
**Optique et photonique — Méthodes
d'essai du rayonnement diffusé par les
composants optiques**

*Optics and photonics — Test method for total scattering by optical
components*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 13696:2022](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7e2d9ec9-ab7e-44f5-babb-b6bf6201f0f7/iso-13696-2022)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7e2d9ec9-ab7e-44f5-babb-b6bf6201f0f7/iso-13696-2022>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 13696:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7e2d9ec9-ab7e-44f5-babb-b6bf6201f0f7/iso-13696-2022>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2022

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
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 définitions et symboles	1
3.1 Termes et définitions	1
3.2 Symboles et unités de mesure	3
4 Méthode d'essai	3
4.1 Principe	3
4.2 Dispositif de mesure et équipement d'essai	3
4.2.1 Généralités	3
4.2.2 Source de rayonnement	4
4.2.3 Dispositif de préparation du faisceau	4
4.2.4 Sphère d'intégration	5
4.2.5 Système de détection	6
4.2.6 Porte-éprouvettes	6
4.3 Dispositif à sensibilité élevée	7
4.4 Préparation des éprouvettes	7
5 Mode opératoire	8
5.1 Généralités	8
5.2 Procédure d'alignement	8
5.2.1 Généralités	8
5.2.2 Alignement du faisceau	8
5.2.3 Alignement de l'éprouvette	8
5.3 Méthode de mesure	8
6 Évaluation	9
6.1 Détermination de la valeur de diffusion totale	9
6.2 Bilan des erreurs	12
7 Rapport d'essai	13
Annexe A (informative) Montage avec une demi-sphère de Coblenz	15
Annexe B (informative) Modèle de rapport d'essai	18
Annexe C (informative) Exemple d'évaluation statistique	22
Annexe D (informative) Exemple de sélection de l'espacement	27
Annexe E (informative) Méthode alternative pour calibrer les mesures de la diffusion totale en utilisant un disque diffuseur en fluorure de calcium	30
Bibliographie	32

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.html.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 172, *Optique et photonique*, sous-comité SC 9, *Systèmes électro-optiques*, en collaboration avec le comité technique CEN/TC 123, *Lasers et photonique*, du Comité européen de normalisation (CEN), conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Cette seconde édition annule et remplace la première édition (ISO 13696:2002), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications sont les suivantes:

- Dans le Domaine d'application, la plage de mesure est décrite plus en détail et limitée à 250 nm. Pour les mesures dans l'ultraviolet profond entre 190 nm et 250 nm, des méthodes spécifiques doivent être envisagées et sont décrites.
- en 3.1.6, insertion d'une Note 2 supplémentaire pour la diffusion à grand volume de l'échantillon et insertion d'une Note 3 supplémentaire pour une illustration complète du terme "diffusion totale"
- en 3.1.7, la Note a été étendue à l'étalon du facteur de réflexion diffuse pour les longueurs d'onde inférieures à 250 nm jusqu'à l'ultraviolet profond.
- en 3.2, Nouveau symbole pour la diffusion totale, (σ_{TS}), la prodiffusion (τ_{TS}), et la rétrodiffusion (ρ_{TS}) au [Tableau 1](#).
- à la [Figure 1](#) et en 4.2.5, amplificateur de verrouillage en option. Pour les modules d'acquisition de données rapides, aucune technique de verrouillage ne peut être nécessaire
- en 4.2.2, l'étalonnage du détecteur n'est pas nécessaire. La puissance à la surface de l'échantillon doit être mesurée par un détecteur calibré.

- en 4.2.4, insertion d'une Note 1 supplémentaire concernant le vieillissement du matériau réfléchissant diffus sur les parois intérieures de la sphère.
- en 4.2.5, insertion d'une Note supplémentaire concernant les composants optionnels pour un système de détection sensible à la phase avec amplificateur à verrouillage.
- en 5.3, changement de la séquence de mesure en commençant par la procédure d'étalonnage de la mesure de puissance, et détermination du signal de la sphère non chargée avant la mesure de l'éprouvette.
- en 6.1, adaptation des Formules (1), (2) et (5) à (8) (dans le dénominateur $V_c(r_i)$ a été adapté à V_c).
- correction de la Formule (C2).
- Insertion d'une Annexe E supplémentaire concernant une autre méthode d'étalonnage des mesures de la diffusion totale à l'aide d'un disque diffuseur en fluorure de calcium.
- Dans la Bibliographie: ISO 31-6:1992 a été remplacée par l'édition actuelle de l'ISO 80000-7, idem pour l'ISO 11146 avec l'ISO 11146-1 et l'ISO 11146-2, l'ISO 11554 et l'ISO 12005 ne sont plus citées datées. Remplacement également des anciennes citations^[5] par la dernière édition du SEMI F1048-0217^[6].

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/members.html.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 13696:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7e2d9ec9-ab7e-44f5-babb-b6bf6201f0f7/iso-13696-2022>

Introduction

Dans la plupart des applications, la diffusion par les composants optiques réduit le rendement et détériore la qualité de formation des images des systèmes optiques. La diffusion est essentiellement produite par les imperfections des revêtements et des surfaces optiques des composants. Les caractéristiques des surfaces courantes qui contribuent à la diffusion optique sont les imperfections de substrats, films minces et interfaces, la rugosité de surface et d'interface, ou la contamination et autres rayures. Ces imperfections deviennent une fraction du rayonnement incident provenant du trajet spéculaire. La distribution spatiale de ce rayonnement diffusé dépend de la longueur d'onde du rayonnement incident et des propriétés optiques individuelles du composant. Pour la plupart des applications en technologie laser et en optique, le volume de pertes totales produites par diffusion est un critère de qualité utile d'un composant optique.

Le présent document décrit une méthode d'essai de la grandeur correspondante, la valeur de diffusion totale, définie par les valeurs mesurées de rétrodiffusion ou de prodiffusion. Le principe de mesurage décrit dans le présent document est fondé sur une sphère d'Ulbricht, comme élément d'intégration du rayonnement diffusé. Un autre appareil équipé d'une demi-sphère de Coblentz, également couramment utilisée pour capter la lumière diffusée, est décrit à l'[Annexe A](#).

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 13696:2022](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7e2d9ec9-ab7e-44f5-babb-b6bf6201f0f7/iso-13696-2022>

Optique et photonique — Méthodes d'essai du rayonnement diffusé par les composants optiques

1 Domaine d'application

Le présent document définit les méthodes de détermination de la diffusion totale par des surfaces optiques revêtues et non revêtues. Des procédures sont indiquées pour mesurer les contributions de la prodiffusion ou de la rétrodiffusion à la diffusion totale d'un composant optique.

Le présent document s'applique aux composants optiques revêtus et non revêtus dont les surfaces optiques ont un rayon de courbure supérieur à 10 m. Les mesures de longueurs d'onde couvertes par le présent document vont de l'ultraviolet au-dessus de 250 nm à la région spectrale infrarouge en dessous de 15 μm . Pour les mesures dans l'ultraviolet profond entre 190 nm et 250 nm, des méthodes spécifiques sont envisagées et sont décrites. En général, la diffusion optique est considérée comme négligeable pour les longueurs d'onde supérieures à 15 μm .

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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 11145, *Optique et photonique — Lasers et équipements associés aux lasers — Vocabulaire et symboles*

ISO 14644-1, *Salles propres et environnements maîtrisés apparentés — Partie 1: Classification de la propreté particulière de l'air*

3 Termes définitions et symboles

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les termes et définitions donnés dans l'ISO 11145, ainsi que les 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/>

3.1.1

rayonnement diffusé

fraction du rayonnement incident déviée du trajet optique spéculaire

3.1.2

surface frontale

surface optique qui interagit la première avec le rayonnement incident

3.1.3

surface arrière

surface qui interagit la dernière avec le rayonnement transmis

3.1.4 rétrodiffusion

fraction de rayonnement diffusée par le composant optique dans le demi-espace arrière

Note 1 à l'article: Le demi-espace arrière est défini par le demi-espace qui contient le faisceau incident agissant sur le composant et qui est limité par un plan contenant la surface frontale du composant optique.

3.1.5 prodifusion

fraction de rayonnement diffusée par le composant optique dans le demi-espace avant

Note 1 à l'article: Le demi-espace avant est défini par le demi-espace qui contient le faisceau transmis par le composant et qui est limité par un plan contenant la surface arrière du composant optique.

3.1.6 diffusion totale

rapport de la puissance totale générée par toutes les contributions du *rayonnement diffusé* (3.1.1) dans les demi-espaces avant ou arrière et de la puissance du rayonnement incident

Note 1 à l'article: Il convient de spécifier clairement le demi-espace dans lequel la diffusion est mesurée.

Note 2 à l'article: La somme des prodifusion et rétrodiffusion mesurées n'inclut pas la contribution du matériau en vrac dans le composant optique. Si le volume de diffusion du composant n'est pas négligeable, les pertes totales de diffusion peuvent dépasser la somme des prodifusion et rétrodiffusion.

Note 3 à l'article: La diffusion totale est égale à la prodifusion ou à la rétrodiffusion, et n'est ni la somme des deux ni la somme de toutes les contributions de diffusion.

3.1.7 étalon de réflexion diffuse

réflecteur par diffusion dont la réflexion totale est connue

Note 1 à l'article: Les étalons de facteur de réflexion diffuse couramment utilisés sont fabriqués à partir de sulfate de baryum ou de poudres de polytétrafluoroéthylène (voir [Tableau 2](#)). Le facteur de réflexion total des réflecteurs tout nouvellement préparés à partir de ces matériaux est typiquement supérieur à 0,98 dans le domaine spectral donné dans le [Tableau 2](#), et peut être considéré comme un étalon de facteur de réflexion à 100 %. Pour une meilleure précision, les étalons de facteur de réflexion diffuse ayant des valeurs de facteur de réflexion inférieures peuvent être réalisés par des mélanges de poudre de polytétrafluoroéthylène et de poudres de matériaux absorbants. (Voir Référence [6]). D'autres concepts d'étalons de facteur de réflexion diffuse comprennent des surfaces optiques avec des microstructures spécialement préparées, des diffuseurs à revêtement métallique ou des échantillons de référence transparents diffus. Une méthode polyvalente, basée sur un disque diffuseur en fluorure de calcium pour la gamme de longueurs d'onde allant de 250 nm dans la gamme ultraviolet, est décrite à l'[Annexe E](#).

3.1.8 plage d'angles d'admission

gamme des angles de diffusion dans l'hémisphère réfléchissant ou transmettant, qui sont collectés par l'élément intégrateur

Note 1 à l'article: L'angle d'acceptation polaire maximal par rapport à la normale de l'échantillon est de 85°.

Note 2 à l'article: La puissance radiante autour du faisceau spéculaire transmis ou réfléchi n'est pas collectée par l'élément intégrateur dans un cône dont l'angle d'ouverture est inférieur ou égal à 2°.

3.1.9 angle de polarisation

angle entre l'axe principal de l'ellipse instantanée du rayonnement incident et le plan d'incidence

Note 1 à l'article: Pour une incidence non normale, le plan d'incidence est défini par le plan qui contient la direction de propagation du rayonnement incident et du rayonnement normal au point d'incidence.

Note 2 à l'article: L'angle de polarisation, γ , est identique à l'azimut, Φ (selon l'ISO 12005), si l'axe de référence se situe dans le plan d'incidence.

3.2 Symboles et unités de mesure

Tableau 1 — Symboles et unités de mesure

Symbole	Terme	Unité
λ	longueur d'onde	nm
α	angle d'incidence	degrés
γ	angle de polarisation	degrés
d_{σ}	diamètre du faisceau à la surface de l'éprouvette	mm
$d_{\sigma,p}$	diamètre du faisceau le plus grand à un orifice du faisceau	mm
P_{inc}	puissance du rayonnement incident	W
P_{bac}	puissance totale de rayonnement rétrodiffusé	W
P_{for}	puissance totale de rayonnement prodifusé	W
σ_{TS}	diffusion totale	
ρ_{TS}	rétrodiffusion	
τ_{TS}	prodifusion	
$V_{s,bac}$	signal du détecteur de l'éprouvette, rétrodiffusion	a
$V_{s,for}$	signal du détecteur de l'éprouvette, prodifusion	a
V_c	signal du détecteur, étalon de réflexion diffuse	a
V_u	signal du détecteur, ouverture des orifices d'essai	a
τ_s	facteur de transmission de l'éprouvette à la longueur d'onde λ	
ρ_s	facteur de réflexion de l'éprouvette à la longueur d'onde λ	
r_i	position du site d'essai	
N	nombre de sites d'essai par surface	

^a L'unité dépend du dispositif de mesure et est par conséquent non spécifiée ici.

4 Méthode d'essai

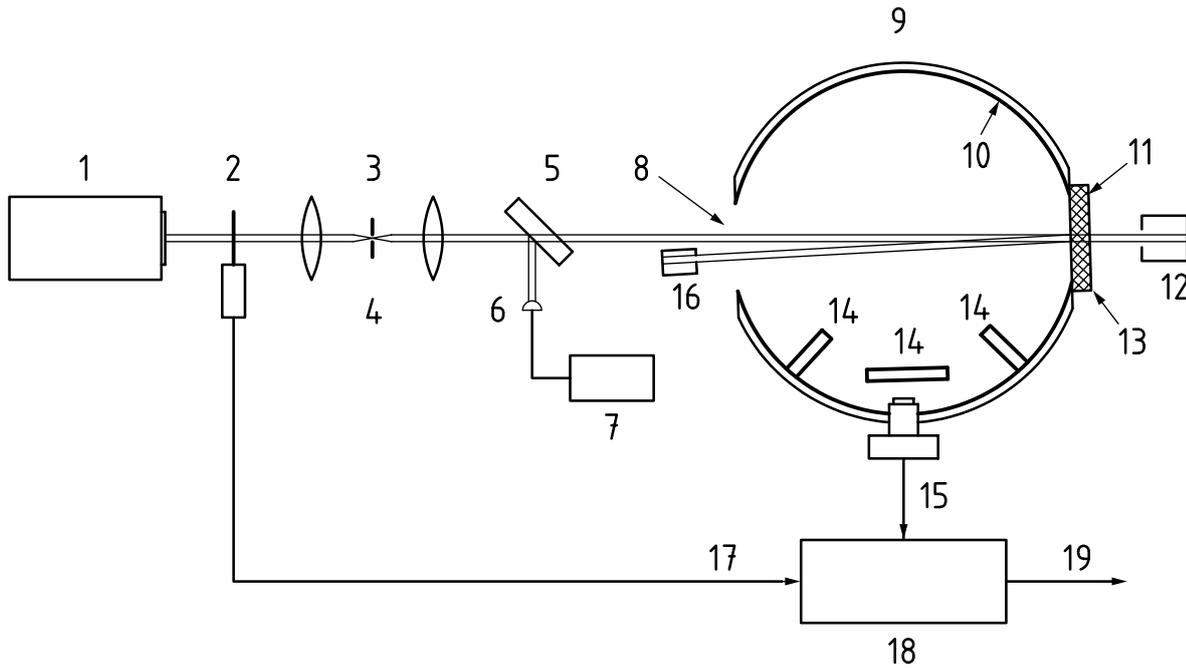
4.1 Principe

Le principe de base (voir [Figure 1](#)) de l'appareil de mesure est fondé sur le captage et l'intégration du rayonnement diffusé. Dans ce but, une sphère creuse à revêtement de réflexion diffuse sur la surface intérieure est utilisée (sphère d'Ulbricht). Des orifices sont nécessaires à la transmission du faisceau d'essai et du faisceau à réflexion spéculaire à travers la paroi de la sphère. L'échantillon est fixé à l'un de ces orifices constituant une partie de la surface intérieure de la sphère. Pour la mesure de la rétrodiffusion, l'éprouvette est située à l'orifice de sortie. La prodifusion est déterminée par l'installation de l'éprouvette sur l'orifice d'entrée. Le rayonnement diffusé est intégré par la sphère et mesuré par un détecteur approprié, fixé à un autre orifice en une position appropriée. Un étalon de réflexion diffuse est utilisé pour l'étalonnage du signal du détecteur.

4.2 Dispositif de mesure et équipement d'essai

4.2.1 Généralités

L'installation de mesure utilisée pour déterminer la diffusion totale est divisée en quatre sections fonctionnelles. Une section fonctionnelle comprend la source de rayonnement et le dispositif de préparation du faisceau. Deux composants différents sont définis par l'intégration et la détection du rayonnement diffusé. Une autre section est formée par le porte-échantillon et ses accessoires facultatifs. Les paragraphes suivants donnent une description détaillée de ces sections.



Légende

- | | | | |
|---|------------------------------------|----|-------------------------------------|
| 1 | source de rayonnement | 10 | orifice de sortie |
| 2 | dispositif de coupure | 11 | arrêt de faisceau |
| 3 | filtre spatial | 12 | échantillon |
| 4 | diviseur de faisceau | 13 | écrans de rayonnement |
| 5 | détecteur de puissance | 14 | détecteur, diffuseur |
| 6 | appareil de mesure de la puissance | 15 | arrêt de faisceau |
| 7 | orifice d'entrée | 16 | signal du dispositif de coupure |
| 8 | sphère d'ulbricht | 17 | amplificateur synchrone (optionnel) |
| 9 | revêtement | 18 | signal du détecteur v_s |

Figure 1 — Représentation schématique du dispositif de mesure de la diffusion totale (configuration de rétrodiffusion avec un système de détection sensible à la phase)

4.2.2 Source de rayonnement

Comme source de rayonnement, il est préférable d'utiliser les lasers du fait de leur qualité de faisceau excellente et de la densité de puissance élevée pouvant être atteinte à la surface de l'échantillon. Pour les applications particulières, par exemple impliquant la dépendance de la diffusion à la longueur d'onde, différentes sources traditionnelles de rayonnement peuvent être utilisées.

La variation temporelle de puissance de la source de rayonnement doit être mesurée et documentée. Pour ce faire, un diviseur de faisceaux et un détecteur de contrôle sont installés. La puissance à la surface de l'échantillon doit être mesurée par un détecteur calibré pour les deux sites d'essai au niveau des orifices d'entrée et de sortie de l'élément d'intégration.

4.2.3 Dispositif de préparation du faisceau

Le dispositif de préparation du faisceau comprend un filtre spatial et des ouvertures supplémentaires si nécessaire, pour le nettoyage du faisceau. Pour les mesures impliquant les sources de rayonnement traditionnelles, des éléments optiques supplémentaires sont nécessaires pour la mise en forme et la collimation du faisceau. Le diamètre du faisceau d_σ à la surface de l'éprouvette doit être supérieur à

0,4 mm. Aucune puissance de rayonnement ne doit être présente dans le profil de faisceau collimaté au-delà de positions radiales dépassant le diamètre du faisceau d'un facteur de 5.

NOTE 1 Le comportement de la valeur de diffusion totale mesurée peut dépendre du diamètre et du profil du faisceau (voir [Annexe D](#)).

À la surface de l'échantillon, le profil du faisceau doit être lisse sans que les valeurs de densité de puissance locales ne dépassent la densité de puissance moyenne sur le diamètre de faisceau d_σ par un facteur de trois. Pour les systèmes de mesure utilisant le laser comme source de rayonnement, une opération TEM₀₀ avec un profil de faisceau gaussien à diffraction limitée est recommandée. Un état et un angle de polarisation définis doivent être sélectionnés. Pour les systèmes de mesure utilisant les sources de rayonnement traditionnelles, un faisceau non polarisé à profil circulaire doit être réalisé. Le profil de faisceau à la surface de l'échantillon doit être exempt de spectres de diffraction et de points parasites dans la région extérieure. Le profil de faisceau spatial à la surface de l'échantillon doit être consigné et documenté.

Les éléments optiques, comme par exemple, les miroirs de déflexion du faisceau et les diviseurs de faisceaux peuvent avoir une réflectivité dépendante de l'état de polarisation du rayonnement incident, et peuvent également détériorer la sensibilité de mesurage. Le dernier élément optique à l'avant de la sphère d'intégration doit être placé de sorte que la mesure ne soit pas influencée par la réflectivité.

Pour les fractions de faisceau réfléchies et transmises par l'échantillon, des dispositifs de coupure de faisceau efficaces doivent être utilisés pour supprimer la rétrodiffusion vers la sphère d'intégration.

NOTE 2 Un dispositif de coupure de faisceau efficace peut être constitué d'une pile de filtres gris neutres optiquement absorbants. Ces filtres sont placés dans une enceinte à parois intérieures optiquement absorbantes pour les angles d'incidence non normaux.

4.2.4 Sphère d'intégration

Une sphère d'intégration est utilisée pour capter et intégrer le rayonnement diffusé par l'échantillon. Elle doit comporter des orifices d'entrée et de sortie du faisceau sonde et de la fraction du faisceau réfléchi spéculairement par l'éprouvette. La surface intérieure doit être revêtue d'un matériau réfléchissant à diffusion élevée présentant une caractéristique lambertienne et une réflectivité diffuse supérieure à 97 % pour la mesure de longueur d'onde. Les matériaux sélectionnés appropriés à ce type de revêtement et les domaines spectraux correspondants sont énumérés dans le [Tableau 2](#).

NOTE 1 Le vieillissement du matériau de réflexion diffuse sur les parois internes de la sphère peut se produire. Les effets correspondants peuvent être détectés en surveillant le signal de la sphère à l'aide d'un étalon de facteur de réflexion diffuse pendant une utilisation à long terme.

Tableau 2 — Matériaux sélectionnés pour le revêtement de la surface intérieure de la sphère d'intégration et pour les étalons de facteur de réflexion diffuse

Matériau	Domaine spectral
	μm
Sulfate de baryum	0,35 à 1,4
Oxyde de magnésium	0,25 à 8,0
Polytétrafluoroéthylène	0,20 à 2,5
Dorure mate	0,70 à 20

Les diamètres des orifices doivent être égaux et doivent dépasser le plus grand diamètre $d_{\sigma,p}$ du faisceau sonde d'au moins un facteur de cinq. L'orifice du détecteur doit être adapté à la zone sensible de l'élément de détection. La forme détaillée des orifices doit être optimisée pour une détérioration minimale de l'action d'intégration et pour une installation exempte de tout contact de l'échantillon d'essai. Les écrans revêtus du même matériau que la surface intérieure de la sphère doivent être installés entre l'orifice du détecteur et la sortie ainsi que le port d'entrée. La présence d'écrans de rayonnement à l'avant de l'orifice du détecteur est recommandée afin de protéger ce dernier contre le rayonnement directement

diffusé par l'éprouvette vers l'emplacement du détecteur. Pour compenser les inhomogénéités spatiales de la sensibilité du détecteur, un diffuseur facultatif peut être fixé à ce dernier.

Un intervalle compris entre 2° et 85° est défini comme la plage minimale de l'angle d'admission du rayonnement diffusé. La dimension minimale de la sphère d'intégration est spécifiée par la limite inférieure de 2,0° pour l'angle d'admission.

NOTE 2 La détermination de la dimension minimale de la sphère d'intégration provient du diamètre le plus grand du faisceau $d_{\sigma,n}$ aux orifices de la sphère d'Ulbricht. Le diamètre minimal de l'orifice, où le diamètre du faisceau apparaît avec la plus grande valeur $d_{\sigma,n}$, est directement lié à ce diamètre de faisceau par un facteur de cinq. Le diamètre minimal de la sphère est alors calculé sur la base du diamètre minimal de l'orifice d'entrée et de la limite inférieure de l'angle d'admission. (Le diamètre minimal de la sphère d'intégration est au moins 72 fois égal au diamètre du faisceau $d_{\sigma,n}$.)

Pour les systèmes de mesure utilisant des sources de rayonnement autres que les lasers ou avec des conditions de mesurage particulières, le diamètre de faisceau d_{σ} réalisable peut conduire à une dimension excessivement grande de la sphère d'intégration. Dans ces cas, les diamètres des orifices d'entrée et de sortie doivent être adaptés à une valeur qui garantit le non-vignettage des faisceaux incidents, transmis et réfléchis. Les limites inférieure et supérieure des angles d'admission doivent être documentées.

Les problèmes spécifiques dus aux limitations de l'élément d'intégration, des détecteurs et de la source de rayonnement doivent être pris en compte pour une application du présent document en dessous d'une longueur d'onde de 250 nm. La quantité de rayonnement diffusé est fonction des différentes contributions du mécanisme de diffusion agissant dans l'éprouvette et de la longueur d'onde du rayonnement. Dans la pratique, la diffusion devient moins importante pour des longueurs d'onde plus grandes.

Une demi-sphère de Coblentz ayant une surface réfléchissante appropriée peut également être utilisée. Un montage type et la méthode de mesure correspondante sont décrits à l'[Annexe A](#).

4.2.5 Système de détection

Pour la détection du rayonnement diffusé, un détecteur approprié à la gamme de longueurs d'onde de la source de rayonnement est utilisé. Le système de détection doit avoir une sensibilité suffisante pour la source de rayonnement et une dynamique supérieure à 10^5 avec un écart de linéarité inférieur à 2 %. La grandeur de la zone sensible du détecteur doit être optimisée afin d'exclure toute détérioration du processus d'intégration dans la sphère et toute influence du chatouement sur le mesurage. Le détecteur est fixé à l'orifice de détection de la sphère, sa zone sensible formant approximativement une partie de la surface intérieure.

Pour protéger le détecteur contre le rayonnement direct diffusé sur la zone sensible par l'éprouvette, des écrans de rayonnement doivent être installés sur la sphère d'intégration. Les surfaces de ces écrans doivent être revêtues ou constituées du même matériau que la surface intérieure de la sphère d'intégration. Une fenêtre de diffusion supplémentaire peut être installée devant le détecteur afin de compenser les variations spatiales de sa sensibilité.

Une méthode de détection de phase ou une méthode avancée d'acquisition de données est recommandée pour améliorer la sensibilité de détection.

NOTE Les systèmes de détection de phase sont généralement utilisés en conjonction avec un dispositif de coupure ou une autre technique appropriée installé sur le trajet du faisceau pour moduler le faisceau de sortie de la source de rayonnement. Le traitement du signal du détecteur s'effectue par un amplificateur synchrone, synchronisé avec la fréquence de modulation du rayonnement.

4.2.6 Porte-éprouvettes

Le porte-éprouvettes doit permettre le montage non destructif et la disposition précise de l'éprouvette par rapport aux orifices de la sphère d'intégration. Pour le balayage de la surface de l'éprouvette, le support peut être équipé d'un système de positionnement adapté au déplacement latéral souhaité de l'échantillon.

4.3 Dispositif à sensibilité élevée

Pour les mesures de la diffusion totale des éprouvettes ayant des valeurs de diffusion totale inférieures à 10^{-4} , des paliers de maximisation de la sensibilité du dispositif doivent être respectés. Dans ce cas, seuls les lasers fonctionnant selon un mode TEM₀₀ stable doivent être utilisés comme source de rayonnement. La sphère d'intégration doit être installée à une distance suffisamment éloignée par rapport au dernier élément optique du dispositif de préparation du faisceau, pour permettre de supprimer la diffusion à partir du filtre spatial. Pour ne plus utiliser de filtres gris neutres pour l'étalonnage, une dynamique du système de détection supérieure à deux fois la valeur réciproque de la diffusion totale détectable minimale est recommandée. Afin de réduire la contribution de la diffusion de Rayleigh au bruit de fond du système de mesure, le rinçage du dispositif avec de l'hélium pur ou un dispositif d'évacuation est recommandé. La protection de l'appareil contre les sources de rayonnement voisines est également recommandée.

4.4 Préparation des éprouvettes

L'éprouvette doit avoir des propriétés de représentation optique spécifiées, qui sont définies par son fonctionnement de réfraction, de réflexion ou de diffraction. Cette méthode d'essai n'est pas destructive et doit être appliquée à la pièce d'origine.

La longueur d'onde, l'angle d'incidence et la polarisation du rayonnement utilisé dans l'essai doivent être conformes aux spécifications du fabricant pour une utilisation normale. Si les valeurs de ces paramètres sont données sous forme de plages, toute combinaison arbitraire de longueur d'onde, angle d'incidence et polarisation, à l'intérieur de ces plages, peut être utilisée.

Le stockage, le nettoyage et la préparation des éprouvettes doivent être conformes aux instructions du fabricant pour une utilisation normale.

En l'absence d'instructions spécifiées par le fabricant, la procédure suivante doit s'appliquer.

L'éprouvette doit être stockée, préparée et soumise à essai dans un environnement avec une humidité relative supérieure à 40 % et inférieure à 60 %. Avant l'essai, l'éprouvette doit être maintenue dans cet environnement dans l'emballage du fabricant pendant une durée de 24 h. Le procédé de manipulation de l'éprouvette doit être optimisé pour un temps d'exposition minimal de cette dernière à l'environnement d'essai.

Les éprouvettes doivent être maintenues dans les conditions de salle blanche, conformément à l'ISO 14644-1, spécifiées dans le [Tableau 3](#) pendant toute la procédure de déballage et de préparation sans interruption. Elles doivent être manipulées uniquement par leurs surfaces non optiques.

Table 3 — Classes de salle blanche pour l'environnement de préparation des éprouvettes

σ_{TS} prévu %	Environnement de préparation des éprouvettes
$\sigma_{TS} \geq 0,1$	Classe de salle blanche supérieure à 7
$0,1 > \sigma_{TS} > 0,01$	Classe de salle blanche supérieure à 6
$\sigma_{TS} \leq 0,01$	Classe de salle blanche supérieure à 5
NOTE Les classes de salle blanche sont définies selon l'ISO 14644-1.	

Lorsque l'on observe des agents contaminants sur l'éprouvette ou lorsque l'emballage original a été défectueux dans des conditions ambiantes non définies, la surface doit être nettoyée. La procédure de nettoyage doit être documentée. Lorsque les agents contaminants ne peuvent être éliminés, ils doivent être documentés par des moyens photographiques et/ou électroniques avant l'essai.