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

**Partie 2:
Méthodes d'essai pour les aberrations du
front d'onde**

iTeh STANDARD PREVIEW
Optics and photonics — Microlens arrays —
(standards.iteh.ai)
Part 2: Test methods for wavefront aberrations

[ISO 14880-2:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8aba7078-f271-48ec-a9e4-4e3b5ab6be64/iso-14880-2-2006)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8aba7078-f271-48ec-a9e4-4e3b5ab6be64/iso-14880-2-2006>



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 14880-2:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8aba7078-f271-48ec-a9e4-4e3b5ab6be64/iso-14880-2-2006)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8aba7078-f271-48ec-a9e4-4e3b5ab6be64/iso-14880-2-2006>

© 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 Symboles et termes abrégés	1
5 Appareillage	2
5.1 Généralités	2
5.2 Source de rayonnement optique normalisée	2
5.3 Lentille étalon	2
5.4 Collimateur	2
5.5 Système optique de réduction du faisceau	2
5.6 Diaphragme	3
6 Principe de l'essai	3
7 Configuration du mesurage	3
7.1 Configuration du mesurage pour les microlentilles uniques	3
7.2 Configuration du mesurage pour les réseaux de microlentilles	4
7.3 Alignement géométrique de l'échantillon	4
7.4 Préparation	4
8 Mode opératoire	4
9 Évaluation	4
10 Exactitude	5
11 Rapport d'essai	5
Annexe A (normative) Exigences de mesurage pour les méthodes d'essai de microlentilles	7
Annexe B (normative) Méthodes d'essai 1 et 2 de microlentilles en utilisant des interféromètres de type Mach et Zehnder	9
Annexe C (normative) Méthodes d'essai 3 et 4 de microlentilles en utilisant un interféromètre à déplacement latéral	14
Annexe D (normative) Méthode d'essai 5 de microlentilles en utilisant un détecteur de Shack-Hartmann	19
Annexe E (normative) Méthode d'essai 1 de réseau de microlentilles en utilisant un interféromètre de Twyman-Green	21
Annexe F (normative) Mesurage de l'uniformité d'un réseau de microlentilles par la méthode d'essai 2	23
Bibliographie	26

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 14880-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 172, *Optique et photonique*, sous-comité SC 9, *Systèmes électro-optiques*.

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

- *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*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8aba7078-f271-48ec-a9e4-4e3b5ab6be64/iso-14880-2-2006>

Introduction

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

Le marché des réseaux de microlentilles crée un besoin urgent d'accord sur la terminologie de base et sur les méthodes d'essai afin de définir le réseau de microlentilles lui-même. Une terminologie normalisée et une définition claire sont nécessaires non seulement pour promouvoir les applications mais également pour encourager les scientifiques et les ingénieurs à échanger des idées et de nouveaux concepts basés sur une compréhension commune.

Les microlentilles sont utilisées sous forme de lentilles uniques ou en réseaux de deux lentilles ou plus. Les caractéristiques des lentilles sont fondamentalement évaluées avec une seule lentille. Il est donc important de pouvoir évaluer en premier la caractéristique de base d'une lentille unique. Toutefois, si un grand nombre de lentilles se composent d'un seul substrat, le mesurage de l'ensemble du réseau prendra beaucoup de temps et sera onéreux. En outre, des méthodes de mesure des formes des lentilles sont indispensables en tant qu'outil de production.

L'ISO 14880-1, *Vocabulaire*, définit des méthodes d'évaluation des paramètres caractéristiques. Elle a été complétée par un jeu de trois Normes internationales, à savoir: Partie 2, *Méthodes d'essai pour les aberrations du front d'onde*, Partie 3, *Méthodes d'essai pour les caractéristiques optiques autres que les aberrations du front d'onde* et Partie 4, *Méthodes d'essai pour les propriétés géométriques*.

[ISO 14880-2:2006](http://www.iso.org/iso/14880-2:2006)

La présente partie de l'ISO 14880 spécifie les méthodes de mesure de la qualité du front d'onde. La qualité du front d'onde est la caractéristique de base des performances d'une microlentille. Les caractéristiques autres que les aberrations du front d'onde sont spécifiées dans l'ISO 14880-3 et dans l'ISO 14880-4.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 14880-2:2006

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8aba7078-f271-48ec-a9e4-4e3b5ab6be64/iso-14880-2-2006>

Optique et photonique — Réseaux de microlentilles —

Partie 2:

Méthodes d'essai pour les aberrations du front d'onde

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 14880 spécifie des méthodes d'essai des aberrations du front d'onde pour les microlentilles en réseaux. Elle s'applique aux réseaux de très petites lentilles qui composent l'intérieur ou bien une ou plusieurs surfaces d'un substrat commun.

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 14880-1:2001, *Optique et photonique — Réseaux de microlentilles — Partie 1: Vocabulaire*

[ISO 14880-2:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8aba7078-f271-48ec-a9e4-4e3b5ab6be64/iso-14880-2-2006)

3 Termes et définitions

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8aba7078-f271-48ec-a9e4-4e3b5ab6be64/iso-14880-2-2006>

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

4 Symboles et termes abrégés

Tableau 1 — Symboles, termes abrégés et unités de mesure

Symbole	Unité	Terme
Φ	λ	aberration du front d'onde
Φ_{P-V}	λ	valeur de l'aberration du front d'onde pic-vallée
Φ_{rms}	λ	moyenne quadratique de l'aberration du front d'onde
λ	μm	longueur d'onde
θ	degré	angle de réception
NA	aucune	ouverture numérique

5 Appareillage

5.1 Généralités

Le système d'essai se compose d'une source de rayonnement optique, d'une lentille collimatrice, d'un dispositif de limitation de l'ouverture de mesure, d'un porte-échantillon, d'une optique d'imagerie, d'un capteur d'images et d'un système d'analyse des interférences.

5.2 Source de rayonnement optique normalisée

Une source de rayonnement optique adaptée aux essais des aberrations du front d'onde des microlentilles doit être utilisée. La moyenne quadratique de l'écart des aberrations du front d'onde, à la longueur d'onde opérationnelle atteignant l'équipement d'essai, doit être $\leq \lambda/10$, sur la pupille de la microlentille soumise à essai.

La longueur d'onde centrale, la demi-largeur du spectre, le type de source de rayonnement optique, les états de polarisation (rayonnement optique à polarisation aléatoire, rayonnement optique à polarisation linéaire, rayonnement optique à polarisation circulaire, etc.), l'angle de luminance (en mrad), la taille du point focal ou le col du laser font partie des propriétés de la source à spécifier. Sinon, la spécification de la source de rayonnement doit être décrite dans les documents indiquant les résultats expérimentaux.

NOTE 1 On utilise généralement des lasers à He-Ne. D'autres lasers à gaz, des lasers solides, à semi-conducteurs (LD) ainsi que des diodes électroluminescentes (DEL) sont également utilisés.

NOTE 2 Les LD et les DEL sont associés à un système approprié de compensation des aberrations du front d'onde optique.

5.3 Lentille étalon

Lors de l'utilisation d'une lentille étalon comme référence ou pour créer une onde sphérique idéale, les aberrations du front d'onde de cette lentille doivent être inférieures d'au moins un ordre de grandeur à celles de la lentille soumise à essai ou doivent être $\leq \lambda/10$ de la moyenne quadratique de l'écart.

La lentille de l'objectif d'un microscope optique est généralement utilisée comme lentille étalon; elle doit être spécifiée avec une ouverture numérique effective. Les indications suivantes doivent être fournies:

- ouverture effective;
- distance focale effective à la longueur d'onde opérationnelle.

Pour le mesurage des aberrations du front d'onde, la géométrie d'essai se limite au cas ∞/f pour les points conjugués de la lentille.

5.4 Collimateur

L'optique du collimateur doit avoir une ouverture numérique plus grande que l'ouverture numérique maximale de l'échantillon pour essai et suffisante pour éviter les effets de la diffraction. Les aberrations du front d'onde doivent être inférieures à $\lambda/20$ de la moyenne quadratique de l'écart, à la longueur d'onde opérationnelle.

Sinon, il convient de décrire la spécification utilisée dans le rapport d'essai.

5.5 Système optique de réduction du faisceau

Un système télescopique se composant de deux lentilles convexes afocales est utilisé pour adapter la section du faisceau au détecteur matriciel. Le rapport des longueurs focales donne le facteur de réduction.

NOTE Le diamètre de la surface de la lentille évaluée peut être réglé à l'aide d'un logiciel sur l'ouverture effective afin d'éviter une diffraction supplémentaire au niveau de l'ouverture physique.

5.6 Diaphragme

Un diaphragme est placé dans le faisceau de rayonnement optique de l'équipement d'essai afin de limiter le diamètre du faisceau optique incident sur la lentille à soumettre à essai. Ce diaphragme peut également être réalisé à partir d'un logiciel tronçonneur.

6 Principe de l'essai

Les aberrations du front d'onde de la microlentille pour essai doivent être déterminées à l'aide d'un interféromètre ou de tout autre dispositif d'essai du front d'onde décrit dans les annexes. Il faut prendre des précautions en cas d'utilisation de faisceaux gaussiens de petit diamètre car l'optique géométrique ne s'applique pas à la propagation de ces faisceaux. La surface du détecteur et la pupille d'entrée ou de sortie de la microlentille pour essai doivent être des points conjugués. Une ouverture est utilisée pour analyser les données afin de rechercher les aberrations du front d'onde.

La méthode d'essai choisie doit être adaptée à l'application. Des applications à simple passage nécessitent, par exemple, d'effectuer les essais avec des interféromètres à simple passage.

NOTE Les interféromètres modernes utilisent un rayon laser qui présente un gros avantage en ce qui concerne le montage de l'essai interférométrique mais qui crée de graves problèmes si l'on choisit un montage en double passage du rayonnement optique réfléchi, lors de l'utilisation d'interféromètres de Fizeau ou de Twyman-Green. Toutes les limites diélectriques contribueront à créer des franges d'interférences parasites.

Les configurations utilisant le rayonnement optique transmis sont moins perturbées par des franges parasites que les interféromètres classiques. Il est préférable d'utiliser des interféromètres de type Mach et Zehnder ou à déplacement latéral ou encore aux configurations de Shack-Hartmann du rayonnement optique transmis. Pour le mesurage des aberrations du front d'onde, un montage en simple passage du rayonnement optique transmis sera donc privilégié à cet effet.

[ISO 14880-2:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8aba7078-f271-48ec-a9e4-9b5ab6be64/iso-14880-2-2006)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8aba7078-f271-48ec-a9e4-9b5ab6be64/iso-14880-2-2006>

7 Configuration du mesurage

7.1 Configuration du mesurage pour les microlentilles uniques

Des interféromètres ou des détecteurs de front d'onde doivent être utilisés pour mesurer le front d'onde transmis de la microlentille soumise à essai. Les interféromètres à simple passage, tels que ceux de Mach et Zehnder, les interféromètres à déplacement latéral ou à double passage, tels que ceux de Fizeau et de Twyman-Green ainsi que les détecteurs de front d'onde de Shack-Hartmann peuvent être utilisés pour effectuer les essais présentés dans les Annexes B à D.

Les exigences relatives au mesurage doivent être définies. Les critères types pour le choix d'une méthode déterminée sont les suivants:

- exactitude requise,
- propriétés à mesurer,
- souplesse du mesurage,
- coût,
- essai du point focal sur une lentille ou mesurage complet.

Pour plus de détails, voir l'ISO/TR 14999-2.

7.2 Configuration du mesurage pour les réseaux de microlentilles

Des interféromètres ou des détecteurs de front d'onde doivent être utilisés pour mesurer simultanément des réseaux complets ou des parties de réseaux dans le rayonnement transmis. Des configurations types d'essai sont décrites dans les Annexes E et F.

NOTE Alors que l'essai de lentilles uniques sélectionnées dans un réseau se fera avec une irradiation de l'onde sphérique de la lentille échantillon, ce n'est généralement pas possible pour les essais d'un réseau. Une irradiation par une onde plane est alors mieux adaptée dans la plupart des cas ou bien il faut prendre des dispositions particulières faisant intervenir des éléments de division du front d'onde par diffraction (voir, par exemple, la Référence [9]).

7.3 Alignement géométrique de l'échantillon

En général, la microlentille soumise à essai et son optique de couplage doivent être mises en alignement coaxial avec les instruments de mesure du front d'onde. Des instruments et/ou dispositifs d'alignement optique sont disponibles dans le commerce à cet effet.

NOTE L'échantillon est placé sur une platine telle qu'un support pneumatique ayant deux ou trois degrés de liberté d'ajustement.

7.4 Préparation

Pour obtenir des résultats homogènes, l'équipement d'essai doit être maintenu dans un environnement contrôlé en température et ne pas être exposé à des vibrations.

Les surfaces optiques à soumettre à essai doivent être propres. Les surfaces en verre non revêtues peuvent être nettoyées en toute sécurité avec de l'alcool et de la ouate. Avant de la passer une seule fois sur la surface et de la jeter ensuite, il convient d'impregner la ouate d'une toute petite quantité de solvant, ce afin de réduire les risques de rayure de la surface à leur valeur minimale. La poussière peut être retirée à l'aide d'une brosse propre en poil de chameau ou d'air comprimé filtré.

Il convient d'être très prudent avec les surfaces optiques revêtues, telles que les surfaces antireflet, et de ne les nettoyer que si c'est absolument nécessaire. Elles peuvent être dépoussiérées à l'air comprimé filtré.

Il convient de demander des conseils sur l'utilisation correcte des solvants, tissus de coton ou autres matériaux de nettoyage.

8 Mode opératoire

Les exigences de mesurage et les méthodes types de mesurage des aberrations du front d'onde des lentilles uniques sont décrites dans les Annexes A à D.

Des exemples de mesurage des aberrations du front d'onde des réseaux de microlentilles sont décrits dans les Annexes E et F.

9 Évaluation

L'aberration du front d'onde peut être calculée à partir de l'interférogramme (voir Références [8] et [12]) ou d'autres systèmes de mesure du front d'onde, décrits dans les Annexes A à F. Un logiciel spécifié permet de déduire les coefficients primaires de Zernike à partir des aberrations du front d'onde de lentilles sphériques à pupille circulaire.

NOTE 1 Les coefficients de Zernike types sont les suivants:

— aberration sphérique,

- astigmatisme,
- coma.

NOTE 2 Pour d'autres formes de pupille de lentille (par exemple rectangulaire), voir l'ISO/TR 14999-2.

Les aberrations du front d'onde mesurées sur les échantillons doivent être évaluées et consignées, par exemple, en valeurs pic-vallée ou en moyennes quadratiques.

Il convient d'être prudent en interprétant les valeurs pic-vallée car elles sont perturbées par des valeurs parasites. Il est recommandé d'utiliser à la place le chiffre de la moyenne quadratique multiplié par six.

10 Exactitude

Les aberrations du front d'onde d'un échantillon sont mesurées par un système d'essai du front d'onde qui peut lui-même introduire certaines aberrations. L'exactitude de mesure peut être améliorée en soustrayant les aberrations du système.

11 Rapport d'essai

Les résultats des essais doivent être consignés et comporter les informations suivantes, s'il y a lieu:

- a) informations générales:
- 1) essai effectué conformément à l'ISO 14880-2:2006;
 - 2) date de l'essai;
 - 3) nom et adresse de l'organisation effectuant l'essai;
 - 4) nom de la personne ayant effectué l'essai;
- b) informations concernant la lentille soumise à essai:
- 1) type de lentille;
 - 2) fabricant;
 - 3) modèle;
 - 4) numéro de série;
- c) conditions d'essai (conditions environnementales):
- 1) température;
 - 2) humidité relative;
- d) informations concernant les essais et l'évaluation:
- 1) méthode d'essai utilisée;
 - 2) système optique utilisé;

- 3) irradiation:
 - i) type de source,
 - ii) longueur d'onde,
 - iii) demi-largeur du spectre de rayonnement optique,
 - iv) état de polarisation,
 - v) angle d'éclairement,
 - vi) taille du point focal;
- 4) détecteur;
- 5) ouverture;
- e) résultats des essais:
 - 1) valeur pic-vallée de l'aberration du front d'onde Φ_{p-v} ;
 - 2) moyenne quadratique de l'aberration du front d'onde Φ_{rms} ;
 - 3) polynômes de Zernike ou autres coefficients polynomiaux.

iteh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 14880-2:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8aba7078-f271-48ec-a9e4-4e3b5ab6be64/iso-14880-2-2006)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8aba7078-f271-48ec-a9e4-4e3b5ab6be64/iso-14880-2-2006>