
**Optique et instruments d'optique —
Méthodes d'essai applicables aux
imperfections de surface des éléments
optiques**

*Optics and optical instruments — Test methods for surface
imperfections of optical elements*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 14997:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/693852ff-c2ea-46d7-b7f8-ffd02bd4b063/iso-14997-2003)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/693852ff-c2ea-46d7-b7f8-
ffd02bd4b063/iso-14997-2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/693852ff-c2ea-46d7-b7f8-ffd02bd4b063/iso-14997-2003)



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 14997:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/693852ff-c2ea-46d7-b7f8-ffd02bd4b063/iso-14997-2003)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/693852ff-c2ea-46d7-b7f8-ffd02bd4b063/iso-14997-2003>

© 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	1
4 Principes physiques	2
5 Méthode I: Mesurage de la zone obscurcie ou affectée par les défauts	3
5.1 Généralités	3
5.2 Exigences	3
5.3 Étalonnage	4
5.4 Mode opératoire	5
5.5 Rapport d'essai	5
6 Méthode II: Mesurage de la visibilité des imperfections	6
6.1 Généralités	6
6.2 Étalonnage	6
6.3 Mode opératoire	6
6.4 Rapport d'essai	7
Annexe A (informative) Contrôle des éléments selon la Méthode I	8
Annexe B (informative) Dimensions recommandées des étalons sur un plateau de comparaison gradué pour la Méthode I	9
Annexe C (informative) Description de l'instrument de mesure des imperfections inférieures à 0,01 mm: Microscope comparateur d'images (Méthode I)	10
Annexe D (informative) Contrôle qualité des imperfections	13
Annexe E (informative) Poste de contrôle (Méthode II)	15
Bibliographie	20

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 14997 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 172, *Optique et instruments d'optique*, sous-comité SC 1, *Normes fondamentales*.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 14997:2003
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/693852ff-c2ea-46d7-b7f8-ffd02bd4b063/iso-14997-2003>

Introduction

La présente Norme internationale a été élaborée en réponse à la demande internationale pour des méthodes d'essai, applicables aux imperfections de surface, objectives et qui permettent une évaluation rapide de la qualité des éléments. Après évaluation (voir référence [9]), les normes existantes se sont révélées trop variables lors de leur utilisation pour satisfaire aux exigences actuelles de l'industrie. Les imperfections de surface, telles que creux et rayures, sont dues à un dommage localisé pendant ou après la fabrication. Elles peuvent se voir en raison de la dispersion lumineuse qu'elles causent, et ceci donne une fausse impression de mauvaise qualité. Elles peuvent également provoquer un rayonnement parasite dans le plan image, ou engendrer une dégradation de la qualité du signal au niveau d'un capteur d'images. Les imperfections peuvent également engendrer des centres de contrainte susceptibles de conduire à une défaillance des éléments exposés à des densités intenses de puissance/énergie de rayonnement laser.

Puisque les méthodes modernes d'examen des surfaces ont un pouvoir de résolution du niveau de l'atome, il n'est plus possible de trouver de surface absolument exempte d'imperfections localisées. La plupart des surfaces produites sont satisfaisantes pour leur utilisation prévue, mais une petite partie d'entre elles peut avoir subi des dommages évidents et doit être reprise ou considérée inacceptable. Il n'en reste pas moins que certains éléments, bien que légèrement endommagés, peuvent, lorsque soumis aux essais, demeurer acceptables en fonction du niveau d'acceptabilité des imperfections de surface demandé par le client et spécifié sur les dessins conformément à l'une des deux méthodes spécifiées dans l'ISO 10110-7. La présente Norme internationale décrit la mise en œuvre de ces méthodes.

La Méthode I permet d'évaluer visuellement l'obscurcissement des imperfections supérieures à 10 µm en comparant les zones à des défauts types de dimension connue sur un échantillon de comparaison. L'obscurcissement dû aux imperfections dont le diamètre est inférieur ou égal à 10 µm et qui demeurent visibles sous un éclairage à fond noir est soit trop faible pour permettre un mesurage précis des zones, soit peut transmettre également un rayonnement diffusé. Ces imperfections doivent être quantifiées en comparant leur obscurcissement radiométrique à celui de défauts types totalement absorbants de dimension connue. Chaque imperfection détectée est mesurée et ajoutée aux autres imperfections pour obtenir un niveau de classe pour chaque surface.

La Méthode II permet d'observer simultanément toutes les imperfections, indépendamment de leur largeur, de leur longueur ou de leur nombre, ou indépendamment du fait qu'elles apparaissent sur ou entre les surfaces d'un élément: l'élément est rapidement rejeté lorsqu'une imperfection dépasse un niveau de visibilité prédéfini dans des conditions contrôlées d'éclairage et d'observation.

Il convient de noter que d'autres défauts de diffusion de la lumière, qui doivent également être mesurés, peuvent provenir de creux répartis sur une surface incomplètement polie, de bulles et de stries à l'intérieur d'un matériau optique. Le mesurage des seuils d'endommagement par laser nécessite également l'utilisation de dispositifs sensibles pour quantifier le niveau de rayonnement diffracté par dommage dès son origine.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 14997:2003

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/693852ff-c2ea-46d7-b7f8-ffd02bd4b063/iso-14997-2003>

Optique et instruments d'optique — Méthodes d'essai applicables aux imperfections de surface des éléments optiques

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale décrit les principes physiques et les moyens pratiques de mise en œuvre des deux méthodes de mesure des imperfections de surface spécifiées dans l'ISO 10110-7. Ces méthodes sont: Méthode I, Mesurage de la zone obscurcie ou affectée par les défauts, et Méthode II, Mesurage de la visibilité des imperfections.

Les deux méthodes conviennent à la production d'une grande variété d'éléments optiques, que ce soit au niveau des prototypes ou des petites ou grandes séries. L'apparence des imperfections ou les tolérances fonctionnelles pour un composant particulier peuvent être déterminées par accord client-fournisseur.

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 10110-7:1996, *Optique et instruments d'optique — Indications sur les dessins pour éléments et systèmes optiques — Partie 7: Tolérances d'imperfection de surface*

ISO 11145:2001, *Optique et instruments d'optique — Lasers et équipements associés aux lasers — Vocabulaire et symboles*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 10110-7 et l'ISO 11145 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1

imperfection entièrement développée

imperfection qui diffuse l'ensemble du rayonnement incident

3.2

imperfection partiellement développée

imperfection qui à la fois transmet et diffuse le rayonnement incident

3.3

largeur de ligne équivalente

LEW

largeur d'une rayure entièrement développée ou d'une ligne absorbante qui obscurcit le même volume de rayonnement qu'une rayure partiellement développée

NOTE La LEW d'une rayure entièrement développée est égale à sa largeur géométrique.

3.4
diamètre de point équivalent
SED

diamètre d'un creux entièrement développé ou d'un point absorbant qui obscurcit la même quantité de rayonnement qu'un creux partiellement développé

NOTE Le SED d'un creux entièrement développé est égal à son diamètre géométrique, mais sa référence de classe est la racine carrée de sa superficie.

3.5
seuil d'imperfection

amplitude totale des imperfections présentes sur une surface, représentée par une valeur numérique au-dessus de laquelle l'élément peut être rejeté pour une application particulière

NOTE Cette valeur s'applique à la Méthode I.

3.6
contraste des imperfections sur fond clair

rapport entre la différence des intensités de fond maximale et minimale sur une image d'imperfection et la somme de ces valeurs

NOTE Cette valeur dépend du fait que l'imperfection est observée en transmission ou en réflexion, ou elle est observée directement ou à travers le composant; elle s'applique à la Méthode I.

3.7
comparaison d'obscurcissement

procédé de mesure de la sévérité d'une imperfection par comparaison de son contraste de crête dans des conditions de fond clair avec celui d'un défaut type obscurcissant de dimension connue

NOTE Cette valeur s'applique à la Méthode I.

3.8
seuil de contraste visuel

petit rapport entre la luminosité d'un objet et son arrière-fond, qui peut être observé par un observateur spécifique

Web STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 14997:2003](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/693852ff-c2ea-46d7-b7f8-ffd02bd4b063/iso-14997-2003)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/693852ff-c2ea-46d7-b7f8-ffd02bd4b063/iso-14997-2003>

4 Principes physiques

Il est très difficile (voir référence [9]) de mesurer avec précision en atelier des imperfections de surface de petite dimension, qui peuvent être clairement visibles sous un éclairage à fond noir. Les méthodes paramétriques décrites ci-dessous surmontent cette difficulté en considérant que la sévérité des imperfections est égale soit à l'obscurcissement du faisceau incident par rapport à un défaut type absorbant de dimension connue, sur un faisceau incident, soit à leur visibilité par un observateur dont l'œil est étalonné dans des conditions contrôlées d'éclairage et d'observation.

La Méthode I permet de mesurer séparément l'obscurcissement de chaque imperfection dont la sévérité a été jugée incertaine lors du contrôle. Un creux est généralement entièrement développé et quantifié en mesurant son diamètre circonscrit puis en calculant son aire et sa référence de classe conformément à l'ISO 10110-7. La longueur et la largeur d'une rayure dont les dimensions sont supérieures à 10 µm sont mesurées à l'aide d'un échantillon de comparaison ou d'un microscope à faible grossissement. Les rayures dont la largeur est inférieure ou égale à 10 µm sont mesurées à partir de leurs valeurs LEW. Lorsque l'application de ces deux méthodes donne des valeurs différentes pour la largeur réelle et la largeur de ligne équivalente d'une rayure ou le diamètre réel d'un creux et son diamètre de faisceau équivalent, le calcul de la référence de classe se fait à partir du nombre le plus petit permettant la transmission d'une imperfection partiellement développée.

NOTE Le choix de la plus petite valeur réduit généralement la sur-spécification et donne des rendements plus importants et des coûts moins élevés.

La Méthode II dépend de la visibilité des imperfections telles que les perçoit un œil étalonné dans des conditions contrôlées d'éclairement et d'observation. Dans la mesure où le seuil de contraste de l'œil diminue progressivement avec la luminance de fond, ce paramètre peut être fixé pour différents observateurs, par réglage pour chacun de la luminance de fond lors de l'observation d'un défaut étalon dans des conditions de détection limitée. Les imperfections de niveau inférieur à un niveau d'acceptation de gravité sont ensuite rendues invisibles pour certaines classes d'éléments en utilisant des niveaux particuliers d'éclairement de l'échantillon. L'élément est rejeté lorsqu'une imperfection est visible.

La méthode choisie par le concepteur lors de la spécification des tolérances d'imperfection dépend de l'application et de la nécessité d'un mesurage objectif de toutes les imperfections (Méthode I) ou du souhait d'une évaluation globale rapide de la qualité de l'élément (Méthode II). En raison des différences radiométriques entre les deux méthodes, les évaluations de qualité qu'elles entraînent ne peuvent pas être comparées.

5 Méthode I: Mesurage de la zone obscurcie ou affectée par les défauts

5.1 Généralités

Les éléments optiques doivent tout d'abord être nettoyés et contrôlés, de préférence sous angle faible de lumière diffractée par un éclairage latéral puissant, et dans des conditions de fond noir, afin de sélectionner la proportion généralement faible d'éléments incertains dont les imperfections nécessitent un mesurage. Un dispositif type de contrôle de routine des imperfections des éléments optiques observées en transmission est représenté à l'Annexe A. On peut examiner le miroir en le plaçant contre la paroi arrière de la boîte et en l'inclinant pour éviter que la lumière réfléchie n'atteigne l'œil.

Un échantillon de comparaison du type de celui décrit à l'Annexe B permet de déterminer l'aire des imperfections de dimension supérieure à 10 µm sur des substrats examinés en transmission ou en réflexion. Une simple lentille grossissante ou un microscope à faible grossissement peut être utilisé à cet effet.

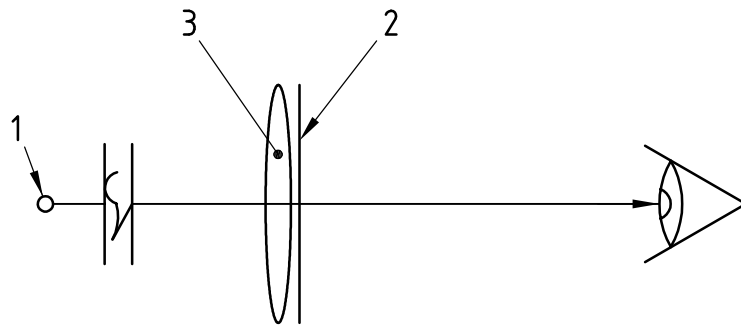
Pour les imperfections inférieures ou égales à 10 µm, la Figure 1a) représente le dispositif schématique qui illustre la plus simple configuration requise pour mesurer LEW et SED lors de leur observation en transmission. La lumière provenant d'une source éloignée sur la gauche éclaire l'élément. Un échantillon de comparaison est placé à proximité de l'élément de sorte que l'œil puisse établir une correspondance entre le contraste de l'imperfection dans des conditions de fond clair et celui d'une ligne de largeur donnée sur l'échantillon pour la quantification d'une rayure ou d'un point d'un diamètre donné, pour la quantification du creux.

Les imperfections décelées sur un substrat réfléchissant doivent être observées au travers d'un diviseur de faisceaux afin de garantir l'éclairement incident normal du miroir. Le même échantillon de comparaison fonctionnant cette fois en transmission est utilisé comme représenté de façon schématique à la Figure 1b).

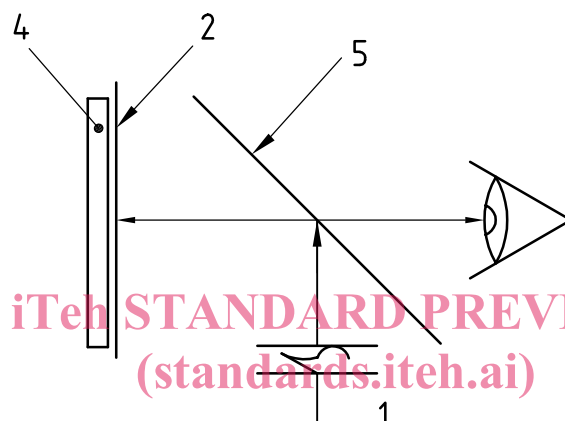
5.2 Exigences

Les exigences relatives au mesurage de LEW et de SED pour les imperfections de dimension inférieure ou égale à 10 µm sont résumées ci-dessous.

- a) L'imperfection décelée sur l'élément soumis à l'essai et l'échantillon de comparaison doivent être éclairés et représentés dans les mêmes conditions.
- b) L'éclairement doit être quasi parallèle et ne pas donner une granulation cohérente du plan image.
- c) Le système d'imagerie doit avoir une ouverture numérique faible — généralement 0,01 — choisie pour éliminer la structure fine de l'image de l'imperfection mais pour conserver un rayonnement suffisant pour permettre de comparer les contrastes de crête des images des imperfections et des défauts types.
- d) L'image peut être observée directement mais une télésurveillance par caméra électronique est recommandée.



a) Essai en transmission



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 14997:2003

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/693852ff-c2ea-46d7-b7f8-7-2003>

b) Essai en réflexion

Légende

- 1 source
- 2 plan de comparaison
- 3 composant d'essai
- 4 miroir d'essai
- 5 diviseur de faisceau

Figure 1 — Représentation schématique du mesurage selon la Méthode I

Une variété de modèles différents de comparateur d'images peut être utilisée pour satisfaire aux exigences susmentionnées, mais le dispositif recommandé dont la fidélité et la sensibilité dépassent celles que l'on peut avoir avec une vision naturelle est le microscope comparateur d'images décrit à l'Annexe C. Lorsque LEW d'une rayure varie en fonction de sa longueur, sa valeur de crête doit être prise en compte pour le calcul de la référence de classe.

Il convient de mesurer la longueur des rayures requise pour le calcul de la référence de classe et l'étendue des égrenures à partir du bord physique de la surface à l'aide de l'échantillon de comparaison ou d'un microscope à faible grossissement.

5.3 Étalonnage

Le mesurage de LEW et de SED requiert l'utilisation d'un échantillon de comparaison de creux et de rayure de référence, qui peut avoir la forme comme décrit à l'Annexe B, élargie à des valeurs submicrométriques, si nécessaire. Lors de l'essai en transmission, ce dispositif doit comporter des lignes et des points opaques sur

un substrat transparent. L'essai en réflexion, s'il utilise le microscope comparateur d'images, requiert le négatif de cet échantillon avec des fentes et des points de la même dimension, transparents sur un substrat réfléchissant. L'incertitude de mesure de ces défauts types doit être égale à 5% de la dimension mesurée.

5.4 Mode opératoire

Le mode opératoire précis de contrôle et de mesurage des éléments optiques varie entre les entreprises en fonction de l'expérience acquise et des besoins du client. La méthode décrite à l'Annexe D se fonde en grande partie sur la pratique existante.

5.5 Rapport d'essai

Lorsqu'un rapport d'essai doit accompagner le dessin, les informations suivantes doivent être fournies pour chaque face de l'élément soumis à l'essai.

a) Informations générales

- 1) le nom et l'adresse de l'usine;
- 2) le nom du contrôleur;
- 3) la date du mesurage;
- 4) les numéros de la Norme internationale et/ou de la spécification d'essai.

b) Informations relatives à l'échantillon

- 1) le numéro de dessin de l'élément;
- 2) les spécifications relatives au stockage, au nettoyage et à la date de fabrication;
- 3) l'élément de transmission/réflexion;
- 4) le diamètre de l'élément;
- 5) la description de l'orientation et du marquage des faces;
- 6) le mode opératoire: conformité/classe de qualité.

c) Spécification d'essai

- 1) la description de l'équipement d'essai;
- 2) le nombre f de la lentille d'imagerie ou l'indication si l'œil non corrigé est utilisé pour l'évaluation;
- 3) le nombre d'imperfections de dimension maximale autorisées et leurs numéros de classe pour les types d'imperfection générale ou spécifique;
- 4) l'ampleur maximale admissible d'une égrenure physique de la surface.

d) Résultats

- 1) le plan indiquant les positions et la description de tous les types d'imperfections en fonction de la face examinée et de l'orientation à l'intérieur de l'ouverture effective;
- 2) le nombre et les valeurs de SED des creux au-dessus de la classe minimale et le nombre et l'aire des défauts de revêtement;