
**Optique et photonique — Réseaux
de microlentilles —**

Partie 3:

**Méthodes d'essai pour les propriétés
optiques autres que les aberrations
du front d'onde**

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Optics and photonics — Microlens arrays —

*Part 3: Test methods for optical properties other than wavefront
aberrations*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f3162c55-0a5a-4fcf-9e09-1dd4b99dff84/iso-14880-3-2006>



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 14880-3:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f3162c55-0a5a-4fcf-9e09-1dd4b99dff84/iso-14880-3-2006)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f3162c55-0a5a-4fcf-9e09-1dd4b99dff84/iso-14880-3-2006>

© ISO 2006

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 Essai du substrat	1
5 Méthode d'essai au microscope	1
5.1 Principe	1
5.2 Disposition pour le mesurage et matériel d'essai	2
5.3 Préparation	4
6 Mode opératoire	4
6.1 Généralités	4
6.2 Mesurage de la longueur focale arrière ou frontale effective	4
6.3 Mesurage de l'aberration chromatique	5
6.4 Mesurage de l'uniformité des positions du foyer	6
7 Résultats et incertitudes	6
8 Rendement de couplage, qualité d'imagerie	6
9 Rapport d'essai	7
Annexe A (informative) Mesurages avec des systèmes de mesure du front d'onde	8
Annexe B (normative) Mesurage confocal de la longueur focale arrière ou frontale effective d'un réseau de lentilles	10
Annexe C (informative) Rendement de couplage, qualité d'imagerie	12
Annexe D (normative) Mesurage de l'uniformité des positions de foyer d'un réseau de microlentilles	13
Bibliographie	14

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 14880-3 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 172, *Optique et photonique*, sous-comité SC 9, *Systèmes électro-optiques*.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

L'ISO 14880 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Optique et photonique — Réseaux de microlentilles*:

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f3162c55-0a5a-4fcf-9e09-1dd4b99dff84/iso-14880-3-2006>

- *Partie 1: Vocabulaire*
- *Partie 2: Méthodes d'essai pour les aberrations du front d'onde*
- *Partie 3: Méthodes d'essai pour les propriétés optiques autres que les aberrations du front d'onde*
- *Partie 4: Méthodes d'essai pour les propriétés géométriques*

Introduction

La présente partie de l'ISO 14880 spécifie, pour des réseaux de microlentilles, les méthodes d'essai des propriétés optiques autres que les aberrations du front d'onde. Parmi les exemples d'applications pour les réseaux de microlentilles figurent les affichages tridimensionnels, l'optique de couplage associée aux sources lumineuses en réseau et aux photodétecteurs, l'optique améliorée pour les affichages à cristaux liquides, et les éléments optiques des processeurs parallèles.

Les essais sur les microlentilles sont en principe identiques aux essais sur toute autre lentille. Les paramètres à mesurer et les techniques utilisées sont les mêmes. Dans de nombreux cas cependant, le mesurage de très petites lentilles pose des problèmes pratiques rendant difficile l'utilisation du matériel standard prévu pour réaliser des essais sur des lentilles de taille normale.

L'émergence du marché des réseaux de microlentilles a entraîné la nécessité de convenir d'une terminologie de base et de méthodes d'essai. La détermination d'une terminologie standard et de définitions claires est nécessaire non seulement pour promouvoir les applications mais également pour encourager les scientifiques et ingénieurs à échanger des idées et de nouveaux concepts basés sur une compréhension commune.

La présente partie de l'ISO 14880 contribue à l'objectif de la série de normes de l'ISO 14880 qui est d'améliorer la compatibilité et l'interchangeabilité des réseaux de lentilles provenant de différents fournisseurs et d'accroître le développement de la technologie utilisant des réseaux de microlentilles.

Le mesurage de la longueur focale est décrit dans le corps du texte et l'utilisation d'une autre technique, l'interférométrie, est décrite dans l'Annexe A.

Le mesurage de la longueur focale d'un réseau de microlentilles, à l'aide d'une technique confocale, est décrit dans l'Annexe B.

Le rendement de couplage et la qualité d'imagerie sont traités dans l'Annexe C.

Le mesurage des positions du foyer des réseaux de microlentilles en parallèle, utilisant la technique Shack-Hartmann, est décrit dans l'Annexe D.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 14880-3:2006

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f3162c55-0a5a-4fcf-9e09-1dd4b99dff84/iso-14880-3-2006>

Optique et photonique — Réseaux de microlentilles —

Partie 3:

Méthodes d'essai pour les propriétés optiques autres que les aberrations du front d'onde

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 14880 spécifie les méthodes d'essai des propriétés optiques, autres que les aberrations du front d'onde, des microlentilles dans les réseaux de microlentilles. Elle s'applique aux réseaux de microlentilles avec de très petites lentilles qui composent une ou plusieurs surfaces d'un substrat commun et aux microlentilles à gradient d'indice.

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 14880-1, *Optique et photonique — Réseaux de microlentilles — Partie 1: Vocabulaire*

ISO 10110-5, *Optique et instruments d'optique — Indications sur les dessins pour éléments et systèmes optiques — Partie 5: Tolérances de forme de surface*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 14880-1 s'appliquent.

4 Essai du substrat

La qualité optique du substrat contribue à la qualité des positions focales définies par les microlentilles et doit être quantifiée conformément à l'ISO 10110-5.

5 Méthode d'essai au microscope

5.1 Principe

Le principe de base consiste à localiser, par des moyens optiques, la surface de la microlentille soumise à essai. La longueur focale arrière (frontale) effective est déterminée en mesurant le déplacement axial nécessaire pour localiser la position focale.

5.2 Disposition pour le mesurage et matériel d'essai

5.2.1 Généralités

Les essais sur les microlentilles sont en principe identiques aux essais sur des lentilles plus grandes. Dans de nombreux cas cependant, le mesurage de très petites lentilles pose des problèmes pratiques rendant difficile l'utilisation du matériel standard. En général, deux techniques optiques peuvent être utilisées. L'une repose sur la microscopie, l'autre sur l'interférométrie.

La première technique a recours à un microscope pour localiser, par focalisation, le vertex de la microlentille. La longueur focale arrière (frontale) effective est déduite en mesurant le déplacement nécessaire pour régler de nouveau le microscope sur l'image d'une source éloignée, comme illustré à la Figure 1.

Un dispositif de focalisation situé dans le microscope, tel qu'un réticule de focalisation à diviseur de champ, permet de localiser plus aisément le vertex sans marques caractéristiques d'une microlentille lorsqu'elle est observée avec une lumière réfléchie. Pour le mesurage de la longueur focale, la source ponctuelle éloignée peut être l'extrémité émettrice d'une fibre optique ou un réticule d'essai lumineux. Les essais peuvent être réalisés avec de la lumière blanche ou un éclairage monochromatique.

La deuxième technique a recours à l'interférométrie pour générer des motifs indiquant l'emplacement de la surface d'essai ou le centre de la courbure. L'essai de localisation peut être réalisé au moyen de l'un des dispositifs suivants:

- interféromètre de Fizeau,
- interféromètre de Twyman-Green,
- interféromètre à décalage latéral, ou
- dispositif de Shack-Hartmann.

ITeH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

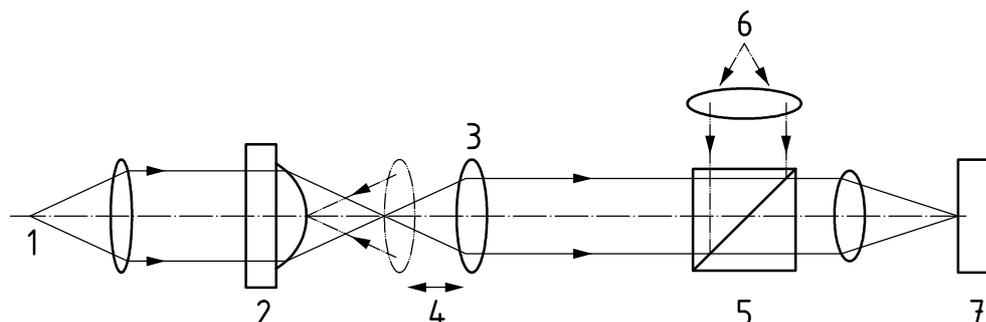
[ISO 14880-3:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f3162c55-0a5a-4fcf-9e09-11f409d7315c/iso-14880-3-2006)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f3162c55-0a5a-4fcf-9e09-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f3162c55-0a5a-4fcf-9e09-11f409d7315c/iso-14880-3-2006)

Une description plus complète de ces dispositifs est disponible dans l'ISO 14880-2 et dans l'ISO/TR 14999-1. L'interférométrie présente l'avantage, pour les lentilles présentant une aberration importante, de pouvoir déduire aisément la variation de la longueur focale avec le rayon d'ouverture à partir des motifs d'interférence. En revanche, les essais de ce type sont limités à la longueur d'onde de la source lumineuse de l'interféromètre.

La technique du microscope est présentée de l'Article 5 à l'Article 9, tandis que la technique de l'interférométrie est décrite dans l'Annexe A et celle de Shack-Hartmann dans l'Annexe D.

Le mesurage confocal de la longueur focale arrière ou frontale effective d'un réseau de lentilles est décrit dans l'Annexe B.



Légende

- 1 source ponctuelle éloignée
- 2 substrat et microlentilles produisant le point focalisé
- 3 objectif du microscope
- 4 réglage axial du microscope pour localiser la surface de la lentille et le foyer
- 5 séparateur de faisceau
- 6 source pour localisation du foyer sur la surface de la lentille
- 7 caméra CCD

Figure 1 — Source collimatée et microscope utilisés pour mesurer la longueur focale arrière ou frontale effective d'une microlentille

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

5.2.2 Système d'essai

5.2.2.1 Généralités

ISO 14880-3:2006

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f3162c55-0a5a-4fcf-9e09-1dd4b99dff84/iso-14880-3-2006>

Le système d'essai est constitué d'un microscope équipé de capteurs de déplacement, d'une source lumineuse appropriée, d'un objet d'essai, d'une caméra vidéo pour microscope, d'un moniteur et d'un analyseur d'image (balayage d'intensité de ligne).

5.2.2.2 Microscope

Un microscope équipé d'un dispositif de focalisation, tel qu'un télémètre à champ coupé, est requis afin de pouvoir régler le foyer sur une surface sans caractéristiques marquées, telle que le vertex de la surface d'une microlentille. La conception mécanique doit permettre de positionner le point éloigné de la source ou le réticule d'essai en dessous de la platine portant la lentille soumise à essai. Dans l'idéal, il convient que la lentille d'essai ne soit soutenue par aucun composant optique supplémentaire tel qu'une plaque en verre placée entre la lentille et la source ponctuelle éloignée ou le réticule d'essai. Le déplacement de la surface d'essai par rapport à l'objectif du microscope est mesuré au moyen d'un capteur de déplacement étalonné.

L'ouverture numérique (NA) de l'objectif du microscope doit être supérieure à l'ouverture numérique de la lentille d'essai au niveau du point focal.

5.2.2.3 Source lumineuse

Une source lumineuse émettant des rayonnements dans la bande des longueurs d'onde ou à une longueur d'onde spécifique requise pour l'essai doit être utilisée. Les propriétés de la source lumineuse doivent être décrites dans le rapport des résultats d'essai.

La lumière blanche peut provenir d'une lampe quartz-halogène associée à un diaphragme approprié. Il est possible d'utiliser un filtrage à bande étroite lorsque la gamme de longueurs d'onde requise est limitée. Un laser peut être utilisé pour générer un éclairage monochromatique et des intensités supérieures.

5.2.2.4 Objets d'essai

La source ponctuelle éloignée peut être approchée en utilisant l'extrémité émettrice d'une fibre optique. La source ponctuelle éloignée doit être placée sur le même axe que la lentille et à une distance suffisamment grande pour pouvoir déterminer la longueur focale.

L'objet d'essai peut également être un graticule. Cette variante permet d'étudier les propriétés optiques à des fréquences spatiales et des angles de champ spécifiques.

La détection du point focal peut être sensible au sous-échantillonnage par le réseau de détecteurs.

La source ponctuelle éloignée ou le graticule d'essai utilisé doit être décrit dans la documentation du rapport d'essai.

5.2.2.5 Affichage de l'image

Si l'image générée par le microscope est retransmise par une caméra sur un écran vidéo, il est possible d'utiliser un affichage d'intensité électronique pour localiser plus aisément la meilleure position de foyer. L'intensité de l'image au niveau du détecteur doit être réglée pour que la réponse provenant du système de détection reste linéaire.

5.2.2.6 Surfaces étalons

Une microlentille présentant une longueur focale connue à une longueur d'onde définie doit être utilisée comme artefact d'étalonnage pour vérifier les performances du système de mesure.

Un artefact étagé, par exemple deux fines plaques de verre collées ensemble pour fournir un palier de hauteur connue, doit être utilisé pour vérifier les performances du système de mesure du déplacement.

5.3 Préparation

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f3162c55-0a5a-4fcf-9e09-1dd4b99d884/iso-14880-3-2006>

Pour obtenir des résultats cohérents, le matériel d'essai doit être maintenu dans un environnement à température contrôlée, de préférence à 20 °C et ne pas être exposé aux vibrations.

Les surfaces optiques soumises à essai doivent être propres. Les côtés opposés à la couche peuvent être nettoyés en toute sécurité avec de l'alcool et de la ouate. Il convient de tremper la ouate dans une très petite quantité de solvant puis de la mettre en contact avec la surface et d'essuyer une seule fois la surface optique. La ouate est ensuite mise au rebut. Les risques de rayer la surface sont ainsi minimisés. La poussière peut être enlevée à l'aide d'une brosse en poils de chameau ou d'air comprimé filtré.

Il convient de traiter les surfaces optiques revêtues, telles que les surfaces antiréfléchissantes avec beaucoup de soin et de ne pas les nettoyer, sauf en cas de nécessité absolue. La poussière peut être enlevée au moyen d'air comprimé filtré.

Il convient de se renseigner sur l'utilisation adéquate des solvants et des produits de nettoyage.

6 Mode opératoire

6.1 Généralités

Nettoyer la surface de la lentille et le substrat soumis à essai.

6.2 Mesurage de la longueur focale arrière ou frontale effective

Il convient d'exécuter les modes opératoires d'étalonnage des instruments étalons régulièrement et d'estimer l'incertitude d'étalonnage [4].

Vérifier la performance de l'installation d'essai en mesurant, comme décrit ci-après, la longueur focale arrière (frontale) effective de la surface sphérique étalon et en comparant le résultat obtenu avec la valeur connue.

Le microscope est focalisé sur la surface de la microlentille puis déplacé pour converger sur l'image d'un réticule ou d'une source ponctuelle placée à l'infini. La meilleure position du foyer pour cette image peut être localisée au moyen d'une caméra et d'un vidicon avec balayage horizontal pour déterminer la position de déplacement à laquelle l'intensité de crête dans l'image est la plus grande. La résolution spatiale du système de caméra doit être suffisante pour analyser l'image. Le capteur de déplacement mesure le déplacement axial.

6.3 Mesurage de l'aberration chromatique

En général, les microlentilles sont relativement simples et ne sont pas corrigées pour l'aberration chromatique. La longueur focale variera en fonction de la longueur d'onde de l'éclairement.

Avec des lentilles classiques, un rayon est dévié par réfraction au niveau de l'interface entre deux milieux optiques présentant des indices de réfraction considérablement différents. L'amplitude de la longueur focale paraxiale pour une surface sphérique unique de rayon, R , est obtenue à partir de

$$f = R/[n_1(\lambda) - n_2(\lambda)] \quad (1)$$

où n_1 et n_2 sont les indices de réfraction des deux milieux avant et après l'interface à une longueur d'onde λ . L'aberration chromatique de la lentille est déterminée à l'aide des caractéristiques de dispersion des deux milieux, $n_1(\lambda)$ et $n_2(\lambda)$.

La dispersion des matériaux optiques est traditionnellement caractérisée en se référant au nombre d'Abbe, ν , dont la définition comprend des valeurs de l'indice de réfraction du matériau à trois longueurs d'onde. Par exemple 480 nm, 546 nm et 644 nm pour le nombre d'Abbe, ν_e , à la raie e du mercure (546 nm).

$$\nu_e = (n_{546} - 1)/(n_{480} - n_{644}) \quad \text{ISO 14880-3:2006} \quad (2)$$

Le nombre d'Abbe est généralement compris entre 20 et 60. La dispersion chromatique des matériaux est d'autant plus faible que leurs nombres d'Abbe sont élevés, et inversement.

Le nombre d'Abbe du matériau de la microlentille peut être déterminé en mesurant la longueur focale de la lentille aux longueurs d'onde appropriées et en combinant les Équations (1) et (2), ce qui donne

$$\nu_{\text{eff}} = (1/f_{546})/(1/f_{480} - 1/f_{644}) \quad (3)$$

Différents nombres d'Abbe peuvent être définis en fonction des longueurs d'onde sélectionnées. Il peut se révéler plus pratique d'utiliser des sources laser et de définir le nombre d'Abbe à ces longueurs d'onde.

La longueur focale d'une lentille est mesurée selon la méthode décrite en 6.2 au moyen d'un éclairement monochromatique. Le mesurage est ensuite répété en utilisant un éclairement monochromatique de différentes longueurs d'onde pour en déduire l'aberration chromatique qui est définie par

$$\Delta S_z = S_z(\lambda_1) - S_z(\lambda_2) \quad (4)$$

où

$S_z(\lambda)$ est la position axiale du foyer;

λ_1 et λ_2 sont les longueurs d'onde de l'éclairement avec $\lambda_1 > \lambda_2$.

Les valeurs obtenues se rapportent aux performances de la lentille dans la pratique et il peut être requis de prendre en considération la dispersion du substrat.