

NORME  
INTERNATIONALE **ISO 10110-14**

Troisième édition  
2018-11

---

---

**Optique et photonique — Préparation  
des dessins pour éléments et systèmes  
optiques —**

Partie 14:  
**Tolérance de déformation du front  
d'onde**

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)  
*Optics and photonics — Preparation of drawings for optical elements  
and systems —*

*Part 14: Wavefront deformation tolerance*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1ce49626-fla6-4a39-bca0-832f29633d1d/iso-10110-14-2018>



Numéro de référence  
ISO 10110-14:2018(F)

© ISO 2018

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 10110-14:2018

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1ce49626-fla6-4a39-bca0-832f29633d1d/iso-10110-14-2018>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2018

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  
Fax: +41 22 749 09 47  
E-mail: [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	v
<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>Spécifications des tolérances de déformation du front d'onde</b> .....	<b>2</b>
4.1   Généralités.....	2
4.2   Unités.....	2
4.3   Longueur d'onde.....	3
4.4   Aberrations cibles.....	3
<b>5</b> <b>Indication sur les dessins</b> .....	<b>3</b>
5.1   Généralités.....	3
5.2   Numéro de code.....	4
5.2.1   Formes basiques.....	4
5.2.2   Formes supplémentaires.....	6
5.3   Zone.....	7
5.4   Position.....	7
5.5   Indication de la position du point objet.....	9
5.6   Spécification de la position du point image.....	10
5.7   Indication des aberrations cibles.....	10
<b>6</b> <b>Exemples d'indications de tolérance</b> .....	<b>10</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>13</b>

[ISO 10110-14:2018](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1ce49626-fla6-4a39-bca0-832f29633d1d/iso-10110-14-2018)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1ce49626-fla6-4a39-bca0-832f29633d1d/iso-10110-14-2018>

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

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 10110-14:2007), qui a fait l'objet d'une révision technique. Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- le présent document a été adapté à l'ISO 10110-5 qui inclut l'utilisation des surfaces générales.
- un nouveau paragraphe «Formes supplémentaires» a été ajouté en 5.2.2, qui inclut «l'Écart du front d'ondes PV et PC robuste» et «l'Écart du front d'ondes décrit par les coefficients Zernike».
- des exemples ont été ajoutés à l'Article 6.
- le paragraphe 4.5 a été supprimé.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 10110 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](http://www.iso.org/fr/members.html).

## Introduction

Le présent document permet de spécifier une tolérance fonctionnelle pour la performance (exprimée en longueurs d'ondes de déformation du front d'onde en simple passe) d'un système optique. Cette tolérance comprend donc l'effet des déformations de surface, les hétérogénéités et les interactions possibles entre les différentes erreurs individuelles.

Les éléments optiques sont souvent soumis à essai dans une configuration en «double passe» où le front d'onde passe à travers ou, dans le cas des systèmes optiques réfléchissants, se réfléchit sur l'élément soumis à essai deux fois, comme illustré dans l'ISO/TR 14999-1:2005, Figure 18.

## iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 10110-14:2018](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1ce49626-fla6-4a39-bca0-832f29633d1d/iso-10110-14-2018)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1ce49626-fla6-4a39-bca0-832f29633d1d/iso-10110-14-2018>

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 10110-14:2018

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1ce49626-f1a6-4a39-bca0-832f29633d1d/iso-10110-14-2018>

# Optique et photonique — Préparation des dessins pour éléments et systèmes optiques —

## Partie 14: Tolérance de déformation du front d'onde

### 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie des règles pour indiquer la tolérance de déformation d'un front d'onde transmis à travers ou, dans le cas des systèmes optiques réfléchissants, réfléchi sur un élément ou un sous-ensemble optique dans la série de l'ISO 10110, qui normalise les indications sur les dessins pour les systèmes et éléments optiques.

Le présent document s'applique également lorsque les systèmes optiques avec des surfaces générales sont utilisés (ISO 10110-19).

La déformation du front d'onde se réfère à sa déviation par rapport à la forme souhaitée (front d'onde théorique nominal). L'inclinaison du front d'onde par rapport à une surface de référence donnée est exclue du présent document.

Il n'y a pas d'exigence d'indication de la tolérance de déformation du front d'onde.

### 2 Références normatives

ISO 10110-14:2018

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 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 définitions donnés dans l'ISO 14999-4 s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>

NOTE L'ISO 14999-4 fournit les définitions pour toutes les fonctions de déformation.

## 4 Spécifications des tolérances de déformation du front d'onde

### 4.1 Généralités

Il est possible de spécifier une tolérance de déformation du front d'onde uniquement, sans avoir à spécifier les tolérances de chaque surface. Dans ce cas, le fabricant doit s'assurer que le front d'onde satisfait à la tolérance spécifiée. Cependant, le fabricant n'est pas lié par les tolérances de forme des surfaces individuelles de l'élément ou du système. Le fabricant est libre, par exemple, de tolérer de fortes déformations de surfaces pourvu qu'elles s'annulent mutuellement.

Il est également possible d'indiquer une tolérance de déformation du front d'onde, selon le présent document, en plus des tolérances de forme des surfaces individuelles et/ou de l'hétérogénéité (respectivement selon l'ISO 10110-5 et l'ISO 10110-18). Dans ce cas, le fabricant doit s'assurer que toutes les tolérances individuelles (tolérances de forme de la surface et imperfections de matériaux) sont satisfaites et également que le front d'onde possède la qualité spécifiée.

Dans le cas d'un essai en double passe, la déformation supplémentaire du front d'onde, causée par le second passage dans l'élément doit être prise en considération lorsque les résultats de mesure sont comparés avec les tolérances spécifiées. Si le front d'onde n'est pas trop déformé en simple passe par l'élément soumis à essai et qu'il se réfléchisse sur un miroir de grande qualité, il retourne alors à travers la même partie de l'élément soumis à essai vers l'interféromètre. Alors, la déformation du front d'onde observée est égale à deux fois la déformation du front d'onde (en simple passe) (défini dans l'ISO 14999-4). Cela signifie que la déformation du front d'onde est égale à la moitié de la déformation du front d'onde observée.

Si le front d'onde est trop déformé par l'élément soumis à essai, alors, les rayons individuels ne passent pas par les mêmes positions de l'élément soumis à essai sur le trajet de retour et la déformation du front d'onde n'est pas exactement égale à deux fois celle résultant d'une configuration en simple passe.

La déformation du front d'onde donnée est valide uniquement au front d'onde spécifié.

Les tolérances de déformation du front d'onde sont indiquées en spécifiant les valeurs maximales admises de l'écart de puissance, de l'irrégularité et/ou de l'irrégularité à symétrie de révolution. De plus, il est possible de spécifier les tolérances pour les trois mesures des moyennes quadratiques (rms) de la déformation du front d'onde (moyenne quadratique totale, moyenne quadratique d'irrégularité et moyenne quadratique d'irrégularité à révolution variante). Voir l'ISO 14999-4 pour les définitions.

NOTE 1 L'écart de puissance n'a de sens que lorsque l'emplacement de l'image est spécifié. Si l'emplacement n'est pas spécifié, l'écart de puissance du front d'onde est égal à zéro par définition.

NOTE 2 Les méthodes de détermination de l'importance de l'écart de puissance, de l'irrégularité et de l'irrégularité à symétrie de révolution pour un front d'onde sont spécifiées dans l'ISO 14999-4.

Il n'est pas nécessaire de spécifier les tolérances pour tous les types de déformation du front d'onde.

Il n'est pas nécessaire qu'une tolérance à la déformation du front d'onde soit indiquée. Si une telle tolérance est spécifiée, elle n'a pas préséance sur une tolérance de forme de surface selon l'ISO 10110-5. Si des tolérances sont indiquées à la fois pour la forme de surface et pour la déformation du front d'onde, elles doivent toutes les deux être respectées.

### 4.2 Unités

Il convient de spécifier en nanomètres les valeurs maximales admises pour l'écart de puissance, l'irrégularité et l'irrégularité à symétrie de révolution et, le cas échéant, pour les aberrations cibles. Si les longueurs d'onde doivent être utilisées, la longueur d'onde doit être indiquée sur le dessin.

NOTE 1 Ces quantités sont définies par référence à un front d'onde passant une fois à travers l'élément ou le système soumis à essai (simple passe).



Si une spécification doit être fournie pour un ou plusieurs type(s) de déformation moyenne quadratique du front d'onde, la spécification doit également être donnée en unités de longueurs d'onde (simple passe, voir NOTE 1).

NOTE 2 Une «onde» est  $1 \times$  la longueur d'onde (en nanomètres) pour laquelle la déformation du front d'onde est spécifiée.

NOTE 3 La spécification d'une tolérance pour le type de déformation moyenne quadratique exige que le système optique soit digitalement analysé.

La terminologie d'interférométrie utilisant l'unité «onde» 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, le «nanomètre» est désormais l'unité normalisée privilégiée pour exprimer les écarts du front d'onde. L'utilisation d'ondes est toujours autorisée étant donné que la longueur d'onde de référence est explicitement spécifiée.

### 4.3 Longueur d'onde

Si les unités d'onde doivent être utilisées, la longueur d'onde doit également être indiquée sur le dessin pour réduire toute confusion. Si des longueurs d'onde différentes sont utilisées pour la mesure, des déformations du front d'onde calculées séparément sont nécessaires et peuvent être fournies comme alternatives.

### 4.4 Aberrations cibles

Fréquemment, le front d'onde théorique nominal est sphérique ou plan. Dans certains cas, pour permettre la présence de petites quantités d'aberration résiduelle dans la conception d'un système optique, des valeurs cibles non nulles peuvent être spécifiées pour les types d'aberration polynomiale.

ISO 10110-14:2018

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1ce49626-fla6-4a39-bca0-2f29633d1d/iso-10110-14-2018>

## 5 Indication sur les dessins

### 5.1 Généralités

La position de la surface du diaphragme ou de la pupille doit être indiquée conformément à l'ISO 10110-1. Voir [Figure 2](#).

La tolérance de déformation du front d'onde doit être indiquée à l'axe optique par un numéro de code et les tolérances d'écart de puissance, d'irrégularité, d'irrégularité à symétrie de révolution et les types de déformations moyennes quadratiques doivent être indiquées si besoin (voir [5.2](#)).

Il convient de spécifier la déformation du front d'onde en nanomètres. Cependant, si les unités d'onde doivent être utilisées, la longueur d'onde doit aussi être indiquée. Toutes les quantités doivent être spécifiées avec leurs unités. En l'absence d'unité explicite, l'unité implicite est la longueur d'onde.

Aucune exigence n'est définie pour la spécification de la tolérance admise pour la déformation totale du front d'onde (c'est-à-dire incluant à la fois l'écart de puissance et l'irrégularité). Si ce type de spécification est nécessaire, cette information doit être indiquée dans une note sur le dessin, par exemple «Déformation totale du front d'onde obligatoirement inférieure à 150 nm» ou «Déformation totale du front d'onde obligatoirement inférieure à 0,25 ondes».

NOTE Une telle spécification peut, par exemple, être utile pour les éléments optiques à utiliser dans les interféromètres.

Voir [l'Article 6](#) pour des exemples d'indications de tolérances.

## 5.2 Numéro de code

### 5.2.1 Formes basiques

L'indication doit consister en une forme basique et peut être complétée par des formes supplémentaires. Les formes multiples doivent être séparées par un point-virgule. Le numéro de code de la déformation du front d'onde est 13/.

$13/A(B/C); \lambda = E$

ou

$13/A(B/C) \text{ RMS}_x < D; \lambda = E$

(où  $x$  est l'une des lettres  $t, i$  ou  $a$ ; voir l'ISO 14999-4).

ou

$13/\text{RMS}_x < D; \lambda = E$

(où  $x$  est l'une des lettres  $t, i$  ou  $a$ ; voir l'ISO 14999-4).

NOTE 1 Dans les éditions précédentes 13/—  $\text{RMS}_x < D; \lambda = E$  était utilisé.

ou

$13/AX; AY (B/CX; CY)$

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

La grandeur  $A$  est:

- soit l'écart de puissance maximale admise  $PV(f_{WS})$  comme définie dans l'ISO 14999-4 exprimé en nanomètres, micromètres ou ondes (valeur des maxima et des minima simple passe), ou
- soit un tiret (—) indiquant qu'aucune tolérance explicite d'écart de puissance n'est donnée.

Les grandeurs  $AX, AY$  sont:

- soit l'écart de puissance maximale admise  $PV(f_{WC,x})$  et  $PV(f_{WC,y})$  (valeur des maxima et des minima) pour la déformation cylindrique et similaire du front d'onde, comme défini dans l'ISO 14999-4, exprimé en nanomètres, micromètres ou ondes, ou
- soit un tiret (—) indiquant qu'aucune tolérance explicite d'écart de puissance n'est donnée.

La grandeur  $B$  est:

- soit la valeur maximale admise  $PV(f_{WI})$  de l'irrégularité (valeur des maxima et des minima simple passe), ou
- soit la valeur maximale admise  $PV(f_{WI,CY})$  (valeur des maxima et des minima simple passe) de l'irrégularité pour la déformation cylindrique et similaire du front d'onde, comme défini dans l'ISO 14999-4, exprimé en nanomètres, micromètres ou ondes lorsque  $AX$  et/ou  $AY$  sont utilisées, ou
- soit un tiret (—) indiquant qu'aucune tolérance explicite de l'irrégularité n'est donnée.

La grandeur  $C$  est:

- la valeur maximale admise  $PV(f_{WRI})$  de l'irrégularité invariante par révolution (valeur des maxima et des minima simple passe). Si aucune tolérance n'est indiquée, la barre oblique ( $I$ ) est remplacée par la parenthèse finale, c'est-à-dire  $13/A(B)$ , ou
- soit un tiret (—) indiquant qu'aucune tolérance d'irrégularité invariante par révolution explicite n'est donnée.

Les grandeurs  $CX, CY$  sont:

- la valeur maximale admise (maxima et minima)  $PV(f_{WTI,x}), PV(f_{WTI,y})$  de l'irrégularité invariante par translation pour la déformation cylindrique et similaire du front d'onde, comme défini dans l'ISO 14999-4.  $CX$  et  $CY$  sont utilisées pour la spécification de symétrie sur les axes  $x$  et  $y$ ; ou
- soit un tiret (—) indiquant qu'aucune tolérance d'irrégularité invariante par translation explicite ni pour les deux, ni pour l'un d'eux, n'est donnée.

Si aucune tolérance n'est indiquée, la barre oblique (/) est remplacée par une parenthèse fermante, par exemple,  $13/AX;AY(B)$ .

La grandeur  $D$  est la valeur maximale admise pour la quantité moyenne quadratique du type spécifié par  $x$ , où  $x$  est l'une des lettres  $t, i$  ou  $a$ . Ces écarts sont définis:

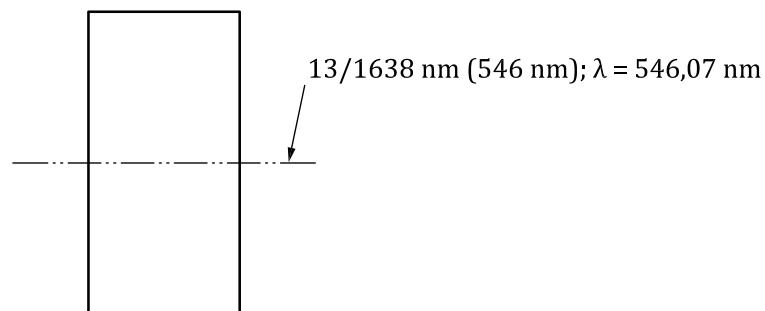
- pour une moyenne quadratique (rms) pour une déformation du front d'onde symétrique par rotation ( $f_{WD}$ ), une moyenne quadratique (rms) totale pour  $t$ , une moyenne quadratique (rms) d'irrégularité ( $f_{WI}$ ) pour  $i$  et une moyenne quadratique (rms) d'irrégularité (asymétrique) variable par révolution ( $f_{WRV}$ ) pour  $a$  comme définie dans l'ISO 14999-4 ou
- pour une moyenne quadratique (rms) pour une déformation du front d'onde cylindrique et similaire ( $f_{WD,CY}$ ), une moyenne quadratique (rms) totale pour  $t$ , une moyenne quadratique (rms) d'irrégularité ( $f_{WI,CY}$ ) pour  $i$  et une moyenne quadratique (rms) d'irrégularité (asymétrique) variable par translation ( $f_{WTV}$ ) pour  $a$  comme définie dans l'ISO 14999-4.

La spécification de plus d'un type d'écart de moyenne quadratique est permise. Ces spécifications doivent être séparées par un point virgule, comme montré à l'Article 6, Exemples 7a et 7b.

La grandeur  $E$  est la longueur d'onde dans laquelle la déformation du front d'onde est spécifiée.

NOTE 2 Les valeurs  $A$  et  $C$  sont plus efficaces avec les déformations du front d'onde de types invariante de révolution ou similaires. Les valeurs  $AX, AY$ , ainsi que  $CX$  et  $CY$  sont plus efficaces avec les déformations du front d'onde de types toriques, cylindriques ou similaires.

Si aucune tolérance n'est indiquée pour les types d'écart, alors  $A, B, C, RMSx < D$ , la barre oblique (/) et les parenthèses sont remplacés par un simple tiret (—), c'est-à-dire  $13/—$ .



**Figure 1 — Exemple d'une indication de la tolérance de déformation du front d'onde, avec un éclairage plan**