinctes, en utilisant soit des cibles de référence soit des éléments de surface des objets à balayer, soit les deux.

Le présent document n'est pas destiné à s'appliquer à d'autres types de MMT, par exemple:

- MMT tactiles (support métrologique mobile cartésien), voir l'ISO 10360-2;
- MMT d'imagerie (support métrologique mobile cartésien): voir l'ISO 10360-7;
- MMT équipées de détecteur optique sans contact (support métrologique mobile cartésien): voir l'ISO 10360-8;
- lasers de poursuite: voir l'ISO 10360-10;
- CT rayons X: voir l'ISO 10360-11;
- MMT à bras articulé (support métrologique mobile anthropomorphique): voir l'ISO 10360-12;

---

1) En préparation. Etape au moment de la publication: ISO/DIS 10360-11:2021

- instruments de mesure prévus pour la mesure des caractéristiques de surface: voir la série ISO 25178;
- microscopes optiques;
- détecteurs optiques sans contact portatifs.

Les parties concernées peuvent mutuellement convenir d'appliquer la présente partie de l'ISO 10360 aux MMT indiquées ci-dessus ou à d'autres types de MMT.

La présente partie de l'ISO 10360 spécifie:

- les exigences de performance qui peuvent être fixées par le fabricant ou l'utilisateur du SMT;
- la manière d'exécuter les essais de réception et de vérification périodique pour démontrer les exigences spécifiées;
- les règles de vérification de la conformité;
- les applications pour lesquelles les essais de réception et de vérification périodique peuvent être utilisés.

NOTE 1 L'Annexe E décrit les limites possibles des caractéristiques de surfaces les moins coopératives, par exemple, la couleur, la brillance et la rugosité, et propose un essai pouvant donner aux utilisateurs de SMT un aperçu de la représentativité de l'erreur maximale tolérée lors de la mesure de leur pièce industrielle.

NOTE 2 Le SMT optique 3D peut être retiré et positionné par une unité mobile manuelle ou automatisée. La position, l'orientation ou les deux peuvent constituer des informations supplémentaires pour l'enregistrement.

NOTE 3 Les essais de réception et de vérification périodique sont conçus de manière à reproduire des mesures réelles, mais simples, se produisant dans la pratique, sous réserve des conditions assignées de fonctionnement et des modes opératoires d'essais. Il est recommandé à l'utilisateur de tenir compte de l'influence des conditions supplémentaires ou retirées des étapes de la procédure ou des deux lors de l'application des résultats de l'essai conformément au présent document pour prédire les performances d'un SMT réel.

Pour de plus amples informations sur la relation du présent document avec le modèle de matrice GPS, voir l'Annexe H.





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

## Partie 13: SMT optique 3D

### 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les essais de réception pour vérifier la performance d'un système à mesurer tridimensionnel (SMT) optique 3D lors de la mesure de longueurs comme indiqué par le fabricant. Elle spécifie également les essais de vérification périodique permettant à l'utilisateur de vérifier ponctuellement les performances du SMT optique 3D.

Le présent document est applicable à la vérification de la performance de mesurage des SMT si les caractéristiques de la surface (par exemple la brillance, la couleur) de l'objet à balayer sont limitées et comprises dans un intervalle coopératif.

Le présent document ne s'applique pas à d'autres types de SMT, y compris ceux couverts par les autres parties de l'ISO 10360.

### 2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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 10360-1:2000, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Essais de réception et de vérification périodique des machines à mesurer tridimensionnelles (MMT) — Partie 1: Vocabulaire*

ISO 14253-1, *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*

Guide ISO/IEC 99, *Vocabulaire international de métrologie — Concepts fondamentaux et généraux et termes associés (VIM)*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'ISO 10360-1, de l'ISO 14253-1, du VIM ainsi que les 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 <https://www.electropedia.org/>

### 3.1

#### **système à mesurer tridimensionnel optique 3D (SMT)**

##### **SMT optique 3D**

système de mesure effectuant des mesurages de coordonnées spatiales exclusivement via des détecteurs optiques

### 3.2

#### **volume de mesurage du détecteur**

volume de mesurage du détecteur réalisé sans déplacement du détecteur par rapport à la pièce respectant les spécifications fournies par le fabricant

Note 1 à l'article: L'indication dimensionnelle du volume de mesurage du détecteur, indiquée par le fabricant, peut différer sensiblement de celle que le détecteur indique.

### 3.3

#### **enregistrement**

transformation de systèmes de coordonnées qui transforme les coordonnées d'une vue unique en un système unifié de coordonnées

Note 1 à l'article: Une transformation est réalisée par exemple, par une transformation rigide, consistant soit en une translation soit en une rotation, ou les deux.

Note 2 à l'article: Chaque vue unique possède son propre système de coordonnées et requiert une transformation en système de coordonnées unifié.

Note 3 à l'article: L'enregistrement est inversible. L'enregistrement inverse est réalisé en appliquant la transformation inverse.

Note 4 à l'article: En pratique, les paramètres de transformation sont obtenus avant la transformation elle-même. Cette dernière peut avoir lieu soit immédiatement après, soit nettement après l'obtention des paramètres.

Note 5 à l'article: Dans le cadre d'un enregistrement, l'intervention d'une personne peut être nécessaire pour faire fonctionner le SMT.

### 3.4

#### **fusion**

opération qui consiste à fusionner deux ou plusieurs ensembles de coordonnées mesurées en un ensemble unifié de coordonnées mesurées

Note 1 à l'article: Les fusions permettent d'améliorer le mesurage, pour réduire par exemple la dispersion et la variation des vues uniques.

Note 2 à l'article: Les fusions sont généralement irréversibles (et non inversibles).

Note 3 à l'article: Une fusion peut comprendre un nombre quelconque d'opérations élémentaires en combinaison ou en séquence, telle la transformation des coordonnées, la moyenne, le rejet des valeurs aberrantes, la décimation, la convolution, la filtration.

Note 4 à l'article: La fusion peut se produire soit immédiatement, soit à un stade ultérieur.

### 3.5

#### **volume de mesurage concaténé**

volume de mesurage du SMT obtenu par le mouvement du détecteur et enregistrement respectant les spécifications fournies par le fabricant

Note 1 à l'article: Le volume de mesurage concaténé peut être donné par la conception d'une cabine de mesure ayant généralement une limite cubique ou une taille tridimensionnelle de la pièce.

Note 2 à l'article: Un volume de mesurage concaténé peut avoir soit un volume nettement plus grand que le volume de mesurage du détecteur ou un volume qui similaire au volume de mesurage du détecteur.

### 3.6

#### mesurage à vue unique

mesurage de coordonnées spatiales effectué au moyen d'un détecteur optique sans déplacement par rapport à la pièce mesurée

Note 1 à l'article: Un mesurage à vue unique est réalisé avec un support immobile, sans enregistrement ni fusion.

Note 2 à l'article: Un mesurage à vue unique peut inclure des mesurages répétés, à condition qu'aucun déplacement du détecteur optique par rapport à la pièce ne se produise entre la première et la dernière exposition.

### 3.7

#### mesurage à vues multiples

mesurage de coordonnées spatiales via l'enregistrement et la fusion de plusieurs mesurages à vue unique à des positions et des orientations différents du détecteur par rapport à la pièce mesurée

### 3.8

#### erreur de dispersion de forme du système de palpage

$P_{\text{Forme.Sph.}i;j:03D}$

plus petite largeur d'une enveloppe sphérique qui englobe un percentile de toutes les données mesurées

Note 1 à l'article: Le symbole « $P$ » dans  $P_{\text{Forme.Sph.}i;j:03D}$  indique que l'erreur est associée aux performances du système de palpage, le qualificatif «Forme.Sph» indique qu'elle est associée à l'erreur de dispersion du système de palpage lors du mesurage d'une sphère et le qualificatif «03D» indique qu'elle est associée à un SMT optique 3D. Le qualificatif « $i$ » identifie le percentile de points de palpage sélectionné pour l'évaluation: soit avec «D95%» représentant 95 % de la population, soit avec «Tous» représentant l'ensemble de la population, autrement dit 100 %. Le qualificatif « $j$ » identifie les conditions de mesure du SMT: «SMV.SV» représente un mesurage à vue unique tandis que «SMV.MV» représente un mesurage à vues multiples. Dans les deux cas, la mesure est effectuée dans le volume de mesurage du détecteur («SMV»). Des exemples possibles de ces symboles sont  $P_{\text{Forme.Sph.D95\%;SMV.SV:03D}}$  ou  $P_{\text{Forme.Sph.Tous:SMV.MV:03D}}$ .

Note 2 à l'article: Les deux percentiles, 95 % et Tous, correspondent aux points mesurés selon les conditions assignées de fonctionnement. Lorsque ces conditions incluent un prétraitement tel qu'un préfiltrage ou un maillage, les percentiles s'appliquent à ces points après cette application.

Note 3 à l'article: 5 % des données mesurées dans l'ensemble de données «Tout» sont éliminées pour déterminer  $P_{\text{Forme.Sph.D95\%;j:03D}}$ . Les points aberrants peuvent être éliminés par cette opération.

Note 4 à l'article: Il peut s'avérer intéressant d'évaluer les erreurs du système de palpage à partir d'un nuage de points d'une population de «95 %» et d'une population représentant «Tous». Une différence dans ces deux résultats d'essai peut révéler des influences des filtres de lissage ou des fonctions équivalentes éventuellement préinstallées en tant que partie intégrante du SMT ou du logiciel associé, ceci n'étant pas toujours clairement visible pour les utilisateurs du SMT.

### 3.9

#### erreur de taille du système de palpage

$P_{\text{Taille.Sph.}i;j:03D}$

erreur d'indication lors de la mesure du diamètre étalonné de la sphère d'essai lorsqu'elle est associée par des moindres carrés à un percentile de toutes les données mesurées

Note 1 à l'article: Le symbole « $P$ » dans  $P_{\text{Taille.Sph.}i;j:03D}$  indique que l'erreur est associée aux performances du système de palpage, le qualificatif «Taille.Sph» indique qu'elle est associée à l'erreur de taille du système de palpage d'une sphère et le qualificatif «03D» indique qu'elle est associée au SMT optique 3D. Le qualificatif « $i$ » identifie le percentile de points de palpage sélectionné pour l'évaluation: soit avec «D95%» représentant 95 % de la population, soit avec «Tous» représentant l'ensemble de la population, autrement dit 100 %. Le qualificatif « $j$ » identifie les conditions de mesure du SMT. «SMV.SV» représente un mesurage à vue unique tandis que «SMV.MV» représente un mesurage à vues multiples. Dans les deux cas, la mesure est réalisée dans le volume de mesurage du détecteur («SMV»). Des exemples possibles de ces symboles sont  $P_{\text{Taille.Sph.D95\%;SMV.SV:03D}}$  ou  $P_{\text{Taille.Sph.Tous:SMV.MV:03D}}$ .

Note 2 à l'article: Les deux percentiles, 95 % et Tous, correspondent aux points mesurés selon les conditions assignées de fonctionnement. Lorsque ces conditions incluent un prétraitement tel qu'un préfiltrage ou un maillage, les percentiles s'appliquent à ces points après cette application.

Note 3 à l'article: L'erreur de taille du système de palpation est déterminée par les erreurs des détecteurs (dues, par exemple, au bruit, à la numérisation, à la distorsion de l'image, à l'interaction avec la surface de l'étalon matérialisé, à l'étalonnage, aux algorithmes défaillants) et du système de positionnement.

### 3.10 erreur de distorsion

$D_{CC;j:O3D}$   
erreur d'indication lors d'un mesurage de distance étalonnée centre-à-centre dans le volume de mesurage du détecteur, soit par opération de mesure à vue unique, soit par opération de mesure à vues multiples

Note 1 à l'article: Le symbole « $D$ » indique que l'erreur est associée à la déformation géométrique du détecteur, le qualificatif « $CC$ » indique que l'erreur d'indication est relative à une distance centre-à-centre et le qualificatif « $O3D$ » indique qu'elle est associée à un SMT optique 3D. Le qualificatif « $j$ » identifie les conditions de mesure du SMT: « $SMV.SV$ » représente un mesurage à vue unique tandis que « $SMV.MV$ » représente une opération de mesure à vues multiples. Dans les deux cas, la mesure est réalisée dans le volume de mesurage du détecteur (« $SMV$ »). Des exemples possibles de ces symboles sont  $D_{CC:SMV.SV:O3D}$  ou  $D_{CC:SMV.MV:O3D}$ .

### 3.11 erreur de distorsion de forme de plan

$D_{Forme.Pla.i;j:O3D}$   
distance minimale entre deux plans parallèles qui comprennent un percentile de tous les points mesurés sur le plan d'essai

Note 1 à l'article: Le symbole « $D$ » indique que l'erreur est associée à la déformation géométrique du détecteur, le qualificatif « $Forme.Pla$ » indique qu'elle est associée à l'erreur de forme d'un plan et le qualificatif « $O3D$ » indique qu'elle est associée à un SMT optique 3D. Le qualificatif « $i$ » identifie le percentile de points de palpation sélectionné pour l'évaluation: soit avec « $D95\%$ » représentant 95 % de la population, soit avec « $Tous$ » représentant l'ensemble de la population, autrement dit 100 %. Le qualificatif « $j$ » identifie les conditions de mesure du SMT: « $SMV.SV$ » représente un mesurage à vue unique tandis que « $SMV.MV$ » représente un mesurage à vues multiples. Dans les deux cas, la mesure est réalisée dans le volume de mesurage du détecteur (« $SMV$ »). Des exemples possibles de ces symboles sont  $D_{Forme.Pla.D95\%:SMV.SV:O3D}$  ou  $D_{Forme.Pla.Tous:SMV.MV:O3D}$ .

Note 2 à l'article: Les deux percentiles, 95 % et Tous, correspondent aux points mesurés selon les conditions assignées de fonctionnement. Lorsque ces conditions incluent un prétraitement tel qu'un préfiltrage ou un maillage, les percentiles s'appliquent à ces points après cette application.

### 3.12 erreur de mesurage de longueur volumétrique dans un volume de mesurage concaténé

$E_{Vol:CMV.MV:O3D}$   
erreur d'indication lors de la mesure d'une longueur d'essai étalonnée dans un volume de mesurage concaténé par mesure à vues multiples

Note 1 à l'article: Le symbole « $E$ » indique que l'erreur d'indication concerne une longueur dans l'espace, le qualificatif « $Vol$ » indique que les erreurs de géométrie volumétrique du SMT ne sont pas considérées, le qualificatif « $CMV.MV$ » représente un mesurage à vues multiples dans le volume de mesurage concaténé, et le qualificatif « $O3D$ » indique qu'il est associé au SMT optique 3D

Note 2 à l'article: Le mesurage à vues multiples permet de révéler l'erreur de mesure de la longueur volumétrique dans le volume de mesurage concaténé.

Note 3 à l'article: Une longueur étalonnée d'essai peut généralement être étalonnée avec la distance centre-à-centre d'une sphère étalon. Voir l'[Annexe B](#) pour plus de détails.

**3.13****erreur de dispersion maximale tolérée de forme du système de palpé** $P_{\text{Forme.Sph.}ij:03D,EMT}$ valeur extrême de  $P_{\text{Forme.Sph.}ij:03D}$  autorisée par les spécifications comme erreur maximale tolérée

Note 1 à l'article: Le qualificatif «*i*» identifie le percentile de points de palpé sélectionné pour l'évaluation: soit avec «D95%» représentant 95 % de la population, soit avec «Tous» représentant l'ensemble de la population, autrement dit 100 %. Le qualificatif «*j*» identifie les conditions de mesure du SMT: «SMV.SV» représente un mesurage à vue unique tandis que «SMV.MV» représente un mesurage à vues multiples. Dans les deux cas, la mesure est réalisée dans le volume de mesurage du détecteur («SMV»).

**3.14****erreur maximale tolérée de taille du système de palpé** $P_{\text{Taille.Sph.}ij:03D,EMT}$ valeur extrême de  $P_{\text{Taille.Sph.}ij:03D}$  autorisée par les spécifications comme erreur maximale tolérée

Note 1 à l'article: Le qualificatif «*i*» identifie le percentile de points de palpé sélectionné pour l'évaluation: soit avec «D95%» représentant 95 % de la population, soit avec «Tous» représentant l'ensemble de la population, autrement dit 100 %. Le qualificatif «*j*» identifie les conditions de mesure du SMT: «SMV.SV» représente un mesurage à vue unique tandis que «SMV.MV» représente un mesurage à vues multiples. Dans les deux cas, la mesure est réalisée dans le volume de mesurage du détecteur («SMV»).

**3.15****erreur de distorsion maximale tolérée** $D_{CC;j:03D,EMT}$ valeur extrême de  $D_{CC;j:03D}$  autorisée par les spécifications comme erreur maximale tolérée

Note 1 à l'article: Le qualificatif «*j*» identifie les conditions de mesure du SMT: «SMV.SV» représente un mesurage à vue unique tandis que «SMV.MV» représente un mesurage à vues multiples. Dans les deux cas, la mesure est réalisée dans le volume de mesurage du détecteur («SMV»).

**3.16****erreur maximale tolérée de distorsion de forme de plan** $D_{\text{Forme.Pla.}ij:03D,EMT}$ valeur extrême de  $D_{\text{Forme.Pla.}ij:03D}$  autorisée par les spécifications comme erreur maximale tolérée

Note 1 à l'article: Le qualificatif «*i*» identifie le percentile de points de palpé sélectionné pour l'évaluation: soit avec «D95%» représentant 95 % de la population, soit avec «Tous» représentant l'ensemble de la population, autrement dit 100 %. Le qualificatif «*j*» identifie les conditions de mesure du SMT: «SMV.SV» représente un mesurage à vue unique tandis que «SMV.MV» représente un mesurage à vues multiples. Dans les deux cas, la mesure est réalisée dans le volume de mesurage du détecteur («SMV»).

**3.17****erreur maximale de mesurage de longueur volumétrique tolérée dans un volume de mesurage concaténé** $E_{\text{Vol:CMV.MV:03D,EMT}}$ valeur extrême de  $E_{\text{Vol:CMV.MV:03D}}$  autorisée par les spécifications comme erreur maximale tolérée**3.18****erreur de mesurage de longueur bidirectionnelle dans un volume de mesurage concaténé** $E_{\text{Bi:CMV.MV:03D}}$ 

erreur d'indication bidirectionnelle lors de la mesure d'une longueur étalonnée d'essai dans un volume de mesurage concaténé par mesure à vues multiples

Note 1 à l'article: Voir l'[Annexe A](#) pour plus de détails sur les caractéristiques facultatives.

Note 2 à l'article: Le symbole «*E*» indique que l'erreur concerne une longueur dans l'espace, le qualificatif «Bi» indique que les erreurs locales de système de palpé sont incluses (système de palpé bidirectionnel), le qualificatif «CMV.MV» représente un mesurage à vues multiples dans le volume de mesurage concaténé, et le qualificatif «03D» indique qu'il est associé au SMT optique 3D.

Note 3 à l'article: Le mesurage à vues multiples permet de révéler l'erreur de mesure de la longueur volumétrique dans le volume de mesurage concaténé.

### 3.19

#### erreur maximale tolérée de mesurage de longueur bidirectionnelle

$E_{\text{Bi:CMV.MV:03DEMT}}$

valeur extrême de  $E_{\text{Bi:CMV.MV:03D}}$  autorisée par les spécifications comme erreur maximale tolérée

## 4 Symboles

$P_{\text{Forme.Sph.ij:03D}}$	erreur de dispersion du système de palpage
$P_{\text{Taille.Sph.ij:03D}}$	erreur de taille du système de palpage
$D_{\text{CC:j:03D}}$	erreur de distorsion
$D_{\text{Forme.Pla.ij:03D}}$	erreur de distorsion de forme de plan
$E_{\text{Vol:CMV.MV:03D}}$	erreur de mesurage de longueur volumétrique dans un volume de mesurage concaténé
$E_{\text{Bi:CMV.MV:03D}}$	erreur de mesurage de longueur bidirectionnelle dans un volume de mesurage concaténé
$P_{\text{Forme.Sph.ij:03D,EMT}}$	erreur de dispersion maximale tolérée de forme du système de palpage
$P_{\text{Taille.Sph.ij:03D,EMT}}$	erreur maximale tolérée de taille du système de palpage
$D_{\text{CC:j:03D,EMT}}$	erreur de distorsion maximale tolérée
$D_{\text{Forme.Pla.ij:03D,EMT}}$	erreur maximale tolérée de distorsion de forme de plan
$E_{\text{Vol:CMV.MV:03D,EMT}}$	erreur maximale de mesurage de longueur volumétrique tolérée dans un volume de mesurage concaténé
$E_{\text{Bi:CMV.MV:03D,EMT}}$	erreur maximale de mesurage de longueur bidirectionnelle tolérée
$D_{95\%}$	percentile de la population correspondant à 95 %
Tous	ensemble de la population (c'est-à-dire un percentile de 100 %)
SMV.SV	mesurage à vue unique dans le volume de mesurage du détecteur
SMV.MV	mesurage à vues multiples dans le volume de mesurage du détecteur
CMV.MV	mesurage à vues multiples dans le volume de mesurage concaténé

## 5 Conditions assignées de fonctionnement

### 5.1 Conditions environnementales

Les limites à respecter pour les conditions d'environnement tolérées (telles que les conditions de température, d'humidité de l'air, de vibrations et d'éclairage ambiant sur le lieu d'installation, qui influencent les mesures) doivent être spécifiées par:

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

Dans les deux cas, l'utilisateur est libre de choisir les conditions d'environnement dans lesquelles seront effectués les essais, dans les limites spécifiées par le fabricant dans la fiche technique du SMT.