



**Norme
internationale**

ISO 25178-604

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

**Partie 604:
Conception et caractéristiques
des instruments sans contact (à
interférométrie par balayage à
cohérence)**

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

Part 604: Design and characteristics of non-contact (coherence scanning interferometry) instruments

**Deuxième édition
2025-02**

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

[ISO 25178-604:2025](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/4d9af12e-aa1f-4a2e-accf-5c0c410cd3b6/iso-25178-604-2025)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/4d9af12e-aa1f-4a2e-accf-5c0c410cd3b6/iso-25178-604-2025>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2025

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
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire		Page
Avant-propos		iv
Introduction		vi
1 Domaine d'application		1
2 Références normatives		1
3 Termes et définitions		1
4 Exigences d'instrument		5
5 Caractéristiques métrologiques		6
6 Éléments de conception		6
7 Informations générales		6
Annexe A (informative) Principes des instruments CSI pour le mesurage par topographie de surface surfacique		7
Annexe B (informative) Sources d'erreur de mesure pour les instruments CSI		13
Annexe C (informative) Relation avec le modèle de matrice GPS		18
Bibliographie		19

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

[ISO 25178-604:2025](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/4d9af12e-aa1f-4a2e-accf-5c0c410cd3b6/iso-25178-604-2025)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/4d9af12e-aa1f-4a2e-accf-5c0c410cd3b6/iso-25178-604-2025>

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'ISO attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'ISO ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de propriété revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'ISO n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse www.iso.org/brevets. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié tout ou partie de tels droits de propriété.

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.

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

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 25178-604:2013), dont elle constitue une révision technique.

Les principales modifications sont les suivantes:

- suppression des termes et des définitions maintenant spécifiées dans l'ISO 25178-600;
- révision de tous les termes et définitions pour la clarté et la cohérence avec les autres documents normatifs ISO;
- ajout de [l'Article 4](#) pour les exigences de l'instrument, qui résume les éléments et caractéristiques normatifs des instruments;
- ajout de [l'Article 5](#) sur les caractéristiques métrologiques;
- ajout de [l'Article 6](#) sur les éléments de conception, qui clarifie les types d'instruments applicables au présent document;
- ajout d'un diagramme conceptuel de flux d'information à [l'Article 4](#);
- révision de [l'Annexe A](#) qui décrit les principes des instruments couverts par le présent document.

ISO 25178-604:2025(fr)

- ajout de l'[Annexe B](#) sur les caractéristiques métrologiques et sur les grandeurs d'influence, remplacement du tableau normatif des grandeurs d'influence avec une description informative des sources d'erreur communes et comment elles sont liées aux caractéristiques métrologiques dans l'ISO 25178-600.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 25178 peut être trouvée sur le site internet 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.

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

[ISO 25178-604:2025](#)

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/4d9af12e-aa1f-4a2e-accf-5c0c410cd3b6/iso-25178-604-2025>

Introduction

Le présent document est une norme de spécification géométrique des produits (GPS) et doit être considéré comme une norme GPS générale (voir ISO 14638). Elle influence le maillon F de la chaîne de normes concernant l'état de surface du profil et 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 C](#).

Le présent document inclut des termes et définitions pertinents pour l'instrument d'interférométrie par balayage à cohérence (CSI) pour le mesurage de topographie de surface surfacique. L'[Annexe A](#) résume brièvement les instruments et méthodes CSI permettant de clarifier les définitions et de fournir une base pour l'[Annexe B](#) qui décrit les sources courantes d'incertitude et leur relation avec les caractéristiques métrologiques de la CSI.

NOTE Des parties du présent document, en particulier les sections informatives, décrivent des systèmes et méthodes brevetés. Cette information est donnée uniquement pour aider les utilisateurs à mieux comprendre les principes de fonctionnement des instruments CSI. Le présent document n'est ni destiné à privilégier un quelconque droit de propriété intellectuelle, ni n'implique de licence d'utilisation de techniques brevetées susceptibles d'y être décrites.

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

[ISO 25178-604:2025](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/4d9af12e-aa1f-4a2e-accf-5c0c410cd3b6/iso-25178-604-2025>

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

Partie 604:

Conception et caractéristiques des instruments sans contact (à interférométrie par balayage à cohérence)

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie la conception et les caractéristiques métrologiques des instruments d'interférométrie par balayage à cohérence (CSI) pour le mesurage surfacique de la topographie de surface. Puisque les profils de surface peuvent être extraits des données de topographie de surface, les méthodes décrites dans le présent document s'appliquent également aux mesurages de profil.

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 donnés dans l'ISO 25178-600, 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 interférométrie par balayage à cohérence

CSI

méthode de mesure de la topographie des surfaces par laquelle la localisation de *franges d'interférence* (3.7) pendant le balayage d'un parcours optique fournit un moyen de déterminer la carte topographique d'une surface

Note 1 à l'article: La différence de longueur de chemin optique est la différence de longueur optique, incluant l'effet de géométrie et l'indice de réfraction, entre les chemins de mesure et de référence d'un interféromètre (voir ISO 10934:2020, 3.3.1).

Note 2 à l'article: La CSI utilise une bande spectrale d'éclairage large ou la géométrie d'éclairage, ou les deux, pour localiser les franges d'interférence.

Note 3 à l'article: La CSI utilise la localisation des franges seule ou combinée à l'évaluation de la *phase d'interférence* (3.8), selon le type de surface, la répétabilité de la topographie de surface souhaitée et les capacités du logiciel.

Note 4 à l'article: Le [Tableau 1](#) fournit une liste d'autres termes pour la CSI qui sont dans le domaine d'application du présent document.

Tableau 1 — Résumé d'autres termes courants pour la CSI

Terme	Bibliographie
Microscopie à sonde de cohérence Radar de cohérence Interférométrie de corrélation de cohérence	Références [13] , [14] , [15] , [16] , [17] et [18]
Interférométrie en lumière blanche Interférométrie par balayage en lumière blanche Interférométrie en lumière blanche à balayage	Références [19] , [20] et [21]
Interférométrie à balayage vertical Interférométrie à balayage en hauteur	Références [22] et [23]
Tomographie par cohérence optique plein champ	Référence [24]

[SOURCE: ISO 25178-6:2010, 3.3.5, modifié — La Note 1 à l'article a été remplacée par les Notes 1 à 4 à l'article.]

3.2 balayage d'interférométrie par balayage à cohérence balayage CSI

balayage mécanique ou optique qui fait varier la longueur optique du chemin de référence ou du chemin de mesure pour faire varier la différence de chemin optique

Note 1 à l'article: Le système optique d'imagerie est nominalement parallèle à l'axe de balayage axial du microscope (voir ISO 25178-607:2019, 3.5).

Note 2 à l'article: Un *signal CSI* ([3.3](#)) peut correspondre à une séquence de détections de valeurs d'intensité par une caméra électronique pendant un balayage CSI (voir [Annexe A](#)).

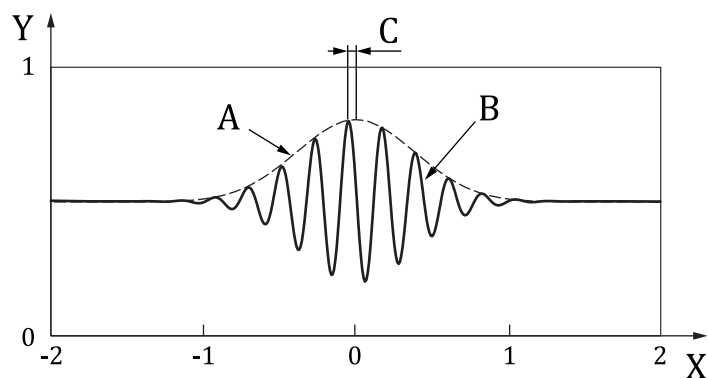
Note 3 à l'article: Dans la CSI, le moyen de balayage le plus courant (mais pas exclusif) est un ajustage physique de la longueur de chemin d'un interféromètre (voir ISO/TR 14999-2), qui doit être préajustée de sorte que l'*amplitude de modulation* ([3.9](#)) du signal CSI maximale coïncide avec la position de la meilleure mise au point.

Note 4 à l'article: Un moyen mécanique permettant de réaliser le balayage CSI peut être constitué d'étages motorisés ou à entraînement piézoélectrique ou autres, en fonction de la conception d'instrument, de la linéarité et de la cohérence du balayage CSI, ou de la *longueur de balayage CSI* ([3.5](#)) maximale souhaitée.

3.3 signal d'interférométrie par balayage à cohérence signal CSI

corrélogramme
signal d'interférométrie en lumière blanche
donnée d'intensité enregistrée pour un point-image individuel ou un pixel caméra en fonction de la position de *balayage CSI* ([3.2](#))

Note 1 à l'article: Voir [Figure 1](#) pour un exemple de signal CSI simulé pour une *longueur d'onde équivalente* ([3.12](#)) de 450 nm et une largeur de bande optique de mesure de 110 nm à un demi-maximum de largeur totale (voir ISO 25178-600:2019, 3.3.2) et une faible ouverture numérique de l'éclairage (voir ISO 10934:2020, 3.1.10.4; voir ISO 25178-600:2019, 3.3.6).



Légende

X	position de balayage CSI exprimée en micromètres	B	franges d'interférence
Y	intensité	C	écart de phase
A	enveloppe de modulation (calculée)		

Figure 1 — Éléments définis d'un signal CSI

3.4

incrément de balayage d'interférométrie par balayage à cohérence incrément de balayage CSI

distance parcourue par le *balayage CSI* (3.2) entre des captures de données

Note 1 à l'article: Une capture de données peut être un unique point-image ou une image de caméra.

Note 2 à l'article: L'incrément de balayage CSI est le plus souvent assez faible pour échantillonner chaque *frange d'interférence* (3.7) en plusieurs points, par exemple quatre images de caméra par frange, conformément au critère de Nyquist. Un sous-échantillonnage de Nyquist est également possible pour des vitesses d'acquisition de données supérieures, au prix d'un bruit de mesure supérieur.

3.5

longueur de balayage d'interférométrie par balayage à cohérence longueur de balayage CSI

étendue totale d'une longueur de trajectoire physique traversée par le *balayage CSI* (3.2)

Note 1 à l'article: Il convient que la longueur de balayage CSI soit normalement suffisamment longue de manière à pouvoir capturer l'étendue de topographie de surface souhaitée plus au moins une partie de la largeur d'enveloppe de modulation.

3.6

fréquence de balayage d'interférométrie par balayage à cohérence fréquence de balayage CSI

vitesse de balayage CSI

vitesse à laquelle le *balayage CSI* (3.2) est exécuté

Note 1 à l'article: Pour un balayage CSI linéaire, la fréquence de balayage CSI est la fréquence d'images de caméra multipliée par l'*incrément de balayage CSI* (3.4).

3.7

frange d'interférence

<interférométrie par balayage à cohérence> partie du *signal CSI* (3.3) à modulation, reliée à l'effet d'interférence et générée par la variation de la longueur du chemin optique au cours du *balayage CSI* (3.2)

Note 1 à l'article: Les franges d'interférence sont approximativement sinusoidales en fonction de la position de balayage.

Note 2 à l'article: Voir [Figure 1](#) pour une illustration des franges d'interférence d'un signal CSI.

Note 3 à l'article: Le terme «interférogramme» est souvent utilisé pour décrire l'image d'un motif de franges d'interférence enregistré par une image de caméra unique (voir ISO/TR 14999-2:2019, 6.2). Une frange d'interférence dans un interférogramme est un attribut du motif d'interférence; tandis qu'une frange d'interférence dans la *CSI* (3.1) désigne un attribut d'un signal dépendant du balayage, tel qu'illustré à la [Figure 1](#).

3.8 phase d'interférence

<interférométrie par balayage à cohérence> phase correspondant à la forme sinusoïdale des *franges d'interférence* (3.7) dans le *signal CSI* (3.3)

3.9 amplitude de modulation

visibilité des franges d'interférence
contraste des franges d'interférence
<interférométrie par balayage à cohérence> moitié de la variation de la valeur de crête à creux ou mesure équivalente de l'amplitude des *franges d'interférence* (3.7)

Note 1 à l'article: Voir l'ISO/TR 14999-2:2019, 4.1.2 et 5.2.5 pour un exemple d'utilisation des termes «visibilité» et «contraste» en tant que synonymes, respectivement.

Note 2 à l'article: L'amplitude de modulation d'un *signal CSI* (3.3) varie en fonction de la position de balayage.

3.10 enveloppe de modulation

enveloppe de contraste de franges
fonction de visibilité de franges
enveloppe de visibilité de franges
degré de cohérence en fonction de la position de balayage *CSI*
variation totale de l'*amplitude de modulation* (3.9) d'un *signal CSI* (3.3) en fonction de la position de balayage

Note 1 à l'article: Voir [Figure 1](#) pour une illustration de l'enveloppe de modulation d'un *signal CSI* (3.3).

Note 2 à l'article: L'enveloppe de modulation est une conséquence de la cohérence optique limitée, qui découle de l'utilisation d'une source de lumière à large bande spectrale (lumière blanche) ou d'une source de lumière spatialement étendue, ou des deux.

Note 3 à l'article: L'enveloppe de modulation est calculée en fonction de la position de balayage qui dépend de la méthode d'analyse des données.

3.11 option de traitement du signal d'interférométrie par balayage à cohérence option de traitement du signal *CSI*

choix du traitement qui détermine si le logiciel fait appel à l'*enveloppe de modulation* (3.10), à la *phase d'interférence* (3.8), à une analyse basée sur un modèle ou à une autre approche pour interpréter le *signal CSI* (3.3)

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

3.12 longueur d'onde équivalente

λ_{eq}
<interférométrie par balayage à cohérence> changement de hauteur de topographie de surface qui correspond à la longueur de balayage entre deux *franges d'interférence* (3.7) successives dans le *signal CSI* (3.3) à proximité de la valeur maximale de l'*enveloppe de modulation* (3.10) d'un *signal CSI*

Note 1 à l'article: La longueur d'onde équivalente est une définition dans le contexte de la *CSI* pour la longueur d'onde optique de mesure, définie dans l'ISO 25178-600:2019, 3.3.3, en tant que «valeur effective de la longueur d'onde de la lumière utilisée pour mesurer une surface».

Note 2 à l'article: La longueur d'onde optique de mesure dépend de conditions telles que le spectre de la source lumineuse, la transmission spectrale des composants optiques et la réponse spectrale du réseau de capteurs d'image.

Note 3 à l'article: La longueur d'onde équivalente peut être calculée à partir de facteurs liés à la conception d'instrument, étalonnée expérimentalement, ou déterminée en tant que partie de l'analyse du *signal CSI* (voir [l'Article A.3](#)).

3.13**largeur de l'enveloppe de modulation**

longueur de balayage sur laquelle l'intensité du signal représentée par l'*enveloppe de modulation* (3.10) est supérieure à une valeur définie

Note 1 à l'article: La largeur de l'enveloppe de modulation est quantifiable de différentes manières, telles que la largeur totale à mi-hauteur (FWHM).

Note 2 à l'article: La largeur de l'enveloppe de modulation est liée à la longueur de cohérence décrite dans l'ISO 11145:2018, 3.11.4, et est fonction de la largeur de bande de la source lumineuse (voir ISO 25178-600:2019, 3.3.2), de la sensibilité spectrale de la caméra et de facteurs géométriques tels que l'ouverture numérique de l'éclairage (voir ISO 10934:2020, 3.1.10.4 et ISO 25178-600:2019, 3.3.6).

3.14**écart de phase**

ϕ_G
<interférométrie par balayage à cohérence> décalage d'unités de phase à la *longueur d'onde équivalente* (3.12) entre la position de *balayage CSI* (3.2) pour la *frange d'interférence* (3.7) et la valeur maximale de l'*enveloppe de modulation* (3.10) d'un *signal CSI* (3.3)

Note 1 à l'article: Voir [Figure 1](#) pour un exemple de signal CSI illustrant l'écart de phase.

Note 2 à l'article: L'écart de phase est une valeur calculée qui dépend de la méthode d'analyse des données.

Note 3 à l'article: L'écart de phase peut varier en fonction de la dispersion optique dans le système optique de l'instrument, ainsi que de caractéristiques de surface de l'échantillon telles que les films de surface (voir ISO 25178-600:2019, 3.4.1), la pente locale et des matériaux optiquement non uniformes (voir ISO 25178-600:2019, 3.4.6).

3.15**erreur sur le saut de frange**

2π error

<interférométrie par balayage à cohérence> erreur d'identification de l'intervalle de phase 2π correct dans une carte de topographie qui fait appel à la *phase d'interférence* (3.8) en tant que partie de l'*option de traitement du signal CSI* (3.11)

Note 1 à l'article: Les erreurs sur l'ordre de frange sont des multiples habituellement entiers de la *demi-longueur d'onde équivalente* (3.12) en hauteur.

Note 2 à l'article: Les erreurs sur l'ordre de frange peuvent conduire à des marches artificielles dans la carte de topographie. Sur des surfaces lisses et continues, ces marches artificielles peuvent parfois être corrigées en utilisant des algorithmes de développement de phase (voir ISO/TR 14999-2:2019, 6.6).

4 Exigences d'instrument

Un instrument conforme au présent document doit réaliser des mesurages par topographie de surface surfacique d'une surface d'échantillon en utilisant la CSI. L'instrument doit comprendre un interféromètre (voir ISO/TR 14999-2) et un moyen de réaliser un balayage CSI. L'instrument doit acquérir des images de caméra capturées en des positions de balayage déterminées par un incrément de balayage CSI. L'acquisition de données se déroule à une fréquence de balayage CSI sur une longueur de balayage CSI. Le signal CSI pour un unique point-image doit comprendre des franges d'interférence ayant une phase d'interférence et des amplitudes de modulation mises en forme par une enveloppe de modulation caractérisée par la largeur de l'enveloppe de modulation. L'instrument doit convertir les données acquises en une topographie surfacique en utilisant une option de traitement du signal CSI qui utilise les franges d'interférence ou l'enveloppe de modulation, ou les deux. Les valeurs de hauteur de topographie doivent être déduites de la fréquence de balayage CSI ou de la longueur d'onde équivalente, ou des deux. Si la topographie de surface finale repose sur la phase d'interférence, l'option de traitement du signal CSI doit prendre en compte l'écart de phase lors de l'interprétation des franges d'interférence, de manière à éviter des erreurs sur l'ordre de frange.

La [Figure 2](#) présente le flux d'information entre ces éléments pour un microscope CSI, entre la surface réelle et une surface à échelle limitée. Des exemples de matériels, de techniques et de sources d'erreur pour la CSI sont donnés aux [Annexes A](#) et [B](#).