
**Optique et photonique — Matériaux
et composants optiques — Méthode
d'essai d'homogénéité des verres
optiques par interférométrie laser**

*Optics and photonics — Optical materials and components — Test
method for homogeneity of optical glasses by laser interferometry*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 17411:2014](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/058318f0-da6b-4e0e-8482-ddbd48e13641/iso-17411-2014)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/058318f0-da6b-4e0e-8482-
ddbd48e13641/iso-17411-2014](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/058318f0-da6b-4e0e-8482-ddbd48e13641/iso-17411-2014)



iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 17411:2014

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/058318f0-da6b-4e0e-8482-ddbd48e13641/iso-17411-2014>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2014

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées 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 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
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Principe	1
5 Appareillage de mesure	2
5.1 Généralités.....	2
5.2 Interféromètre laser.....	2
5.3 Appareil d'analyse d'interférogramme.....	2
5.4 Enceinte thermostatique.....	2
5.5 Appareil d'isolation contre les vibrations.....	2
6 Préparation de l'échantillon	2
7 Mise en place	3
8 Mesurage	3
9 Calcul	3
10 Rapport d'essai	4
Annexe A (informative) Interféromètre laser	6
Annexe B (informative) Stabilité thermique pour les mesurages d'homogénéité	9
Annexe C (informative) Méthode de mesure avec des lames de correction de planéité	11
Annexe D (informative) Planéité de l'échantillon	13
Annexe E (informative) Méthode de détermination de la valeur PV du front d'onde	15

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 procédures suivies pour élaborer le présent document et celles visant à assurer son maintien sont décrites dans les Directives ISO/CEI, Partie 1. Les différents critères d'approbation nécessaires aux différents types de documents ISO doivent particulièrement être notés. Le présent document a été élaboré conformément aux règles éditoriales des directives ISO/CEI, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

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. Des détails portant sur tout droit de propriété intellectuelle identifiés durant l'élaboration du présent document figureront à l'Introduction et/ou à la liste de déclarations de détention de brevet soumises à l'ISO (voir www.iso.org/patents).

Pour des raisons de commodités, toute référence à un nom commercial dans le présent document est faite à titre informatif pour les utilisateurs et ne saurait constituer une promotion de celui-ci.

Pour obtenir une explication sur la signification des termes spécifiques de l'ISO et les expressions relatives à l'évaluation de la conformité, ainsi que des informations sur l'adhérence de l'ISO aux principes de l'OMC dans les Obstacles techniques au commerce (OTC), aller à l'adresse URL suivante: Foreword - Supplementary information

[ISO 17411:2014](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/058318f0-da6b-4e0e-8483-d1bd48e13641/iso-17411-2014)

Le comité technique responsable de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 172, *Optique et photonique*, sous comité SC 3, *Matériaux et composants optiques*.

Optique et photonique — Matériaux et composants optiques — Méthode d'essai d'homogénéité des verres optiques par interférométrie laser

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie la méthode de mesure de l'homogénéité de l'indice de réfraction des verres optiques par interférométrie laser.

2 Références normatives

Les documents suivants, en tout ou partie, sont référencés de manière normative dans le présent document et sont indispensables à son application. 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 80000-1, *Grandeurs et unités — Partie 1: généralités*

3 Termes et définitions

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

3.1

homogénéité de l'indice de réfraction

valeur maximale des variations de l'indice de réfraction, à l'exclusion des variations linéaires, dans la zone prédéfinie sur un échantillon de verre

3.2

liquide adaptateur d'indice

liquide transparent dont l'indice de réfraction est équivalent ou voisin de celui d'un échantillon de verre à la longueur d'onde du laser qui sera utilisé

3.3

lame de correction de planéité

lame à faces parallèles obtenue en polissant un verre optique d'une grande homogénéité avec un degré de précision élevé, par exemple 1/20e de la longueur d'onde du laser, qui est collée à un échantillon en utilisant un liquide d'adaptation d'indice comme liquide intermédiaire, dans le but de corriger la planéité de l'échantillon

3.4

valeur PV du front d'onde

différence entre les écarts maximal et minimal du front d'onde observés lorsque la lumière traverse l'échantillon une fois, mesurée avec un interféromètre à partir du plan approximé

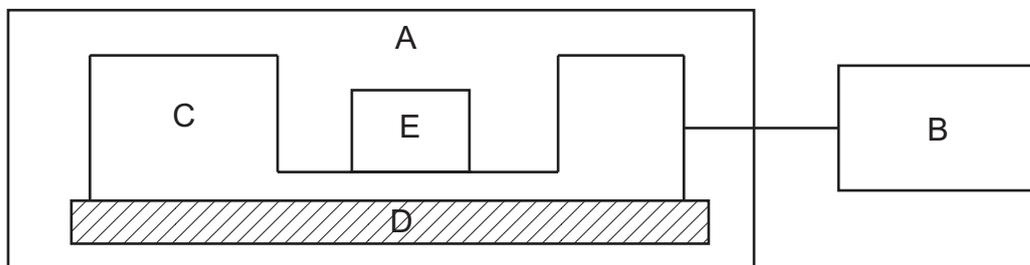
4 Principe

Mesurage, au moyen d'un interféromètre laser, de la valeur PV du front d'onde d'un flux lumineux traversant un échantillon ayant une planéité suffisante, puis détermination de l'homogénéité de l'indice de réfraction de l'échantillon.

5 Appareillage de mesure

5.1 Généralités

L'appareillage de mesure doit être conforme à la [Figure 1](#) et tel que spécifié aux paragraphes [5.2](#) à [5.5](#).



Légende

- A enceinte thermostatique
- B appareil d'analyse d'interférogramme
- C interféromètre laser
- D appareil d'isolation contre les vibrations
- E échantillon

Figure 1 — Exemple de composition de l'appareillage de mesure

5.2 Interféromètre laser

L'interféromètre laser doit posséder un laser comme source lumineuse et un système optique dans lequel le front d'onde d'un flux lumineux forme un plan. Des exemples d'interféromètres de ce type sont donnés dans l'[Annexe A](#).

5.3 Appareil d'analyse d'interférogramme

L'appareil d'analyse d'interférogramme doit permettre d'obtenir la valeur PV du front d'onde à partir d'un interférogramme.

5.4 Enceinte thermostatique

L'enceinte thermostatique devant être utilisée doit être capable de maintenir l'interféromètre et l'échantillon à une température donnée. Dans les conditions atmosphériques normales, la température doit être de 20 °C, 23 °C ou 25 °C suivant le but de l'essai. Il convient que la tolérance de température dans les conditions atmosphériques normales soit de $\pm 0,2$ °C. Voir l'[Annexe B](#).

5.5 Appareil d'isolation contre les vibrations

L'appareil d'isolation contre les vibrations doit permettre d'éliminer l'effet des vibrations venant de l'extérieur dans l'interféromètre et dans l'échantillon. Il convient de l'utiliser pour réaliser des mesurages de grande précision.

6 Préparation de l'échantillon

L'échantillon doit être cylindrique ou prismatique et son épaisseur (hauteur) doit être orientée dans la direction d'observation (qui est la direction de l'axe optique du flux lumineux d'un interféromètre). L'épaisseur dans la direction d'observation doit être suffisante pour obtenir une valeur mesurée précise.

Les deux faces planes (faces situées à la verticale de l'axe optique) d'un échantillon doivent être polies de manière à ce que leur planéité ne dépasse pas $1/20^e$ de la longueur d'onde du laser (soit environ $0,032 \mu\text{m}$ lorsque la longueur d'onde est de $632,8 \text{ nm}$).

Lorsque le polissage de précision décrit ci-dessus n'est pas réalisé, des lames de correction de planéité doivent être collées à l'échantillon en utilisant un liquide d'adaptation d'indice comme liquide intermédiaire, pour réaliser le mesurage. L'Annexe C décrit un exemple d'utilisation de lames de correction de planéité. Dans ce cas, il convient que l'indice de réfraction du liquide d'adaptation d'indice soit conforme à celui de l'échantillon de manière à ce qu'il n'y ait aucune incidence sur le mesurage de l'homogénéité. Il convient que la différence entre les indices de réfraction du liquide d'adaptation d'indice et de l'échantillon soit au maximum de $0,005$ environ. Voir l'Annexe B.

En outre, pour coller durablement les lames de correction de planéité sur l'échantillon en utilisant le liquide d'adaptation d'indice de réfraction, il convient que la planéité de l'échantillon soit au maximum de $20 \mu\text{m}$ environ. Voir l'Annexe D.

7 Mise en place

La mise en place doit être réalisée comme suit:

- a) Éliminer la saleté sur les surfaces des échantillons et des lames de correction, en cas d'utilisation.
- b) Installer l'échantillon dans l'interféromètre de manière à ce que la zone prédéfinie de l'échantillon soit située dans le flux lumineux de l'interféromètre. En cas d'utilisation de lames de correction de planéité, coller ces lames sur l'échantillon en introduisant le liquide d'adaptation d'indice entre les surfaces de l'échantillon et les lames de correction de planéité. Pendant ce temps, ne pas laisser de bulles d'air dans le liquide intermédiaire.
- c) Laisser reposer l'échantillon ainsi mis en place jusqu'à ce que sa température soit de nouveau égale à celle de l'environnement de mesure comme indiqué en 5.4. En cas d'utilisation de lames de correction de planéité, laisser reposer l'échantillon installé et les lames jusqu'à ce que l'épaisseur de la couche de liquide d'adaptation d'indice de réfraction entre les surfaces appariées ne varie plus.
- d) Ajuster le système optique de l'interféromètre de manière à obtenir un nombre approprié de franges d'interférence sur l'interférogramme, puis réaliser le mesurage.
- e) Déterminer la valeur PV du front d'onde du flux lumineux ayant traversé le système de mesure de l'échantillon à partir de l'interférogramme.

8 Mesurage

Le mesurage doit être réalisé comme suit:

- a) Il convient de réaliser le mesurage au moins deux fois en répétant la série d'opérations décrite à l'Article 7(d) et Article 7(e). Lorsque la valeur mesurée est une moyenne, il convient de le préciser dans le rapport d'essai.
- b) Les erreurs des résultats d'essai sont attribuables aux irrégularités du front d'onde du système optique de l'interféromètre et aux irrégularités du front d'onde dues à l'homogénéité de l'indice de réfraction et à la planéité d'une lame de correction de planéité. Par conséquent, pour le front d'onde du flux lumineux ayant traversé l'échantillon, il convient de corriger ces erreurs et de déterminer la valeur PV du front d'onde à partir du front d'onde après correction. L'Annexe E donne un exemple de mesurage de la valeur PV du front d'onde.

9 Calcul

Le calcul du résultat d'essai doit être réalisé comme suit:

- a) L'homogénéité de l'indice de réfraction doit être calculée au moyen de la Formule (1).

$$\Delta n = \frac{P_V \cdot \lambda}{t} \tag{1}$$

où

Δn est l'homogénéité de l'indice de réfraction;

P_V est la valeur PV du front d'onde (unité de longueur d'onde);

λ est la longueur d'onde du laser (mm);

t est l'épaisseur de l'échantillon (mm).

- b) Pour le rapport, l'homogénéité de l'indice de réfraction doit être arrondie à deux chiffres significatifs conformément à l'ISO 80000-1. Cependant, lorsqu'elle est inférieure à 10^{-6} , elle doit être arrondie à un chiffre significatif.

EXEMPLE Un exemple de calcul est donné ci-dessous.

$$P_V = 0,049 (\lambda);$$

$$\lambda = 632,8 \times 10^{-6} \text{ (mm);}$$

$$t = 41 \text{ mm.}$$

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

La Formule (2) s'applique:

$$\begin{aligned} \Delta n &= \frac{P_V \cdot \lambda}{t} \\ &= \frac{0,049 \times 632,8 \times 10^{-6}}{41} \tag{2} \\ &= 0,756 \times 10^{-6} \text{ (Since it is less than } 10^{-6}, \text{ it is rounded to one significant figure.)} \end{aligned}$$

$$\Delta n = 8 \times 10^{-7}$$

10 Rapport d'essai

Pour le résultat de mesure, les éléments suivants doivent figurer dans le rapport:

- a) la date du mesurage (année/mois/jour);
- b) le lieu de mesure;
- c) l'appareillage de mesure, le type d'interféromètre et la longueur d'onde du laser;
- d) le nom de l'opérateur ayant réalisé le mesurage;
- e) la température de mesure;
- f) l'épaisseur, la forme et la zone de mesure de l'échantillon;
- g) la méthode de mesure de l'échantillon (si l'échantillon a été utilisé ou non avec des lames de correction de planéité);
- h) si les irrégularités du front d'onde du système optique de l'interféromètre ou les irrégularités du front d'onde dues au manque d'homogénéité de l'indice de réfraction et à la planéité d'une lame de correction de planéité ont été corrigées ou non;
- i) la valeur de l'homogénéité de l'indice de réfraction (dans le cas d'une moyenne, le nombre de mesurages réalisés);

- j) il convient en outre de joindre une photographie représentative des franges d'interférence de l'échantillon lorsque cela est possible;
- k) d'autres éléments particuliers à consigner.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 17411:2014](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/058318f0-da6b-4e0e-8482-ddbd48e13641/iso-17411-2014)

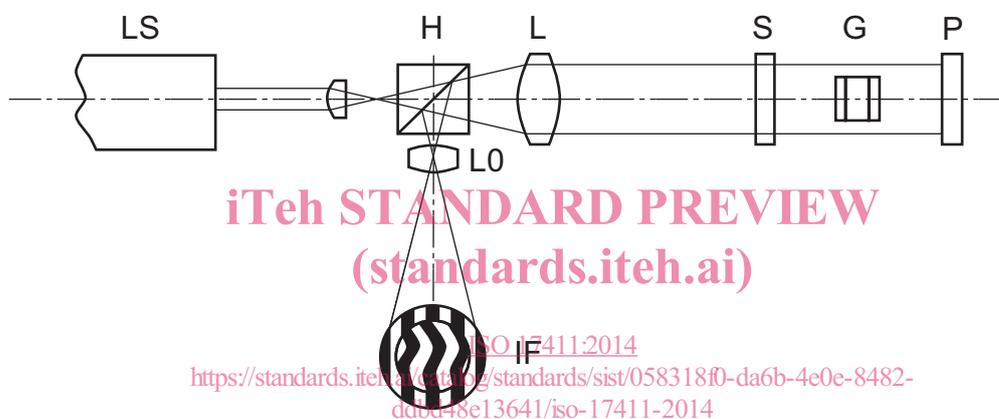
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/058318f0-da6b-4e0e-8482-ddbd48e13641/iso-17411-2014>

Annexe A (informative)

Interféromètre laser

L'interféromètre laser est un appareil qui génère des franges d'interférence en séparant en deux les rayons parallèles avec des fronts d'onde uniformes par l'intermédiaire d'un miroir plan semi-transparent (séparateur de faisceau), et qui, après avoir fait suivre à chaque rayon un trajet différent, décale légèrement les fronts d'onde avant de les superposer de nouveau.

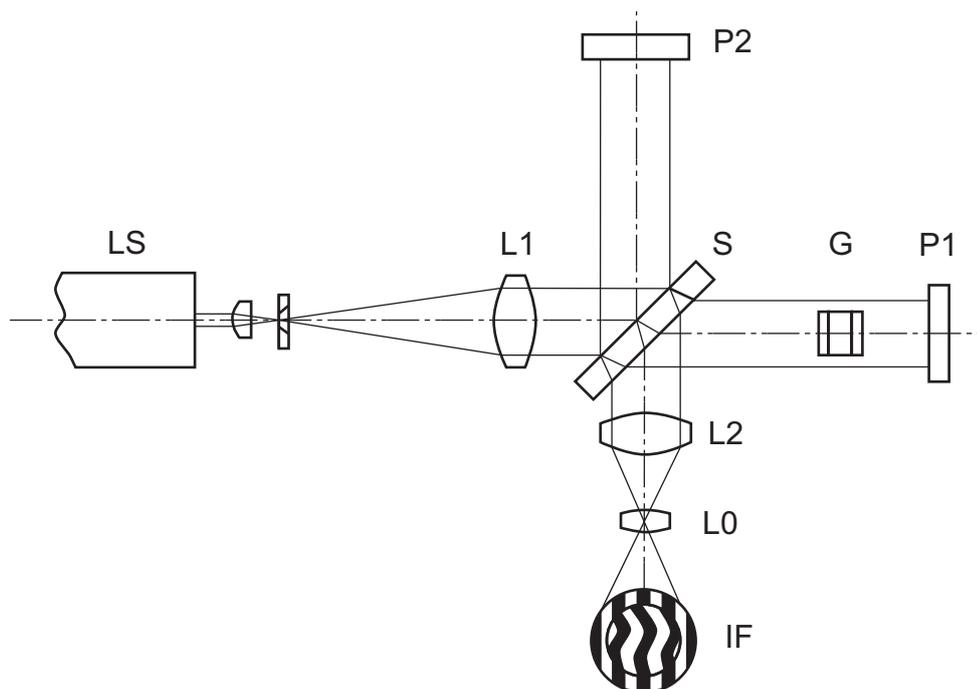
Trois types d'interféromètres sont présentés ci-après à titre d'exemples de dispositifs appropriés pour le mesurage de l'homogénéité du verre. Les [Figures A.1](#) et [A.2](#) représentent des interféromètres dans lesquels le flux lumineux traverse l'échantillon deux fois et la [Figure A.3](#) représente un interféromètre dans lequel le flux lumineux traverse l'échantillon une fois.



Légende

- G échantillon de verre
- H séparateur de faisceau
- L lentille de collimation
- L0 lentille d'imagerie
- LS source lumineuse
- P miroir plan
- S séparateur de faisceau
- IF franges d'interférence

Figure A.1 — Interféromètre de Fizeau



Légende

- G échantillon de verre
 L0 lentille d'imagerie
 L1, L2 lentille de collimation
 LS source lumineuse
 P1, P2 miroir plan
 S séparateur de faisceau
 IF franges d'interférence

STANDARD PREVIEW
 (standards.iteh.ai)

ISO 17411:2014

standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/058318f0-da6b-4e0e-8482-ddbd48e13641/iso-17411-2014

Figure A.2 — Interféromètre de Twyman-Green