NORME INTERNATIONALE

ISO 12123

Troisième édition
2018-12

Optique et photonique — Spécification d'un verre d'optique brut

Optics and photonics — Specification of raw optical glass

Numéro de référence
ISO 12123:2018(F)

© ISO 2018



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2018

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée 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 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +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 ..... **vi**
1 Domaine d'application **1**
2 Références normatives **1**
3 Termes et définitions **1**
4 Tolérances **5**
4.1 Indice de réfraction principal 5
4.2 Variation d'indice de réfraction 5
4.3 Nombre d'Abbe 5
4.4 Facteur de transmission interne spectral 6
4.5 Bord de coupure UV et code couleur 6
4.5.1 Généralités 6
4.5.2 Bord de coupure UV 6
4.5.3 Code couleur 6
4.6 Homogénéité optique 6
4.7 Stries 7
4.8 Bulles et inclusions 8
4.9 Biréfringence induite par les contraintes 8
5 Écart de la dispersion partielle relative par rapport à la raie normale – Définition des raies normales **9**
6 Indications pour commander des pièces de verre brut **11**
Annexe A (informative) **Recommandation pour la spécification d'un verre d'optique brut pour une spécification donnée d'élément optique** **13**
Bibliographie **22**

© ISO 2018 – Tous droits réservés

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 (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée 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. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: www.iso.org/iso/fr/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 172, *Optique et photonique*, sous-comité SC 3, *Matériaux et composants optiques*.

Cette troisième édition annule et remplace la seconde édition (ISO 12123:2010), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

a) la définition de la dispersion partielle relative et de son écart par rapport à la raie normale ainsi que la définition du facteur de transmission interne ont été ajoutées;

b) les abréviations des classes pour toutes les tolérances de l'Article 4 ont été ajoutées;

c) toutes les abréviations ont été écrites avec deux lettres majuscules en rapport avec les dénominations des caractéristiques;

d) en 4.6, une indication de l'ouverture minimale requise a été ajoutée;

e) en 4.7, une indication de stries pour deux et trois directions de contrôle perpendiculaires a été ajoutée;

f) pour la dispersion partielle et son écart par rapport à la raie normale, ce qui suit a été ajouté: données de dispersion pour le verre crown et le verre flint standard pour un environnement normal, formule générale des raies normales pour les dispersions partielles relatives pour toute paire de longueurs d'onde, exemples de six paires de raies spécifiques dans l'Article 5 et méthode de calcul et données pour le calcul des données de dispersion à des températures autres que 20 °C (voir A.3);

 © ISO 2018 – Tous droits réservés

g) dans l'Article 6, Exemple 1 de spécification d'un verre d'optique brut avec classes de tolérances a été introduit et étendu par l'ajout d'un deuxième cas;

h) dans l'Article 6, l'Exemple 2 a été ajouté et illustre la spécification de lentille de l'élément jusqu'à la pièce pressée et à la spécification du verre brut;

i) les tableaux ont été renumérotés.

Il convient d'envoyer toutes remarques ou questions sur le présent document à l'organisme national de normalisation de l'utilisateur. Une liste complète de ces organismes peut être trouvé à l'adresse www.iso.org/members.html.

© ISO 2018 – Tous droits réservés

Introduction

Le verre d'optique brut se présente sous forme de verre en bande, de verre en bloc pour pièces pressées ou de grandes pièces moulées. Ses caractéristiques sont largement similaires à celles d'éléments optiques tels que les lentilles et les prismes. Toutefois, les limites de tolérance et leur applicabilité ne sont pas les mêmes. Cela vient du fait qu'en règle générale, les formes de livraison du verre d'optique brut ont des dimensions beaucoup plus grandes que les éléments optiques qui seront fabriqués à partir de ces formes. Une bande de verre de 280 mm de longueur, 160 mm de largeur et 40 mm d'épaisseur permet de fabriquer des centaines de petites lentilles. Le simple transfert des exigences relatives au verre d'une seule lentille à la totalité de la bande prêtera à confusion ou à une sur-spécification importante. L'absence totale de bulles et d'inclusions requise dans une lentille ne peut pas signifier la même exigence pour la bande. L'extension de l'exigence d'une homogénéité élevée pour une petite lentille à la totalité de la bande sans la limiter au diamètre de lentille prévu aboutira à une tolérance inutilement étroite. Elle est même préjudiciable car elle engendrera des coûts élevés inutiles, voire même une incapacité du fabricant de verres à livrer le matériau requis.

L'indice de réfraction absolu et le nombre d'Abbe en tant que mesure de la dispersion s'appliquent aux formes de verre d'optique brut ainsi qu'aux éléments optiques fabriqués à partir de ces formes. Deux variations de l'indice de réfraction doivent être clairement distinguées: la première est la variation entre les différentes pièces d'un lot de livraison commun et la deuxième est la variation limitée dans une seule pièce, qui est appelée homogénéité optique. La variation dans un lot de livraison est une tolérance symétrique, avec comme référence la valeur de l'indice de réfraction indiquée dans le certificat d'essai. L'homogénéité optique n'est pas associée à une telle valeur de référence pouvant être déterminée dans la pratique. Elle est donnée sous forme d'une tolérance d'étendue (de crête à creux).

Se référer aux dimensions des éléments optiques devant être fabriqués à partir des éléments de verre brut facilitera les offres et la livraison. Cela est particulièrement vrai pour toutes les caractéristiques d'homogénéité (variation d'indice de réfraction = homogénéité optique, variation d'indice de réfraction de courte portée = stries, contiguïté des matériaux = bulles et inclusions et homogénéité de polarisation de l'indice de réfraction = biréfringence induite). En général les tolérances d'homogénéité augmentent fortement les exigences de qualité.

Le présent document introduit des dénominations de classes pour des limites de tolérance pour les principales propriétés du verre d'optique brut. Les caractéristiques « code couleur » et « bord de coupure UV » sont des possibilités différentes de décrire la position et la pente du bord de coupure de la transmission des UV des verres optiques.

De plus le présent document introduit des définitions, des formules de référence et les données nécessaires pour calculer l'écart de la dispersion partielle relative par rapport à la raie normale. Cette grandeur sert à évaluer l'adéquation des verres optiques pour une correction de l'aberration chromatique au-delà de la correction achromatique de seulement deux couleurs. L'élément clé est la définition de deux courbes de dispersion de référence, une pour le verre crown standard et l'autre pour le verre flint standard. En se basant sur ces courbes, il est possible de calculer les paramètres de la raie normale pour des dispersions partielles de deux longueurs d'onde quelconques comprises entre 365 nm et 1 014 nm. Pour soutenir l'objectif principal qui est d'améliorer la comparaison des types de verre provenant de différents fournisseurs, des exemples de raies normales sont données pour six paires de longueurs d'onde couvrant le domaine spectral spécifié ci-dessus. Les données de dispersion des types de verre de référence sont valides pour une température de 20 °C. L'annexe contient la méthode de calcul des données de dispersion pour des températures différentes de 20 °C.

L'annexe du document donne des explications et des recommandations pour appliquer le document de manière à éviter une sur-spécification et ses conséquences défavorables.

Le présent document a été élaboré conjointement à la préparation de l'ISO 10110-18, qui fournit une notation pour les tolérances de matériau des éléments optiques finis.

 © ISO 2018 – Tous droits réservés

Optique et photonique — Spécification d'un verre d'optique brut

1 Domaine d'application

Le présent document fixe les règles de spécification d'un verre d'optique brut. Il vient en complément de la série ISO 10110, qui fixe les règles spécifiant des éléments optiques finis. Étant donné que la forme et les dimensions du verre d'optique brut peuvent être assez différentes de celles des éléments optiques, la spécification d'un verre d'optique brut diffère également de celle des éléments optiques.

Le présent document fournit des lignes directrices pour les caractéristiques essentielles de spécification d'un verre d'optique brut afin d'améliorer la communication entre les fournisseurs de verre et les fabricants d'éléments optiques. Pour des applications spécifiques (par exemple les lasers ou le domaine spectral infrarouge), les spécifications basées sur le présent document ont besoin d'être complétées.

Bien que l'intention du présent document soit de traiter des besoins spécifiques du verre d'optique brut, de nombreux paramètres et caractéristiques sont communs à d'autres matériaux optiques qui ne sont pas nécessairement du verre. Bien que le présent document peut être utilisé pour des matériaux autres que le verre, l'utilisateur est informé que seul le verre optique a été pris en considération lors de l'élaboration du présent document et que d'autres matériaux peuvent soulever des problèmes qui n'ont pas été pris en compte.

NOTE L'Annexe A donne des informations supplémentaires sur la manière de traduire les spécifications d'éléments optiques en spécifications de verre d'optique brut.

2 Références normatives

Il n'y a pas de référence normative dans le présent document.

3 Termes et définitions

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

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

— ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse https://www.iso.org/obp

— IEC Electropedia: disponible à l'adresse https://www.electropedia.org/

3.1
indice de réfraction
n
rapport de la vitesse des ondes électromagnétiques à une longueur d'onde spécifique dans le vide à la vitesse des ondes dans le milieu

Note 1 à l'article: Voir l'ISO 7944.

Note 2 à l'article: Pour des raisons pratiques, le présent document se rapporte à l'indice de réfraction dans l'air.

© ISO 2018 – Tous droits réservés

3.2
indice de réfraction principal
indice de réfraction dans la partie médiane du spectre visible, couramment utilisé pour caractériser un verre optique

Note 1 à l'article: Cet indice de réfraction principal est souvent désigné par n_d, qui est l'indice de réfraction à la longueur d'onde 587,56 nm, ou par n_e, qui est l'indice de réfraction à la longueur d'onde 546,07 nm.

Note 2 à l'article: Les valeurs spécifiques pour différents types de verre se rapportent à des conditions environnementales normalisées (20 °C et 1 013 hPa conformément à l'ISO 1[1]). Pour toutes les autres températures et pressions, la température et la pression spécifiques considérées doivent être indiquées.

3.3
variation d'indice de réfraction
différence maximale d'indice de réfraction entre des échantillons de verres optiques

3.4
dispersion
mesure de la variation d'indice de réfraction en fonction de la longueur d'onde

3.5
dispersion partielle
différence d'indice de réfraction, $n_{\lambda 1} - n_{\lambda 2}$, entre deux longueurs d'onde, λ_1 et λ_2

EXEMPLE $n_F - n_C$; $n_F' - n_C'$

n_F et n_C sont les indices de réfraction aux longueurs d'onde 486,13 nm et 656,27 nm;

et n_F' et n_C' sont les indices de réfraction aux longueurs d'onde 479,99 nm et 643,85 nm.

$n_F - n_C$ servant fréquemment de référence, on l'appelle souvent dispersion partielle principale.

3.6
dispersion partielle relative
différence d'indice de réfraction, $n_{\lambda 1} - n_{\lambda 2}$, entre deux longueurs d'onde, λ_1 et λ_2, rapportée à une autre dispersion partielle, $n_{\lambda 3} - n_{\lambda 4}$, entre deux autres longueurs d'onde, λ_3 et λ_4

$$P_{\lambda 1,\lambda 2,\lambda 3,\lambda 4} = (n_{\lambda 1} - n_{\lambda 2}) / (n_{\lambda 3} - n_{\lambda 4})$$

EXEMPLE $P_{g,F,F,C} = (n_g - n_F) / (n_F - n_C) = P_{g,F}$

n_g est l'indice de réfraction à la longueur d'onde 435,83 nm.

S'il est rapporté à la dispersion partielle principale $n_F - n_C$, les indices pour λ_1 et λ_2 sont généralement omis.

3.7
nombre d'Abbe
caractérisation la plus courante de la dispersion des verres optiques

EXEMPLE 1 Pour la raie d, le nombre d'Abbe est défini par

$$v_d = \frac{(n_d - 1)}{(n_F - n_C)}$$

où

n_F est l'indice de réfraction à la longueur d'onde 486,13 nm;

n_C est l'indice de réfraction à la longueur d'onde 656,27 nm.

EXEMPLE 2 Pour la raie e, le nombre d'Abbe est défini par

© ISO 2018 – Tous droits réservés

$$v_e = \frac{(n_e - 1)}{(n_{F'} - n_{C'})}$$

où

$n_{F'}$ est l'indice de réfraction à la longueur d'onde 479,99 nm;

$n_{C'}$ est l'indice de réfraction à la longueur d'onde 643,85 nm.

3.8
type de verre
désignation alphabétique/numérique utilisée dans le catalogue du fabricant pour désigner ou caractériser les verres proposés

Note 1 à l'article: Une désignation alphanumérique est laissée au choix du fabricant et est généralement une marque commerciale exclusive, qui est donc indéterminée. Par exemple, un verre crown borosilicate est désigné N-BK par un fabricant, mais S-BSL et BSC par d'autres.

Note 2 à l'article: Une autre manière de spécifier un type de verre est le code verre. C'est un nombre à six chiffres qui se rapporte à la position optique des types de verre individuels. Les trois premiers chiffres se rapportent à l'indice de réfraction, n_d, et les trois derniers chiffres au nombre d'Abbe, v_d. Pour N-BK7 par exemple c'est 517642. Néanmoins, ce code verre ne désigne pas un type de verre de façon univoque. Le même code verre peut être valable pour des types de verre ayant des compositions chimiques très différentes et, par conséquent, d'autres propriétés peuvent aussi différer de manière très significative.

3.9
écart de dispersion partielle relative
distance spécifique au type de verre de la dispersion partielle relative $P_{\lambda 1,\lambda 2}$ (type de verre) par rapport à celle de la raie normale $P_{\lambda 1,\lambda 2}$ (raie normale)

$$\Delta P_{\lambda 1,\lambda 2}\text{ (glass type)} = P_{\lambda 1,\lambda 2}\text{ (glass type)} - P_{\lambda 1,\lambda 2}\text{ (raie normale)}$$

$$\Delta P_{\lambda 1,\lambda 2}\text{ (glass type)} = P_{\lambda 1,\lambda 2}\text{ (glass type)} - (a_{\lambda 1,\lambda 2} + b_{\lambda 1,\lambda 2} \cdot v_d)$$

Les paramètres de raie $a_{\lambda 1,\lambda 2}$ et $b_{\lambda 1,\lambda 2}$ définissent la raie normale

$$\Delta P_{\lambda 1,\lambda 2}\text{ (raie normale)} = a_{\lambda 1,\lambda 2} + b_{\lambda 1,\lambda 2} \cdot v_d$$

pour chaque dispersion partielle.

Note 1 à l'article: Ils sont calculés sur la base des combinaisons dispersion partielle/nombre d'Abbe d'un verre standard de type crown et d'un verre standard de type flint.

Note 2 à l'article: L'écart de la dispersion partielle relative est une mesure de l'adéquation du type de verre pour la correction d'aberrations chromatiques en imagerie.

3.10
facteur de transmission
rapport du flux énergétique transmis au flux énergétique incident d'un faisceau monochromatique collimaté qui traverse, à une incidence normale, une lame polie à faces parallèles

3.11
facteur de transmission spectral
mesure de la variation du facteur de transmission en fonction de la longueur d'onde

3.12
facteur de transmission interne
rapport du flux énergétique transmis au flux énergétique incident d'un faisceau collimaté qui traverse, à une incidence normale, une lame polie à faces parallèles, à l'exclusion des pertes par réflexion au niveau des surfaces

© ISO 2018 – Tous droits réservés

3.13
facteur de transmission interne spectral
mesure de la variation de la transmission interne avec longueur d'onde

3.14
bord de coupure UV
UVC 80/10
position et la pente du bord de coupure de la transmission dans la plage des longueurs d'onde courtes et donné par des longueurs d'ondes à facteur de transmission interne de 80 % et 10 %

3.15
code couleur
CC
position et pente du bord de coupure de la transmission dans la plage des courtes longueurs d'onde, donné par les longueurs d'ondes à un facteur de transmission de 80 % et 5 %, y compris les pertes par réflexion

3.16
homogénéité optique
variation progressive d'indice de réfraction dans une seule pièce de verre optique, donnée par la différence entre les valeurs maximale et minimale d'indice de réfraction dans le verre optique

Note 1 à l'article: Le contrôle par interférométrie enregistre uniquement les variations latérales d'indice de réfraction relatif dans l'ouverture mesurée, cumulées sur l'épaisseur du verre et avec un ordre supérieur au linéaire. Ils sont insensibles aux variations le long de la ligne de visée et aux changements linéaires à travers l'ouverture. Un tel contrôle n'est pas totalement en accord avec la définition de l'homogénéité optique, mais approprié pour presque toutes les applications, à l'exception des pièces de verre très épaisses ou larges.

3.17
stries
variation de courte plage spatiale d'indice de réfraction dans le verre, avec une étendue spatiale caractéristique de moins de un millimètre à plusieurs millimètres

3.18
inclusion
imperfections localisées d'un matériau sous forme de blocEXEMPLE Bulles, stries, larmes, petites pierres, sable et cristaux.

3.19
bulle
cavité remplie de gaz, de section transversale généralement circulaire, dans le matériau optique sous forme de bloc

Note 1 à l'article: Les bulles et les inclusions solides sont traitées de la même manière lors de l'évaluation de la qualité d'un verre optique.

3.20
biréfringence induite par les contraintes
biréfringence causée par les contraintes résiduelles dans le verre, résultant généralement de différents historiques de refroidissement de différents volumes partiels d'une pièce de verre donnée pendant le procédé de formage et/ou de recuit, et produisant une différence de longueur de trajet optique entre les rayons ordinaires et extraordinaires pour une lumière polarisée dans un plan traversant le verre

Note 1 à l'article: La différence de longueur de trajet optique est proportionnelle à l'intensité des contraintes mécaniques.

© ISO 2018 – Tous droits réservés