

# NORME ISO INTERNATIONALE **25178-700**

Première édition  
2022-12

---

---

## **Spécification géométrique des produits (GPS) — État de surface: Surfacique —**

### **Partie 700: Étalonnage, ajustage et vérification d'instruments de mesure de la topographie des surfaces**

*Geometrical product specifications (GPS) — Surface texture: Areal —*

*Part 700: Calibration, adjustment and verification of areal  
topography measuring instruments*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/012c4189-06cb-417c-b8d1-4ccda67d93fa/iso-25178-700-2022>



Numéro de référence  
ISO 25178-700:2022(F)

© ISO 2022

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 25178-700:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/012c4189-06cb-417c-b8d1-4ccda67d93fa/iso-25178-700-2022>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2022

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 .....	v
Introduction .....	vi
<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>1</b>
<b>4</b> <b>Symboles et abréviations</b> .....	<b>3</b>
<b>5</b> <b>Étalonnage, ajustage et vérification d'un instrument</b> .....	<b>3</b>
5.1    Généralités .....	3
5.2    Méthodes d'étalonnage, d'ajustage et de vérification .....	4
5.3    Mode opératoire d'étalonnage de l'instrument .....	4
5.3.1    Étalonnage par des étalons .....	4
5.3.2    Traitement des défauts sur les mesures matérialisées .....	4
5.3.3    Modes opératoires de mesure pour l'étalonnage avec des étalons .....	4
5.3.4    Conditions d'étalonnage .....	4
<b>6</b> <b>Détermination des caractéristiques métrologiques de l'instrument</b> .....	<b>5</b>
6.1    Généralités .....	5
6.2    Consignation des conditions de mesure .....	5
6.3    Traitement des points non mesurés .....	5
6.4    Traitement des données erronées et des points aberrants .....	6
6.5    Caractéristiques métrologiques : bruit de mesure, $N_M$ , et bruit de l'instrument, $N_I$ .....	6
6.5.1    Généralités .....	6
6.5.2    Détermination du bruit de mesure et du bruit de l'instrument : application de filtres ou d'opérateurs .....	6
6.5.3    Détermination du bruit de mesure et du bruit de l'instrument : mesures matérialisées pour l'estimation du bruit de l'instrument et du bruit de mesure .....	6
6.5.4    Détermination du bruit de mesure et du bruit de l'instrument : mode opératoire pour la détermination du bruit de mesure .....	7
6.6    Détermination de l'écart de planéité .....	10
6.6.1    Généralités .....	10
6.6.2    Mesure matérialisée pour la détermination de l'écart de planéité .....	10
6.6.3    Mode opératoire pour la détermination de l'écart de planéité .....	10
6.6.4    Amélioration de l'estimation de l'écart de planéité .....	11
6.6.5    Application de filtres et d'opérateurs .....	11
6.6.6    Étalonnage de l'écart de planéité .....	11
6.7    Détermination du coefficient d'amplification $\alpha_z$ pour l'axe z .....	12
6.7.1    Généralités .....	12
6.7.2    Détermination du coefficient d'amplification $\alpha_z$ pour l'axe z : mesures matérialisées .....	12
6.7.3    Mode opératoire pour la détermination du coefficient d'amplification $\alpha_z$ pour l'axe z de l'instrument .....	12
6.7.4    Type PGR (profile - groove - rectangular) : rainure, aires de mesure rectilignes (rectangulaires ou trapézoïdales) .....	13
6.7.5    Autres mesures matérialisées pour l'étalonnage de l'axe z d'un instrument .....	15
6.7.6    Mode opératoire pour la détermination du coefficient d'amplification $\alpha_z$ pour l'axe z de l'instrument: plage et distance des positions de mesure pour l'étalonnage de l'échelle z de l'instrument .....	15
6.7.7    Plage et distance des positions de mesure pour l'étalonnage d'une échelle z réduite de l'instrument .....	16
6.8    Détermination de l'écart de linéarité de z, $l_z$ .....	16
6.8.1    Généralités .....	16

6.8.2	Détermination de l'écart de linéarité de $z$ complet et local, $l_z$ : plage de balayage de $z$ .....	16
6.8.3	Détermination de l'écart de linéarité de $z$ , $l_z$ .....	16
6.8.4	Détermination de l'écart de linéarité de $z$ , $l_z$ : dimensions des hauteurs de marche à mesurer.....	17
6.8.5	Détermination de l'écart de linéarité de $z$ , $l_z$ : positions dans la plage $z$ de l'instrument.....	17
6.8.6	Détermination de l'écart de linéarité de $z$ , $l_z$ : méthodes par défaut.....	18
6.9	Détermination des coefficients d'amplification $\alpha_x$ et $\alpha_y$ dans les directions $x$ et $y$ et des écarts de cartographie $\Delta_x(x,y)$ et $\Delta_y(x,y)$ .....	18
6.9.1	Généralités.....	18
6.9.2	Détermination des coefficients d'amplification $\alpha_x$ et $\alpha_y$ dans les directions $x$ et $y$ et des écarts de cartographie $\Delta_x(x,y)$ et $\Delta_y(x,y)$ : mesures matérialisées.....	19
6.9.3	Détermination des coefficients d'amplification $\alpha_x$ et $\alpha_y$ dans les directions $x$ et $y$ et des écarts de cartographie $\Delta_x(x,y)$ et $\Delta_y(x,y)$ : volume de mesure évalué.....	20
6.9.4	Mode opératoire pour la détermination des coefficients d'amplification $\alpha_x$ et $\alpha_y$ et des écarts de cartographie $\Delta_x(x,y)$ et $\Delta_y(x,y)$ des axes $x$ et $y$ .....	21
6.10	Perpendicularité de l'axe $z$ de l'instrument par rapport à la référence surfacique $x$ - $y$ .....	21
6.11	Résolution spatiale topographique $W_R$ .....	21
6.11.1	Généralités.....	21
6.11.2	Mesures matérialisées pour la résolution spatiale topographique.....	22
6.11.3	Courbe de la fonction de transfert de l'instrument (ITF) $f_{ITF}$ .....	22
6.11.4	Période latérale limitée $D_{LIM}$ .....	22
6.11.5	Utilisation des paramètres de résolution latérale optique.....	22
6.12	Fidélité de topographie $T_{FI}$ .....	22
6.12.1	Généralités.....	22
6.12.2	Détermination de la fidélité de topographie $T_{FI}$ à l'aide de la métrologie de référence.....	23
6.12.3	Détermination de la limite de fidélité à petite échelle $T_{FIL}$ .....	23
6.12.4	Effets dépendant de la pente.....	23
7	<b>Informations générales</b> .....	23
	<b>Annexe A (informative) Relation avec le modèle de matrice GPS</b> .....	24
	<b>Bibliographie</b> .....	26

## 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 géométrique 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).

Une liste de toutes les parties de la série ISO 25178 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 les maillons E, F et G des chaînes de normes relatives à l'état de surface du profil et à l'état de surface surfacique.

Le modèle de matrice ISO/GPS de 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.

Pour de plus amples informations sur la relation du présent document avec les autres normes et le modèle de matrice GPS, voir l'[Annexe A](#).

Selon le concept GPS, les valeurs théoriques des paramètres géométriques des pièces et leurs tolérances sont comparées au mesurage de ces paramètres sur les pièces fabriquées correspondantes et à leurs incertitudes de mesure associées. Pour que le résultat soit fiable, il est donc nécessaire d'étalonner l'instrument de mesure utilisé lors de ce processus.

Le présent document spécifie les modes opératoires par défaut à utiliser pour l'étalonnage, l'ajustage et la vérification des instruments de mesure de la topographie de surface, à l'aide de mesures matérialisées traçables au mètre par un institut de métrologie national ou un laboratoire qualifié; voir le Guide ISO/IEC 99:2007, 2.41. Les méthodes par défaut sont recommandées quand aucun autre mode opératoire d'étalonnage n'a été clairement défini.

Le présent document décrit l'étalonnage (voir le Guide ISO/IEC 99:2007, 2.39), l'ajustage (voir le Guide ISO/IEC 99:2007, 3.11) et la vérification (voir le Guide ISO/IEC 99:2007, 2.44), d'une manière générale, pour des instruments de mesure de la topographie.

L'étalonnage des caractéristiques métrologiques d'un instrument permet la vérification des spécifications de l'instrument lorsque celles-ci sont basées sur ces caractéristiques métrologiques. Cela permet aussi la comparaison des systèmes de fabricants différents pouvant être basés sur des principes de mesure différents.

Les caractéristiques métrologiques capturent tous les facteurs pouvant influencer un résultat de mesure (grandeurs d'influence) et elles peuvent être propagées de manière appropriée par le biais d'un modèle de mesure spécifique pour estimer l'incertitude de mesure.

L'étalonnage est une partie de la détermination de l'incertitude de mesure globale. L'évaluation complète de l'incertitude de mesure peut inclure d'autres facteurs, tels que la variabilité de l'opérateur, les influences environnementales variables, les effets des contraintes thermiques et mécaniques sur la pièce échantillon et d'autres facteurs qui ne sont pas pris en compte dans les étalonnages des instruments.

Des techniques d'étalonnage alternatives différentes de celles données par défaut ici sont également acceptables, en fonction des capacités de l'instrumentation et à condition que ces solutions alternatives aient des chaînes de traçabilité claires. À titre d'exemple, on peut citer les techniques reposant sur une réalisation indépendante du mètre à l'aide d'une longueur d'onde d'émission naturelle, dont la valeur a été établie avec une incertitude connue.

# Spécification géométrique des produits (GPS) — État de surface: Surfacique —

## Partie 700: Étalonnage, ajustage et vérification d'instruments de mesure de la topographie des surfaces

### 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie des modes opératoires génériques pour l'étalonnage, l'ajustage et la vérification des caractéristiques métrologiques que les instruments de mesure de la topographie des surfaces ont en commun, comme indiqué dans l'ISO 25178-600.

Comme les profils peuvent être extraits des images par topographie de surface, la plupart des méthodes décrites dans le présent document peuvent être adaptées aux instruments de profilométrie.

Les problèmes spécifiques des instruments ne sont pas couverts dans le présent document. Par exemple, pour les instruments basés sur un palpement mécanique, lorsque le palpeur suit un mouvement arqué additionnel, des mesures additionnelles sont spécifiées dans l'ISO 25178-701.

Le présent document n'inclut pas de modes opératoires pour les méthodes d'intégration des surfaces, bien que celles-ci soient aussi mentionnées dans l'ISO 25178-6. Par exemple, la diffusion de la lumière appartient à une classe de techniques connue sous le nom de méthodes d'intégration des surfaces servant à mesurer la topographie des surfaces.

### 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 25178-600:2019, *Spécification géométrique des produits (GPS) — État de surface: Surfacique — Partie 600: Caractéristiques métrologiques pour les méthodes de mesure par topographie surfacique*

### 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 <https://www.electropedia.org/>

#### 3.1

##### points non mesurés

positions de surface pour lesquelles il n'existe aucune valeur mesurée valide

Note 1 à l'article: Le traitement des points non mesurés est spécifié en 6.3.

Note 2 à l'article: Les points non mesurés peuvent être causés par un élément de l'instrument de mesure ou par un défaut sur la surface de l'étalon qui est situé hors de la plage de l'instrument.

### 3.2 données erronées

données qui ont été qualifiées comme étant mesurables par le principe de mesure, mais qui s'écartent nettement d'une plage de valeurs raisonnable d'après les connaissances préalables

Note 1 à l'article: Les données erronées peuvent se rapporter à des points uniques ou à de petits groupes de points qui ont été classifiés comme étant mesurables par l'instrument de mesure. Elles sont identifiées comme des données erronées en déterminant que leurs valeurs sont peu probables sur la base des connaissances préalables concernant la surface attendue et l'instrument, ou simplement par des défauts et la contamination de la surface. Les données erronées peuvent apparaître comme des points aberrants ou des pointes.

Note 2 à l'article: Les données erronées peuvent être causées par les conditions environnementales, par exemple vibrations, sources lumineuses externes, interaction entre la surface et l'instrument, ou simplement par des défauts et la contamination de la surface. Les données erronées peuvent apparaître comme des points aberrants ou des pointes.

Note 3 à l'article: Le traitement des données erronées est spécifié en [6.4](#).

### 3.3 bruit de mesure

$N_M$   
bruit ajouté au signal de sortie, survenant en cours d'utilisation normale de l'instrument

[SOURCE: ISO 25178-600:2019, 3.1.15, modifié — Notes à l'article retirées.]

### 3.4 bruit de l'instrument

$N_I$   
bruit interne ajouté au signal de sortie, causé par l'instrument lorsqu'il est placé de façon idéale dans un environnement non générateur de bruit

[SOURCE: ISO 25178-600:2019, 3.1.14, modifié — Notes à l'article retirées.]

### 3.5 écart de linéarité $z$

$l_z$   
différence locale maximale entre la droite à partir de laquelle est calculé le coefficient d'amplification et la fonction de réponse

[SOURCE: ISO 25178-600:2019, 3.1.11, modifié — Terme révisé et note à l'article retirée.]

### 3.6 courbe de fonction de transfert de l'instrument

$f_{ITF}$   
courbe décrivant la réponse en hauteur d'un instrument en fonction de la fréquence spatiale de la topographie de la surface

[SOURCE: ISO 25178-600:2019, 3.1.19, modifié — Terme révisé et note à l'article retirée.]

### 3.7 fidélité de topographie

$T_{FI}$   
étroitesse de la correspondance entre un profil de surface mesuré ou une topographie mesurée et celui (celle) dont les incertitudes ne sont pas significatives par comparaison

[SOURCE: ISO 25178-600:2019, 3.1.26, modifié — Note à l'article retirée.]



## 4 Symboles et abréviations

Les caractéristiques métrologiques pour les méthodes de mesure de la topographie des surfaces et les symboles et abréviations associés sont définis dans l'ISO 25178-600. Le [Tableau 1](#) contient une liste de ces caractéristiques métrologiques.

**Tableau 1 — Liste des caractéristiques métrologiques pour la mesure de l'état de surface<sup>a</sup>**

Caractéristique métrologique (et article dans le présent document)	Symbole	Article et figure dans l'ISO 25178-600:2019 contenant la définition	Erreur potentielle principale suivant l'axe (ISO 25178-600:2019, 3.1.2)
Coefficient d'amplification ( <a href="#">6.7</a> )	$\alpha_x, \alpha_y, \alpha_z$	3.1.10 (Figure 2)	$x, y, z$
Écart de linéarité ( <a href="#">6.8</a> )	$l_x, l_y, l_z$	3.1.11 (Figure 2)	$x, y, z$
Écart de planéité ( <a href="#">6.6</a> )	$z_{FLT}$	3.1.12	$z$
Bruit de mesure ( <a href="#">6.5</a> )	$N_M$	3.1.15	$z$
Résolution spatiale topographique ( <a href="#">6.11</a> )	$W_R$	3.1.20	$z$
Écarts de cartographie $x$ - $y$ ( <a href="#">6.9</a> )	$\Delta_x(x,y), \Delta_y(x,y)$	3.1.13	$x, y$
Fidélité de topographie ( <a href="#">6.12</a> )	$T_{FI}$	3.1.26	$x, y, z$

NOTE 1 Selon l'application de mesure, d'autres erreurs de déplacement le long des axes (voir l'ISO 230-1, l'ISO 10360-7 et l'ISO 10360-8) peuvent être significatives, mais ne sont pas énumérées ici pour la mesure de l'état de surface.

NOTE 2 La pente maximale mesurable est une limitation importante à spécifier pour un instrument de mesure de topographie de surface. Cependant, un utilisateur n'a pas besoin de mesurer ce paramètre à moins qu'il ne fasse partie d'un modèle de mesure.

<sup>a</sup> Adaptée du Tableau 1 de l'ISO 25178-600:2019.

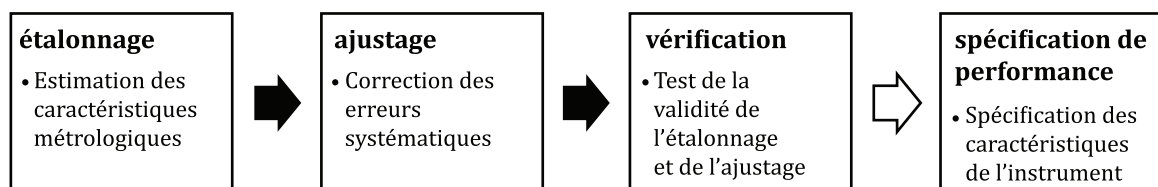
## 5 Étalonnage, ajustage et vérification d'un instrument

### 5.1 Généralités

Le présent document définit les méthodes par défaut pour l'étalonnage. Il spécifie aussi le principe général pour l'ajustage, la vérification et la détermination des spécifications de performance; voir la [Figure 1](#). Les autres méthodes utilisées pour l'étalonnage doivent satisfaire aux exigences spécifiées ici et doivent être spécifiées.

Si aucun ajustage n'est nécessaire, l'étalonnage initial constitue la vérification. Dans ce cas, le résultat d'étalonnage contribue au calcul de l'incertitude de mesure.

Si un ajustage est effectué, la vérification peut être effectuée par un étalonnage ultérieur après ajustage.



NOTE La flèche blanche indique la comparaison ultérieure possible avec les spécifications.

**Figure 1 — Diagramme de flux du mode opératoire d'étalonnage, d'ajustage et de vérification**

NOTE 1 La détermination des caractéristiques métrologiques n'est pas destinée à évaluer les erreurs dues aux algorithmes d'étalonnage et de calcul. Ces algorithmes peuvent être vérifiés en utilisant des étalons logiciels; voir l'ISO 25178-71 et l'ISO 25178-72.

NOTE 2 Les spécifications de performance sont généralement fournies par le fabricant de l'instrument.

## 5.2 Méthodes d'étalonnage, d'ajustage et de vérification

Dans le présent document, des méthodes sont définies pour le bruit (6.5), l'écart de planéité (6.6.2), l'amplification (6.7.2), l'écart de linéarité (6.8.3) et les écarts de cartographie x-y (6.9.2). Pour chacune de ces caractéristiques métrologiques, une méthode est définie pour la détermination de sa valeur. En fonction des caractéristiques, ces méthodes peuvent être utilisées à la fois pour réaliser l'étalonnage et la vérification après ajustage.

Aucune valeur par défaut n'est définie pour la perpendicularité de l'axe z de l'instrument par rapport à la référence surfacique x-y (6.10), la résolution spatiale topographique (6.11) et la fidélité de topographie (6.12).

## 5.3 Mode opératoire d'étalonnage de l'instrument

### 5.3.1 Étalonnage par des étalons

Les modes opératoires par défaut comprennent tous l'utilisation de mesures matérialisées. Des étalons étalonnés, tels que définis dans l'ISO 25178-70, doivent être utilisés pendant la détermination des caractéristiques métrologiques des instruments. L'écart par rapport aux valeurs indiquées dans le certificat d'étalonnage doit être enregistré et l'incertitude des valeurs d'étalonnage doit être prise en compte. Les étalons (mesures matérialisées étalonnées) doivent être sélectionnés en tenant compte des caractéristiques de la surface à mesurer.

NOTE 1 Les exigences pour les mesures matérialisées sont décrites dans l'ISO 25178-70, et celles concernant les instruments à contact (à palpeur) dans l'ISO 25178-701:2010, 5.2.1.2.

NOTE 2 Les plans optiques n'ont pas besoin d'être étalonnés pour la détermination du bruit telle que spécifiée en 6.5.

### 5.3.2 Traitement des défauts sur les mesures matérialisées

Il convient que les étalons sans défauts soient sélectionnés en priorité. Dans tous les cas, toutefois, la possibilité de défauts de surface (au sens de l'ISO 25178-73:2019, 3.1.2) doit être envisagée lorsqu'un étalon de mesure physique est utilisé pour des tâches d'étalonnage. Les défauts doivent être identifiés ou décrits conformément à l'ISO 25178-73:2019, 3.2. Les enregistrements de mesure doivent inclure une déclaration concernant la réponse sélectionnée à tout défaut de surface rencontré (ISO 25178-73:2019, 3.3), en veillant à faire une distinction entre les défauts efficaces et inefficaces. S'il n'est pas possible de planifier des mesurages valides pour une tâche sur un étalon défectueux, cet étalon ne doit pas être utilisé pour la tâche.

Pour des raisons de concision, ces déclarations de réponse à un défaut peuvent faire référence à des modes opératoires mentionnés dans le certificat d'étalonnage de l'étalon ou dans toute autre documentation adaptée provenant du fournisseur.

NOTE Le fournisseur de l'étalon défectueux pourra être en mesure de fournir un certificat d'étalonnage et/ou un mode opératoire de mesure associé alternatif, qui sont compatibles avec les défauts observés, permettant de planifier des mesurages valides sans réparation ou remplacement de l'étalon.

### 5.3.3 Modes opératoires de mesure pour l'étalonnage avec des étalons

Il convient de suivre autant que possible les modes opératoires de mesure spécifiés dans le certificat d'étalonnage de l'étalon pour la détermination des caractéristiques métrologiques.

### 5.3.4 Conditions d'étalonnage

La détermination des caractéristiques métrologiques doit être réalisée pour chaque instrument individuel et chaque réglage (configuration) d'instrument utilisé dans la pratique. Les conditions

environnementales doivent être similaires aux conditions de travail pour l'activité de mesure ultérieure pour cet instrument. La sélection et la configuration du logiciel d'évaluation doivent être les mêmes que celles utilisées dans la pratique.

L'étalonnage servant à déterminer la spécification de l'instrument doit être effectué dans des conditions de mesure documentées et ces conditions doivent être consignées (voir l'ISO/IEC 17025:2017, 6.3).

NOTE Le réglage (configuration) d'instrument est généralement spécifique de l'application.

EXEMPLE Exemples de réglages (configurations) différents:

- utilisation de lentilles de focalisation avec des grossissements différents;
- utilisation de rayons de pointe de palpeur différents;
- utilisation de sens de balayage différents;
- utilisation de vitesses de balayage différentes;
- conditions environnementales différentes, par exemple une température nettement différente.

## 6 Détermination des caractéristiques métrologiques de l'instrument

### 6.1 Généralités

Les caractéristiques métrologiques de l'instrument susceptibles d'avoir une influence sur le résultat de mesure et l'incertitude de mesure évaluée doivent être déterminées:

- dans le volume de mesure défini pour l'application prévue;
- à différentes positions dans le volume de mesure, le cas échéant;
- selon un programme de mesure convenu ou accepté;
- pour différentes vitesses ou différents sens de balayage, le cas échéant.

Les programmes de mesure généraux sont indiqués dans les articles suivants et des programmes de mesure plus détaillés peuvent être spécifiés pour chaque principe de mesure.

### 6.2 Consignation des conditions de mesure

Les conditions de mesure, les paramètres pertinents de l'instrument et les conditions environnementales peuvent influencer les caractéristiques métrologiques et doivent être consignés. Les perturbations potentielles, telles que le bruit, les vibrations ou les conditions d'éclairage, doivent être consignées, mais peuvent être décrites qualitativement.

NOTE 1 Exemples de paramètres de l'instrument et de conditions environnementales: température; humidité; configuration de l'éclairage interne; incrément de balayage; vitesse de balayage pour les instruments à balayage (voir l'ISO 25178-604:2013, 2.5.12 et 2.5.13).

NOTE 2 Exemples de phrases pour la consignation qualitative: «Pas de vibrations ou de fortes vibrations» et «Pas de perturbations par un éclairage extérieur»; voir aussi [6.5.2](#).

### 6.3 Traitement des points non mesurés

Par défaut, aucune interpolation et aucun remplissage des points non mesurés dans les zones pertinentes ne sont appliqués pour la détermination des caractéristiques métrologiques. Toutefois, si une interpolation et un remplissage sont appliqués, cela doit être consigné. Il convient de rejeter les mesurages pour lesquels le nombre de points non mesurés est significatif. L'interpolation ou d'autres algorithmes mathématiques ne doivent pas modifier le statut d'un point non mesuré pour en faire un point mesuré.

## 6.4 Traitement des données erronées et des points aberrants

Selon les connaissances préalables et les applications ultérieures, il convient d'éliminer les données erronées dans la région d'intérêt et il convient de les traiter de la même manière que les points non mesurés comme spécifié en 6.3.

## 6.5 Caractéristiques métrologiques : bruit de mesure, $N_M$ , et bruit de l'instrument, $N_I$

### 6.5.1 Généralités

Le bruit de l'instrument est le bruit minimal pouvant être obtenu dans des circonstances aussi idéales que possible.

L'évaluation du bruit de l'instrument doit être réalisée dans les meilleures conditions pour la caractérisation de la performance de l'instrument; voir l'ISO 25178-600.

Pour certains instruments, le bruit de l'instrument ne peut pas être totalement séparé des autres types de bruit de mesure, car l'instrument n'acquiert des données que lorsqu'il se déplace. Dans ce cas, tout bruit mesuré comprend une composante dynamique. Voir également bruit statique (ISO 25178-600:2019, 3.2.6) et bruit dynamique (ISO 25178-600:2019, 3.2.7).

### 6.5.2 Détermination du bruit de mesure et du bruit de l'instrument : application de filtres ou d'opérateurs

Dans les applications dans lesquelles des filtres ou des opérateurs sont utilisés, il convient que la détermination du bruit de mesure se fasse dans les mêmes conditions de filtrage que celles utilisées pour les mesurages. Les filtres utilisés, avec les indices d'imbrication appliqués, et les opérateurs utilisés doivent être consignés.

Une déclaration quantitative du bruit de mesure doit inclure tout filtre pouvant influencer les fréquences spatiales sur lesquelles le bruit est déterminé.

La spécification du bruit d'un instrument doit inclure la durée d'acquisition des données pertinentes, le nombre de points de données indépendants et tout filtre spatial ou temporel pouvant influencer les fréquences spatiales sur lesquelles le bruit est déterminé (voir Référence [19]).

**NOTE** L'utilisation d'un filtre S comme filtre passe-bas réduit le bruit, mais peut avoir une incidence sur la résolution spatiale topographique si cette résolution est limitée par l'échantillonnage latéral. Lors de l'estimation du bruit, il peut être préférable de réaliser les mesurages sans appliquer de filtre S pour la résolution latérale la plus élevée.

**EXEMPLE** Dans une fiche de spécification, la déclaration quantitative du bruit d'un instrument peut être indiquée comme suit: aire de mesure complète, durée d'acquisition de données de 1 s (10 moyennes par seconde) et filtre médian de  $3 \times 3$  pixels.

### 6.5.3 Détermination du bruit de mesure et du bruit de l'instrument : mesures matérialisées pour l'estimation du bruit de l'instrument et du bruit de mesure

Il convient d'utiliser par défaut pour la détermination du bruit de l'instrument une mesure matérialisée qui:

- est compatible avec le principe de mesure de l'instrument;
- a une surface lisse et plane;
- a des propriétés de surface conduisant à un rapport signal/bruit optimal.

Par défaut, cette mesure matérialisée doit être alignée optiquement pour qu'une plage de mesure minimale de l'instrument soit utilisée. Des mesures matérialisées avec un revêtement antireflet pour les mesurages optiques ou causant un «stick-slip» pendant les mesurages mécaniques peuvent ne pas fournir un rapport signal/bruit optimal. D'autres types de surfaces peuvent également être utilisés