



**Norme
internationale**

ISO 10110-5

**Optique et photonique —
Indications sur les dessins pour
éléments et systèmes optiques —**

**Partie 5:
Tolérances de forme de surface**

*Optics and photonics — Preparation of drawings for optical
elements and systems —*

Part 5: Surface form tolerances

**Quatrième édition
2026-05**

Numéro de référence
ISO 10110-5:2026(fr)

© ISO 2026

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2026

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 Spécification des tolérances portant sur l'écart de forme de surface	2
4.1 Généralités	2
4.2 Unités	3
4.3 Longueur d'onde	3
5 Indication figurant sur les dessins	4
5.1 Généralités	4
5.2 Structure de l'indication basée sur un numéro de code	4
5.2.1 Généralités	4
5.2.2 Numéro de code	5
5.2.3 Forme de base	5
5.2.4 Forme complète	6
5.2.5 Description détaillée des formes et des codes	8
5.2.6 Surface	14
5.2.7 Emplacement	15
5.3 Structure de l'indication sous forme de tableau	15
5.4 Spécification des écarts dans des ensembles de polynômes de Zernike sous forme tabulaire	15
6 Exemples d'indications de tolérances	17
6.1 Exemples d'indication basée sur un numéro de code	17
6.1.1 Exemples invariants de révolution	17
6.1.2 Exemples cylindriques/asymétriques	20
6.2 Exemples d'indication basée sur un tableau	21
6.2.1 Surface sphérique	21
6.2.2 Surface décrite des polynômes XY (coordonnées cartésiennes)	21
6.2.3 Surface décrite des polynômes $\rho\varphi$ (coordonnées polaires)	21
6.2.4 Exemple de spécification des écarts dans des ensembles de coefficients de Zernike sous forme tabulaire	22
Annexe A (informative) Relation entre la tolérance de l'écart de puissance et la tolérance du rayon de courbure	24
Annexe B (informative) Comparaison des nomenclature, fonctions et valeurs correspondantes de l'ISO 10110-5 et de l'ISO 14999-4	25
Bibliographie	31

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 172, *Optique et photonique*, Sous-comité SC 1, *Normes fondamentales*.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition (ISO 10110-5:2015), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications sont les suivantes:

- des unités autorisées ont été ajoutées (ondes pour l'écart; μrad , °, '," pour la pente);
- plusieurs formes de base ont été ajoutées (par exemple, toutes les indications d'irrégularité de la sous-ouverture et de la pleine ouverture);
- la pente locale a été affinée: sous-pupilles circulaires pour la pente bidimensionnelle (plutôt que carrées) et réduction de l'échantillonnage de la carte avant l'évaluation (à condition que la résolution d'échantillonnage réduit soit encore plus fine que l'intervalle d'échantillonnage de la pente indiqué);
- nouvelle indication du résidu de Zernike (pour une spécification de fréquence spatiale à mi-course simple);
- nouvelle indication du coefficient de Zernike (forme tabulaire seulement);
- nouvelle indication de courbure locale;
- ajout de la permission d'utiliser des estimateurs de PV ajustée (PV_r et PV%) pour évaluer l'irrégularité de la PV et l'écart total de la PV, sauf si une note sur le dessin rejette spécifiquement cette utilisation;
- ajout de la légende des codes d'indication (glossaire);

ISO 10110-5:2026(fr)

- la longueur et l'intervalle d'échantillonnage pour les indications de pente des maxima et de la moyenne quadratique ont été consolidés;
- ajout d'exemples pour les nouvelles indications, et chaque forme de spécification s'accompagne d'un exemple pertinent;
- la cohérence et la clarté de la notation polynomiale de Zernike ont été améliorées;
- séparateur à l'intérieur des formes modifié d'un point-virgule à deux-points ou à un ou plusieurs espaces (par exemple AX:AY au lieu de AX;AY) pour éviter toute confusion avec le point-virgule utilisé comme séparateur entre les formes.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 10110 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.

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai

Introduction

Le présent document concerne les écarts de forme (contour) d'une surface optique et fournit un moyen de spécifier des tolérances pour certains types d'écarts de forme de surface en nanomètres.

La pratique courante consistant à mesurer par interférométrie l'écart de forme de surface comme étant la déformation du front d'onde provoquée par une seule réflexion d'une surface optique en incidence normale (90° par rapport à la surface), il est possible de donner une définition unique de la réduction des données interférométriques qui peut être utilisée dans les deux cas, c'est-à-dire pour l'écart de forme de surface et la déformation du front d'onde. Étant donné que la majorité des mesurages sont réalisés avec des logiciels, les écarts sont exprimés en nanomètres. Cependant, le mesurage interférométrique utilise l'unité «interfranges». Un «interfrange» équivaut à un écart de forme de surface qui provoque une déformation du front d'onde réfléchi d'une longueur d'onde. Une valeur exprimée en nanomètres est une indication de l'écart de hauteur réel de la surface elle-même (et non du front d'onde réfléchi).

La surface soumise à essai avec le tube à essai est par exemple un interféromètre. L'écart de forme de surface est représenté par la déformation du front d'onde qui correspond à la différence entre le front d'onde réfléchi par la surface réelle et celui réfléchi par la surface du tube à essai.

En raison des risques de confusion et d'erreurs d'interprétation, des nanomètres plutôt que des interfranges sont utilisés. Si ces derniers sont pris comme unités, la longueur d'onde est également à spécifier.

En outre, les tolérances d'écarts de pente des surfaces peuvent être données en unités de mrad, μ rad, arcmin, ou arcsec.

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai

Optique et photonique — Indications sur les dessins pour éléments et systèmes optiques —

Partie 5: Tolérances de forme de surface

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les règles d'indication de la tolérance pour les écarts de forme de surface de la série ISO 10110, qui normalise les indications sur les dessins pour éléments et systèmes optiques.

NOTE La terminologie d'interférométrie utilisant l'unité «interfranges» est largement utilisée pour la spécification des tolérances. Cependant, l'utilisation de méthodes non interférométriques pour les essais des pièces optiques est récemment devenue plus importante. De ce fait, contrairement aux versions antérieures du présent document, les nanomètres sont désormais l'unité privilégiée et normalisée pour exprimer les écarts de forme de surface. L'utilisation d'interfranges est toujours autorisée, à condition que la longueur d'onde de base soit explicitement spécifiée.

Le présent document s'applique aux surfaces de formes toriques et cylindriques, planes, sphériques, asphériques, ainsi qu'aux surfaces d'autres plans non sphériques comme les surfaces généralement décrites. Il s'applique également aux substrats des surfaces diffractives; pour les spécifications du front d'onde transmis ou réfléchi, voir l'ISO 10110-16 et l'ISO 10110-14.

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 10110-1, *Optique et photonique — Indications sur les dessins pour éléments et systèmes optiques — Partie 1: Généralités*

ISO 14999-4, *Optique et photonique — Mesurage interférométrique de composants et de systèmes optiques — Partie 4: Directives pour l'évaluation des tolérances spécifiées dans l'ISO 10110*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de l'ISO 14999-4 ainsi que les termes et les définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC maintiennent des bases de données terminologiques pour utilisation dans le domaine de la normalisation 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

écart de forme de surface

fonction représentant les distances mesurées perpendiculairement à la surface entre une surface optique nominale et une forme mesurée décrite comme un écart de front d'onde mesuré f_{WD} ou $f_{WD,CY}$ comme défini dans l'ISO 14999-4

Note 1 à l'article: L'ISO 14999-4 fournit les définitions des fonctions de déformation.

3.2

défaut sagittal

ΔZ

fonction représentant les distances suivant l'axe Z entre une surface optique nominale et une forme mesurée

Note 1 à l'article: Sur la base d'une mesure interférométrique, les valeurs sont disponibles suivant la perpendiculaire à la surface locale et nécessitent d'être converties en écarts dans la direction z afin de les comparer avec ΔZ .

Note 2 à l'article: Pour des surfaces optiques simples, souvent l'axe Z est aussi l'axe optique.

4 Spécification des tolérances portant sur l'écart de forme de surface

4.1 Généralités

Les tolérances portant sur l'écart de forme de surface sont indiquées en spécifiant les valeurs maximales admises de l'écart de puissance, de l'irrégularité et d'autres erreurs de forme de surface (voir 5.2). Un écart de forme de surface basé sur un tableau sagittal peut également être donné dans la direction z sous forme d'irrégularité ou de pente.

Les tolérances de forme de surface comme les tolérances d'écart de pente peuvent varier dans différentes sections et différentes orientations (x, y) ou (ρ, φ) . Dans ce cas, la longueur d'échantillonnage et l'intervalle d'échantillonnage spatial peuvent également dévier l'une de l'autre.

La tolérance de forme de surface peut également être définie sous la forme de coefficients d'un polynôme de Zernike.

NOTE 1 L'ISO 10110-14 donne un moyen de ne spécifier qu'une tolérance de déformation du front d'onde pour l'élément optique en entier sans avoir à spécifier les tolérances de chaque surface.

NOTE 2 Les méthodes de détermination de l'importance de l'écart de puissance, de l'irrégularité, de l'irrégularité invariante par révolution et/ou par translation et de l'écart de pente d'une surface donnée sont spécifiées dans l'ISO 14999-4.

NOTE 3 Les tolérances de forme de surface s'appliquent au composant optique fini (revêtu et/ou cimenté), sauf indication contraire explicite sur le dessin (conformément à l'ISO 10110-1:2019, Article 4).

Les tolérances de forme de surface supposent que la pièce est à l'état «libre» et qu'elle n'est pas perturbée par des forces externes (telles que la pesanteur) et une déformation due au montage. Si l'on s'attend à ce que les effets du montage ou de gravité soient significatifs, il est recommandé de compenser ces effets (avec une incertitude attendue quant à la compensation fournie) ou d'indiquer l'orientation et le montage de la pièce au moment où elle est mesurée.

Il est recommandé de spécifier une tolérance de l'écart de pente ou du résidu de Zernike pour les surfaces non-sphériques telles que les surfaces cylindriques asphériques, non circulaires ou générales. Selon l'application et la complexité, l'écart de pente maximal admis peut également être indiqué comme quantité absolue en direction (x, y) ou (ρ, φ) .

Il n'est pas nécessaire de spécifier des tolérances pour tous les types d'écart de forme de surface.

Le défaut sagittal ΔZ est défini le long de l'axe Z. Tous les autres écarts de surface sont définis perpendiculaires de la surface théorique.

4.2 Unités

Les valeurs maximales admises de l'écart de puissance, de l'irrégularité, de l'irrégularité invariante par révolution et/ou par translation, de l'écart total et de tous les types d'écart de la moyenne quadratique doivent être spécifiées en nanomètres (...nm) ou, si cela est privilégié, en micromètres (...µm), en ondes (...λ ou ...wv), ou en interfranges (aucune unité ou ...fr). Il est recommandé d'utiliser les nanomètres. Les interfranges (ou "franges" en abrégé) nécessitent la spécification d'une longueur d'onde d'essai ainsi qu'un facteur d'échelle et n'ont que peu de sens dans le cas de techniques de mesure non interférométriques. Les micromètres ont une amplitude similaire aux franges et accroissent la probabilité que la spécification puisse être confondue avec des franges lors d'un contrôle occasionnel. L'unité «ondes» exige également la spécification de la longueur d'onde d'essai et n'est pas recommandée afin d'éviter toute confusion avec d'autres utilisations du terme «longueur d'onde».

Lorsqu'une surface est soumise à des essais par interférométrie par réflexion en incidence normale, un écart de forme de surface d'une demi-longueur d'onde de lumière provoque une déformation du front d'onde d'une longueur d'onde complète. Il en résulte une combinaison d'interférences dans laquelle l'intensité varie d'une frange claire à la suivante ou d'une frange sombre à la suivante, c'est-à-dire qu'un interfrange est visible. Pour les besoins du présent document, le terme «interfranges» ne concerne pas la distance transversale entre les franges mais le fait que le nombre d'interfranges visibles dans la combinaison d'interférences correspond au nombre de longueurs d'onde de la déformation du front d'onde.

NOTE 1 L'unité «interfranges» est un héritage de l'époque où les surfaces optiques étaient soumises à essai par interférométrie et analysées visuellement, par exemple avec une plaque d'essai de Newton et la lumière verte d'une lampe à vapeur de mercure. Alors que certaines surfaces sont encore testées de cette manière, les surfaces de mesure avec des systèmes de mesure numériques (y compris les techniques non interférométriques) sont de plus en plus courantes. De plus, il existe une plus grande variété de configurations d'essais interférométriques qu'un simple essai d'incidence normale en double-passe (par exemple pour les prismes, les essais coniques nuls, l'interférométrie à incidence rasante).

Par défaut, l'unité des interfranges est égale à $\lambda/2$, où λ est la longueur d'onde spécifiée.

Pour une configuration d'essai interférométrique général, l'espacement des franges est égal à $\lambda/[N \cos(\alpha)]$, où α est l'angle d'incidence du front d'onde d'essai sur la surface d'essai, N est le nombre de passes du front d'onde d'essai avec la surface d'essai, et λ est la longueur d'onde de lumière utilisée pour l'essai. Pour l'essai «type» de surface d'incidence normale en réflexion, $N = 2$ and $\alpha = 0$, nous obtenons donc l'expression par défaut ci-dessus.

Si des unités d'interfranges doivent être utilisées pour une surface qui n'est pas censée être mesurée en réflexion à une incidence normale, une note doit être ajoutée au dessin, laquelle spécifie à la fois la configuration d'essai et le facteur d'échelle de frange $[N \cos(\alpha)]$.

Les écarts basés sur un tableau sagittal suivant l'axe Z doivent être donnés en unités métriques comme le µm ou le nm.

Les valeurs maximales admises de l'écart de pente maximal et de la moyenne quadratique doivent être spécifiées de préférence en milliradians (...mrad), bien que d'autres unités d'angle soient autorisées (par exemple µrad, arcsec, arcmin). L'unité d'angle doit toujours être indiquée.

NOTE 2 Dans les versions antérieures de l'ISO 10110-5 et de l'ISO 14999-4, il était supposé que la pente était en mrad (sans étiquette d'unité).

NOTE 3 Si la définition mathématique traditionnelle de la pente est sans unité (la tangente d'un angle ou le rapport entre deux longueurs), la présente définition utilise l'angle lui-même (voir l'ISO 14999-4:2026, 3.4.4 et 3.4.6). Pour les amplitudes d'écart de pente types, l'angle de pente ξ exprimé en radians est quasiment identique à la définition traditionnelle de la pente ($\tan(\xi) \approx \xi$ lorsque $\xi \ll 1$).

4.3 Longueur d'onde

En cas d'utilisation d'unités d'interfranges ou d'ondes, la longueur d'onde doit être spécifiée (de préférence en nm). Si elle diffère de la longueur d'onde de référence (définie dans l'ISO 10110-1 et généralement indiquée dans le champ de titre du dessin), la longueur d'onde doit être indiquée en 3/. Si les unités de frange et de