
**Optique et instruments d'optique —
Indication sur les dessins pour éléments
et systèmes optiques —**

**Partie 14:
Tolérance de déformation des fronts
d'onde**

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

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

*ISO 10110-14:2003
Part 14: Wavefront deformation tolerance*

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5c79991e-4601-433f-a654-
bc97b8bd0dbb/iso-10110-14-2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5c79991e-4601-433f-a654-bc97b8bd0dbb/iso-10110-14-2003)



PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 10110-14:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5c79991e-4b01-433f-a654-bc97b8bd0dbb/iso-10110-14-2003)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5c79991e-4b01-433f-a654-bc97b8bd0dbb/iso-10110-14-2003>

© ISO 2003

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, 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 et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax. + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Tolérances de déformation du front d'onde	5
5 Zones d'essai non circulaires	5
6 Spécification des tolérances de déformation du front d'onde	6
6.1 Généralités	6
6.2 Unités	6
6.3 Longueurs d'onde	6
6.4 Aberrations cibles	6
6.5 Éléments collés (ou en contact optique)	6
7 Indication sur les dessins	6
7.1 Généralités	6
7.2 Numéro de code	7
7.3 Forme de l'indication	8
7.4 Position de l'indication	9
7.5 Indication du type d'éclairage	10
7.6 Spécification de la position du point image	10
7.7 Indication des aberrations cibles	11
8 Exemples d'indications de tolérances	11
Annexe A (informative) Méthode d'analyse des fronts d'onde par analyse numérique des interférogrammes	13
Annexe B (informative) Analyse visuelle des interférogrammes	19

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 (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée 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.

L'ISO 10110-14 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 172, *Optique et instruments d'optique*, sous-comité SC 1, *Normes fondamentales*. (standards.iteh.ai)

L'ISO 10110 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Optique et instruments d'optique — Indication sur les dessins pour éléments et systèmes optiques*:

- *Partie 1: Généralités*
- *Partie 2: Imperfections des matériaux — Biréfringence sous contrainte*
- *Partie 3: Imperfections des matériaux — Bulles et inclusions*
- *Partie 4: Imperfections des matériaux — Hétérogénéités et stries*
- *Partie 5: Tolérances de forme de surface*
- *Partie 6: Tolérances de centrage*
- *Partie 7: Tolérances d'imperfection de surface*
- *Partie 8: État de surface*
- *Partie 9: Traitement de surface et revêtement*
- *Partie 10: Tableau représentant les données d'un élément ou d'un assemblage collé*
- *Partie 11: Données non tolérancées*
- *Partie 12: Surfaces sphériques*
- *Partie 14: Tolérance de déformation des fronts d'onde*
- *Partie 16: Surfaces asphéro-diffractives*
- *Partie 17: Seuil de dommage au rayonnement laser*

Introduction

La présente partie de l'ISO 10110 permet de spécifier une tolérance fonctionnelle pour la performance (exprimée en longueurs d'onde 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.

La qualité d'un élément optique dépend non seulement de la qualité des surfaces, mais également de plusieurs autres facteurs, comme l'homogénéité des matériaux optiques et la façon dont les surfaces optiques d'un système réagissent entre elles. À cause de ces effets, la sélection des tolérances pour des dégradations spécifiques (comme les surfaces et l'hétérogénéité) peut s'avérer difficile. Par exemple l'effet des hétérogénéités du verre sur la qualité optique d'un prisme dépend en grande partie de la forme et de l'orientation des hétérogénéités; ceci est particulièrement vrai lorsque la lumière passe à travers le verre dans plusieurs directions, comme c'est le cas avec un prisme pentagonal. Dans le cas d'un élément optique mince, il arrive souvent que les déformations de la surface arrière correspondent étroitement à celles de la surface avant, en raison du cintrage de l'élément pendant la fabrication. Malheureusement, on ne sait pas à l'avance si ce sera le cas, et pour cette raison, en l'absence d'une tolérance de déformation du front d'onde, les tolérances des surfaces individuelles d'un système doivent être très strictes afin de se prémunir contre la possibilité que les déformations s'additionnent les unes aux autres au lieu de s'annuler.

Il convient de noter qu'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, sans être lié par les tolérances de chaque surface de l'élément et en ayant la latitude, par exemple, de tolérer de fortes déformations de surface pourvu qu'elles s'annulent mutuellement.

ISO 10110-14:2003

Il est également possible d'indiquer une tolérance de déformation du front d'onde, conformément à la présente partie de l'ISO 10110, en plus des tolérances des surfaces individuelles et/ou de l'hétérogénéité (conformément à l'ISO 10110-5 et à l'ISO 10110-4 respectivement). Dans ce cas, le fabricant doit s'assurer que toutes les tolérances individuelles (déformations de surface et hétérogénéité) sont satisfaites et également que le front d'onde possède la qualité spécifiée.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 10110-14:2003

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5c79991e-4b01-433f-a654-bc97b8bd0dbb/iso-10110-14-2003>

Optique et instruments d'optique — Indication sur les dessins pour éléments et systèmes optiques —

Partie 14: Tolérance de déformation des fronts d'onde

1 Domaine d'application

La Norme internationale ISO 10110 s'applique à la représentation des exigences de conception et des exigences fonctionnelles des éléments et sous-ensembles optiques dans les dessins techniques utilisés pour la fabrication et le contrôle.

La présente partie de l'ISO 10110 fournit 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.

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 domaine d'application de la présente partie de l'ISO 10110.

Il n'y a pas d'exigence d'indication de la tolérance de déformation du front d'onde. Si une telle tolérance est indiquée, elle ne prend pas le pas sur une tolérance de déformation de la surface, conformément à l'ISO 10110-5. Si des tolérances sont indiquées à la fois pour la déformation de surface et pour la déformation du front d'onde, elles doivent toutes les deux être respectées.

NOTE Dans la présente partie de l'ISO 10110, le terme «front d'onde» sans qualificatif signifie soit «front d'onde transmis», soit «front d'onde réfléchi», selon le type de système spécifié.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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 7944:1998, *Optique et instruments d'optique — Longueurs d'onde de référence*

ISO 10110-1:1996, *Optique et instruments d'optique — Indications sur les dessins pour éléments et systèmes optiques — Partie 1: Généralités*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1 déformation du front d'onde
distance entre un front d'onde transmis et/ou réfléchi une fois à travers ou, dans le cas des systèmes optiques réfléchissants, réfléchi une fois sur, l'élément optique ou l'ensemble soumis à l'essai et le front d'onde théorique nominal, mesurée orthogonalement au front d'onde théorique nominal

NOTE 1 Voir également 3.13.

NOTE 2 Il est utile d'indiquer si le front d'onde éclairant est plan, convergent ou divergent. Voir 7.5 et 7.6.

3.2 différence des maximums et minimums entre deux fronts d'onde
différence PV entre deux fronts d'onde
distance maximale moins distance minimale entre les fronts d'onde

NOTE Il est possible que les fronts d'onde se croisent, auquel cas la distance minimale entre les fronts d'onde est un nombre négatif dont il faut tenir compte du signe dans le calcul de la différence PV.

3.3 fonction de déformation totale du front d'onde
surface théorique définie par la différence entre le front d'onde transmis et/ou réfléchi une fois à travers le système optique soumis à l'essai et le front d'onde théorique nominal, mesurée orthogonalement au front d'onde théorique nominal

Voir la Figure 1a).

3.4 front d'onde sphérique approchant
front d'onde sphérique théorique tangent à la pupille de sortie du système soumis à l'essai, pour lequel la différence moyenne quadratique par rapport au front d'onde transmis et/ou réfléchi une fois à travers le système optique soumis à l'essai est au minimum

Voir la Figure 1b).

NOTE 1 Pour les besoins de la présente définition, la classe des «fronts d'onde sphériques» comprend le «front d'onde plan». (Le plan est traité dans cette définition comme un simple cas particulier de la sphère.)

NOTE 2 Voir l'Article 5 à propos des zones d'essai non circulaires.

3.5 erreur sagittale du front d'onde
différence des maximums et minimums entre le front d'onde sphérique approchant et la sphère de référence

NOTE 1 L'erreur sagittale du front d'onde représente la mesure dans laquelle le rayon de courbure du front d'onde approchant s'écarte de celui du front d'onde théorique nominal.

NOTE 2 Si aucune restriction n'est spécifiée quant à l'emplacement de l'image du système optique soumis à l'essai, la sphère de référence est identique au front d'onde sphérique approchant, et l'erreur sagittale du front d'onde est égale à zéro par définition.

3.6 fonction d'irrégularité du front d'onde
surface théorique définie par la différence entre la fonction de déformation totale du front d'onde et le front d'onde sphérique approchant

Voir la Figure 1c).

3.7**irrégularité du front d'onde**

différence des maximums et minimums entre la fonction d'irrégularité du front d'onde et le plan qui s'en approche le plus

NOTE L'irrégularité du front d'onde représente l'écart du front d'onde expérimental par rapport à la sphéricité.

3.8**front d'onde asphérique approchant**

front d'onde asphérique à symétrie de révolution pour lequel la différence moyenne quadratique par rapport à la fonction d'irrégularité du front d'onde est au minimum

Voir la Figure 1d).

NOTE Voir l'Article 5 à propos des zones d'essai non circulaires.

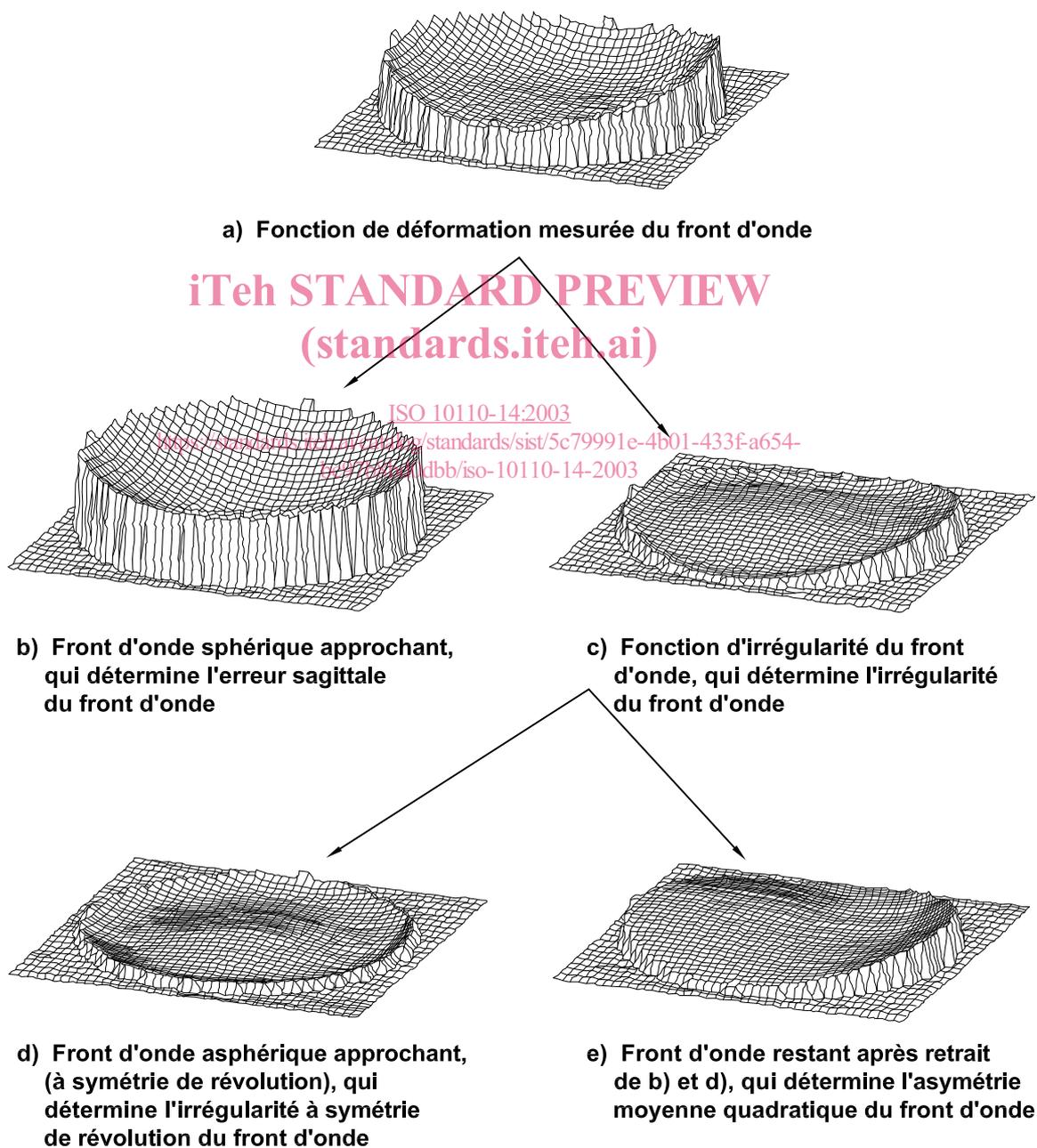


Figure 1 — Exemple de mesure d'un front d'onde et de sa décomposition en types de déformation du front d'onde

3.9
irrégularité à symétrie de révolution du front d'onde
différence des maximums et minimums entre le front d'onde asphérique approchant et le plan qui s'en approche le plus

NOTE L'irrégularité à symétrie de révolution du front d'onde est la partie à symétrie de révolution de la fonction d'irrégularité du front d'onde. Sa valeur ne peut pas dépasser celle de la fonction d'irrégularité du front d'onde.

3.10
déformation moyenne quadratique totale du front d'onde
RMS_t
différence moyenne quadratique entre le front d'onde transmis une fois à travers, et/ou réfléchi une fois sur, le système optique soumis à l'essai et le front d'onde théorique nominal, incluant toute aberration cible spécifiée

3.11
irrégularité moyenne quadratique du front d'onde
RMS_i
valeur moyenne quadratique de la fonction d'irrégularité du front d'onde telle que définie en 3.6

3.12
asymétrie moyenne quadratique du front d'onde
RMS_a
valeur moyenne quadratique de la différence entre la fonction d'irrégularité du front d'onde et le front d'onde asphérique approchant

Voir la Figure 1e).

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

3.13
simple passe
configuration de l'essai telle que le faisceau de lumière passe une fois à travers ou, dans le cas des systèmes optiques réfléchissants, est réfléchi une fois par, l'élément soumis à l'essai

NOTE 1 Pour les «coins de cubes», prismes en toit, systèmes «œil-de-chat» et autres types de rétroreflecteurs, une rétroreflexion unique issue de l'élément constitue une configuration en «simple passe», même si la lumière passe en fait deux fois à travers la plus grande partie de l'élément.

NOTE 2 Bien que la déformation du front d'onde, telle que définie en 3.1, se réfère à un mesurage en «simple passe», de nombreux types de systèmes optiques sont couramment soumis à l'essai dans une configuration en «double passe», dans laquelle la lumière passe à travers l'élément, ou s'y réfléchit, deux fois. Dans de nombreux cas, lorsqu'un élément est soumis à l'essai dans une configuration en double passe, la déformation observée du front d'onde est environ le double de la déformation du front d'onde telle que définie en 3.1. Quelle que soit la façon dont le système est soumis à l'essai ou utilisé dans la réalité, la tolérance de déformation du front d'onde se réfère toujours à la définition de 3.1; c'est-à-dire comme s'il était utilisé dans une configuration en simple passe.

NOTE 3 Lorsqu'un élément de qualité optique médiocre est soumis à l'essai dans une configuration en double passe, il est possible que les rayons constituant le faisceau optique d'essai soient suffisamment perturbés (par exemple rendus divergents ou convergents) pour qu'ils ne passent pas à travers les mêmes positions de l'élément d'essai lors du second passage. Dans ce cas, la déformation du front d'onde n'est pas égale à la moitié de la déformation observée et une détermination précise de la déformation du front d'onde (en simple passe) est difficile.

NOTE 4 Parfois, la déformation du front d'onde en double passe n'est même pas approximativement égale au double de la déformation du front d'onde en simple passe. Par exemple, un système optique contenant un prisme transformera le faisceau d'essai d'une coupe transversale circulaire en un faisceau présentant une coupe transversale elliptique. Lors de la conversion des résultats entre simple passe et double passe, il est nécessaire de tenir compte de tels effets.

3.14
aberrations cibles
déformations asphériques du front d'onde ajoutées, suivant spécifications, au front d'onde théorique nominal

3.15
front d'onde théorique nominal
front d'onde théorique égal à la sphère de référence, plus toute aberration cible éventuellement spécifiée

NOTE Ceci est la «forme souhaitée» pour le front d'onde mentionnée dans l'Article 1.

3.16**sphère de référence**

front d'onde sphérique théorique tangent à la pupille de sortie du système soumis à l'essai, pour lequel la différence moyenne quadratique par rapport au front d'onde transmis une fois à travers et/ou réfléchi sur le système optique soumis à l'essai est, au minimum en accord avec toute restriction susceptible d'être indiquée pour l'emplacement de l'image du système

NOTE 1 Voir l'Article 5 à propos des zones d'essai non circulaires.

NOTE 2 Si aucune restriction n'est spécifiée quant à la position de l'image, la sphère de référence est identique à la surface sphérique approchante.

4 Tolérances de déformation du front d'onde

Les tolérances de déformation du front d'onde s'indiquent en spécifiant les valeurs maximales admises de l'erreur sagittale du front d'onde (3.5), l'irrégularité du front d'onde (3.7) et/ou l'irrégularité à symétrie de révolution du front d'onde (3.9). De plus, il est possible de spécifier les tolérances pour les trois mesures des moyennes quadratiques de la déformation du front d'onde (voir 3.10, 3.11 et 3.12). Ces mesures des moyennes quadratiques de la déformation du front d'onde représentent la valeur moyenne quadratique de la fonction restant après soustraction des différents types de déformation du front d'onde.

L'erreur sagittale du front d'onde n'a de sens que lorsque l'emplacement de l'image est spécifié. Si l'emplacement n'est pas spécifié, l'erreur sagittale du front d'onde, telle que définie en 3.5, est égale à zéro par définition, et ne doit pas être spécifiée.

NOTE 1 Une méthode de calcul de l'importance de l'erreur sagittale du front d'onde, de l'irrégularité du front d'onde et de l'irrégularité à symétrie de révolution du front d'onde pour un front d'onde donné, en utilisant une analyse numérique d'interférogramme, est décrite à l'Annexe A. Les méthodes grâce auxquelles cette importance peut être estimée, en utilisant une interprétation visuelle des interférogrammes, sont décrites à l'Annexe B.

NOTE 2 Une méthode de calcul de la déformation moyenne quadratique totale du front d'onde, de l'irrégularité moyenne quadratique du front d'onde et de l'asymétrie moyenne quadratique du front d'onde est décrite à l'Annexe A. Ces mesures de moyennes quadratiques de déformation du front d'onde ne peuvent pas être estimées visuellement.

5 Zones d'essai non circulaires

Les valeurs des maximums et minimums (PV) et les valeurs des moyennes quadratiques (RMS) des types de déformation du front d'onde cités à l'Article 3 sont calculées dans la zone d'essai utile. Dans le cas de zones d'essai non circulaires, ces types d'erreurs doivent être calculés uniquement sur une zone d'essai utile.

Le front d'onde sphérique approchant (3.4) est le front d'onde sphérique qui se rapproche le plus du front d'onde. Si la zone d'essai n'est pas circulaire, il est important que cette approximation soit effectuée par un front d'onde sphérique. En particulier, la partie sphérique d'une fonction approchante asphérique ne doit pas remplacer le front d'onde sphérique approchant.

Le front d'onde asphérique approchant (voir 3.8) est le front d'onde à symétrie de révolution qui se rapproche le plus de la fonction d'irrégularité du front d'onde. Si la zone d'essai est non circulaire, il est important que cette approximation soit faite par un front d'onde à symétrie de révolution. En particulier, la partie à symétrie de révolution d'un front d'onde approchant non symétrique ne doit pas remplacer le front d'onde asphérique approchant (voir 3.8).

NOTE 1 Si la zone d'essai est non circulaire, les différents types de déformation du front d'onde définis dans l'Article 3 ne sont pas mathématiquement orthogonaux. Néanmoins, ces types de déformation du front d'onde sont bien définis (non ambigus) à condition que les restrictions ci-dessus soient respectées.

NOTE 2 L'Annexe A décrit une méthode de calcul de l'importance des différents types de déformation du front d'onde, que la zone d'essai soit circulaire ou non.

6 Spécification des tolérances de déformation du front d'onde

6.1 Généralités

Pour la spécification des tolérances de déformation du front d'onde, les prescriptions données de 6.2 à 6.5 s'appliquent.

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

6.2 Unités

Les valeurs maximales admises pour l'erreur sagittale du front d'onde, l'irrégularité du front d'onde et l'irrégularité à symétrie de révolution du front d'onde et, le cas échéant, pour les aberrations cibles (3.14) doivent être spécifiées en unités de longueurs d'onde.

Ces quantités sont définies par référence à un front d'onde passant une fois à travers l'élément soumis à l'essai (simple passe). Voir les définitions appropriées de l'Article 3.

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).

6.3 Longueurs d'onde

Sauf indication contraire, la longueur d'onde est celle de la raie spectrale verte du mercure (raie e), $\lambda = 546,07$ nm, selon l'ISO 7944.

Si une autre longueur d'onde que $\lambda = 546,07$ nm est utilisée, la longueur d'onde dans laquelle la déformation du front d'onde est spécifiée doit être indiquée sur le dessin. Voir l'Exemple 2 de la Figure 2. Voir l'Article 7.

[ISO 10110-14:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5c79991e-4b01-433f-a654-bc97b8bd0dbb/iso-10110-14-2003)

6.4 Aberrations cibles <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/5c79991e-4b01-433f-a654-bc97b8bd0dbb/iso-10110-14-2003>

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 définis à l'Annexe A.

6.5 Éléments collés (ou en contact optique)

Si deux ou plusieurs éléments doivent être collés (ou être en contact optique), les tolérances de déformation du front d'onde données pour chaque élément s'appliquent également aux éléments après assemblage, c'est-à-dire après collage (ou contact optique), sauf indication contraire. Voir l'ISO 10110-1:1996, 4.8.3.

7 Indication sur les dessins

7.1 Généralités

Dans tous les cas où il est nécessaire d'indiquer une tolérance de déformation du front d'onde, l'axe optique de l'élément doit être indiqué sur le dessin conformément à l'ISO 10110-1:1996, 4.2.

La position de la surface du diaphragme ou de la pupille doit être indiquée conformément à l'ISO 10110-1:1996, 5.3. Voir la Figure 2.