

---

---

**Papier, carton et pâtes — Mesurage  
du facteur de luminance énergétique  
diffuse (facteur de réflectance diffuse)**

*Paper, board and pulps — Measurement of diffuse radiance factor  
(diffuse reflectance factor)*

**ITeH STANDARD PREVIEW**  
(standards.iteh.ai)  
Full standard:  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9c32187d-ea71-4079-9904-be841e6a37a3/iso-2469-2014>

**PROOF / ÉPREUVE**

---

---



**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**  
Full standard:  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9c32185d-ea71-4079-9904-be841e6a37a3/iso-2469-2014>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2012

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](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	v
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....	<b>1</b>
<b>4</b> <b>Principe</b> .....	<b>4</b>
<b>5</b> <b>Appareillage</b> .....	<b>4</b>
<b>6</b> <b>Étalonnage photométrique de l'appareil et des étalons de travail</b> .....	<b>5</b>
6.1   Étalonnage de l'appareil.....	5
6.2   Étalonnage des étalons de travail.....	5
6.3   Utilisation d'étalons de travail.....	5
6.4   Nettoyage des étalons de travail.....	5
<b>7</b> <b>Échantillonnage</b> .....	<b>6</b>
<b>8</b> <b>Préparation des éprouvettes</b> .....	<b>6</b>
<b>9</b> <b>Mode opératoire</b> .....	<b>6</b>
9.1   Vérification de l'étalonnage.....	6
9.2   Mesurage.....	7
<b>10</b> <b>Calcul et expression des résultats</b> .....	<b>7</b>
<b>11</b> <b>Fidélité</b> .....	<b>7</b>
<b>12</b> <b>Rapport d'essai</b> .....	<b>7</b>
<b>Annexe A (normative) Appareils pour le mesurage du facteur de luminance énergétique</b> .....	<b>9</b>
<b>Annexe B (normative) Service d'étalonnage — Étalonnage photométrique</b> .....	<b>13</b>
<b>Annexe C (normative) Service d'étalonnage — Réglage de la teneur en UV</b> .....	<b>15</b>
<b>Annexe D (informative) Incertitude de mesure</b> .....	<b>17</b>
<b>Annexe E (informative) Luminance énergétique et réflectance</b> .....	<b>21</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>22</b>

## 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 2469 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 6, *Papiers, cartons et pâtes*.

Cette cinquième édition annule et remplace la quatrième édition (ISO 2469:2007), dont elle constitue une révision technique. Le mesurage des propriétés optiques des papiers contenant différents types d'agents de blanchiment optique (ou OBA pour «Optical Brightening Agents») démontre la sensibilité vis-à-vis d'une quantité relative de rayonnements UVA et UVB excitant l'échantillon. Pour réduire l'influence de la variation spectrale de l'éclairement UVA/UVB de la source et pour améliorer la reproductibilité entre les résultats de mesurage obtenus par différents appareils, le mode opératoire de réglage de la teneur en UV a été révisé pour traiter également de la façon d'éliminer efficacement l'influence de l'excitation par des UVB au moyen d'un filtre à coupure nette UVB ou par d'autres moyens.

## Introduction

Le facteur de luminance énergétique dépend des conditions de mesurage, en particulier des caractéristiques spectrales et géométriques de l'appareil utilisé. Le facteur de luminance énergétique diffuse, tel que défini par la présente Norme internationale, est déterminé en utilisant des appareils présentant les caractéristiques fournies à l'Annexe A et étalonnés conformément au mode opératoire spécifié à l'Annexe B.

Le facteur de luminance énergétique diffuse est la somme du facteur de luminance énergétique réfléchie et du facteur de luminance énergétique luminescente, et le facteur de luminance énergétique d'un objet luminescent (fluorescent) dépend de la répartition de la puissance spectrale de l'éclairage. Pour effectuer des mesurages avec une exactitude appropriée sur des objets fluorescents, la teneur en rayonnement UV de l'éclairage de l'appareil doit donc être réglée afin de produire la même quantité de fluorescence pour un étalon de référence fluorescent que l'éclairage CIE sélectionné. La préparation des étalons de référence fluorescents permettant de réaliser ce réglage est décrite à l'Annexe C. L'utilisation de ces étalons de référence fluorescents est présentée de manière détaillée dans les Normes internationales décrivant le mesurage des propriétés de matériaux contenant des agents d'azurage fluorescents.

Le facteur de luminance énergétique diffuse spectrale ou le facteur de luminance énergétique diffuse pondérée applicable à une ou plusieurs bandes de longueur d'onde spécifiées est souvent utilisé pour caractériser les propriétés de la pâte, du papier et du carton. Le degré de blancheur ISO (facteur de luminance énergétique diffuse dans le bleu) et le facteur de luminance sont des exemples de facteurs de luminance énergétique diffuse associés à des bandes de longueur d'onde spécifiées.

Le facteur de luminance énergétique diffuse ou le facteur de réflectance diffuse est également utilisé pour calculer des propriétés optiques telles que l'opacité, la couleur, la blancheur et les coefficients de diffusion et d'absorption de Kubelka-Munk. Ces différentes propriétés sont spécifiées dans les Normes internationales spécifiques, pour lesquelles la présente Norme internationale constitue la principale référence normative.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

Full standard:  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9c32185d-ea71-4079-9904-be841e6a37a3/iso-2469-2014>

# Papier, carton et pâtes — Mesurage du facteur de luminance énergétique diffuse (facteur de réflectance diffuse)

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale décrit le mode opératoire général utilisé pour mesurer le facteur de luminance énergétique diffuse de tous les types de pâte, papier et carton. Elle spécifie notamment de manière détaillée les caractéristiques des appareils à utiliser pour effectuer ces mesurages, à l'Annexe A, et les modes opératoires à suivre pour étalonner ces appareils, à l'Annexe B.

La présente Norme internationale peut être utilisée pour mesurer les facteurs de luminance énergétique diffuse et les propriétés connexes des matériaux contenant des agents d'azurage fluorescents à condition que la teneur en rayonnements UV de l'éclairage de l'appareil ait été réglée afin de donner le même niveau de fluorescence qu'un étalon de référence fluorescent pour un illuminant CIE sélectionné, conformément à la Norme internationale spécifique décrivant le mesurage de la propriété considérée.

La présente Norme internationale décrit la préparation des étalons de référence fluorescents à l'Annexe C mais ne fournit pas de mode opératoire d'utilisation de ces étalons de référence dans la mesure où celui-ci fait l'objet d'une description détaillée dans les Normes internationales spécifiques décrivant le mesurage des propriétés de matériaux contenant des agents d'azurage fluorescents.

## 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 186, *Papier et carton — Échantillonnage pour déterminer la qualité moyenne*

ISO 4094, *Papiers, cartons et pâtes — Étalonage international des appareils d'essai — Désignation et agrément des laboratoires de référence et des laboratoires agréés*

ASTM E308-06, *Standard Practice for Computing the Colors of Objects by Using the CIE System* [Pratique normalisée destinée au calcul des couleurs des objets par l'utilisation du système CIE]

CIE 179:2007, *Methods for characterising tristimulus colorimeters for measuring the colour of light* [Méthodes de caractérisation des colorimètres à trois stimuli destinées au mesurage de la couleur de la lumière]

## 3 Termes et définitions

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

NOTE Les termes, définitions et symboles utilisés dans la présente Norme internationale figureront par la suite dans l'ISO/TR 10688 (en cours d'élaboration) afin d'avoir un document de référence commun et unique pour les Normes internationales concernant le mesurage des propriétés optiques des papiers, cartons et pâtes.

**3.1**  
**facteur de luminance énergétique**  
 $\beta$   
rapport de la luminance énergétique de l'élément de surface d'un corps dans la direction délimitée par un cône donné dont le sommet se trouve au niveau de l'élément de surface sur la luminance énergétique du diffuseur parfait par réflexion dans les mêmes conditions d'éclairage

NOTE Pour les matériaux luminescents (fluorescents), le facteur de luminance énergétique totale,  $\beta$ , est la somme de deux grandeurs: le facteur de luminance énergétique réfléchie,  $\beta_S$ , et le facteur de luminance énergétique luminescente,  $\beta_L$ , de sorte que  $\beta = \beta_S + \beta_L$ . Pour les matériaux non fluorescents, la valeur du facteur de luminance énergétique réfléchie,  $\beta_S$ , est numériquement égale au facteur de réflectance,  $R$ .

**3.2**  
**facteur de luminance énergétique diffuse**  
 $R$   
rapport du rayonnement réfléchi et émis par un corps sur le rayonnement réfléchi par le diffuseur parfait par réflexion dans les mêmes conditions d'éclairage et de détection

NOTE 1 Ce rapport est souvent exprimé en pourcentage.

NOTE 2 La présente Norme internationale spécifie l'utilisation d'un éclairage diffus et d'une détection normale dans un appareil construit et étalonné conformément aux dispositions de la présente Norme internationale. Le terme «facteur de luminance énergétique diffuse» est utilisé ici aussi bien pour les géométries bidirectionnelles que pour les géométries sphériques.

**3.3**  
**facteur de luminance énergétique intrinsèque**  
 $R_\infty$   
facteur de luminance énergétique diffuse d'une couche ou d'une liasse de matériau suffisamment épaisse pour être opaque, c'est-à-dire que l'augmentation de l'épaisseur de la liasse, en doublant le nombre de feuilles la constituant, n'engendre aucune modification du facteur de luminance énergétique mesuré

NOTE Le facteur de luminance énergétique d'une seule feuille non opaque dépend du fond et n'est pas une propriété du matériau.

**3.4**  
**facteur de réflectance**  
rapport du rayonnement réfléchi par un élément de surface d'un corps dans la direction délimitée par un cône donné dont le sommet se trouve au niveau de l'élément de surface sur le rayonnement réfléchi par le diffuseur parfait par réflexion dans les mêmes conditions d'éclairage

NOTE 1 Ce rapport est souvent exprimé en pourcentage.

NOTE 2 Ce terme ne peut être utilisé que s'il s'avère que le matériau d'essai ne présente aucune luminescence (fluorescence).

**3.5**  
**facteur de réflectance diffuse**  
 $R$   
rapport de la réflexion d'un corps sur la réflexion du diffuseur parfait par réflexion dans les mêmes conditions d'éclairage diffus et de détection normale

NOTE 1 Ce rapport est souvent exprimé en pourcentage.

NOTE 2 La présente Norme internationale spécifie l'utilisation d'un éclairage diffus et d'une détection normale dans un appareil construit et étalonné conformément aux dispositions de la présente Norme internationale.

**3.6****facteur de réflectance diffuse intrinsèque** $R_{\infty}$ 

facteur de réflectance diffuse d'une couche ou d'une liasse de matériau suffisamment épaisse pour être opaque, c'est-à-dire que l'augmentation de l'épaisseur de la liasse, en doublant le nombre de feuilles la constituant, n'engendre aucune modification du facteur de réflectance mesuré

NOTE Le facteur de réflectance d'une seule feuille non opaque dépend du fond et n'est pas une propriété du matériau.

**3.7****étalon de référence ISO de niveau 1****IR1**

diffuseur parfait par réflexion (voir publication CIE 17.4, N° 845.04.54); diffuseur Lambertien isotrope idéal spectralement uniforme dont la réflectance est égale à 1 pour toutes les longueurs d'onde

NOTE La réflectance est définie comme le rapport du rayonnement réfléchi sur le rayonnement incident, voir Annexe E.

**3.8****étalon de référence ISO de niveau 2****IR2**

étalon de référence dont les facteurs de luminance énergétique (de réflectance) ont fait l'objet d'une détermination par un laboratoire d'étalonnage par rapport à l'IR1, tel que défini dans l'ISO 4094

NOTE La présente Norme internationale fait référence aux deux types d'IR2 suivants.

- Un IR2 non fluorescent dont les facteurs de réflectance spectrale ont été déterminés par un laboratoire d'étalonnage par rapport à l'IR1. Un IR2 non fluorescent est utilisé pour étalonner l'échelle photométrique d'un appareil de référence de laboratoire agréé.
- Un IR2 fluorescent blanc dont les facteurs de luminance énergétique spectrale correspondant à un illuminant CIE spécifié ont été déterminés par un laboratoire d'étalonnage. Un étalon IR2 fluorescent est utilisé pour régler la teneur en UV d'un appareil de référence de laboratoire agréé.

**3.9****étalon de référence ISO de niveau 3****IR3**

étalon de référence dont les facteurs de luminance énergétique ont fait l'objet d'une détermination par un laboratoire agréé par rapport à un IR2, tel que défini dans l'ISO 4094

NOTE La présente Norme internationale fait référence aux deux types d'IR3 suivants.

- Un IR3 non fluorescent dont les facteurs de réflectance spectrale ont été déterminés par un laboratoire agréé par rapport à l'IR2. Un IR3 non fluorescent est utilisé pour étalonner l'échelle photométrique d'un appareil de référence de laboratoire d'essai.
- Un IR3 fluorescent blanc dont les valeurs d'étalonnage ont été déterminées par un laboratoire agréé par rapport à l'IR2. Un laboratoire d'essais utilise un IR3 fluorescent pour régler la quantité relative du rayonnement UV incident sur l'échantillon à un niveau spécifié.

**3.10****étalon de travail**

étalon physique dont les facteurs de luminance énergétique (de réflectance) ont fait l'objet d'un étalonnage avec un étalon de référence approprié (IR3) et pour une utilisation ultérieure d'un type unique d'appareil qui se conforme à cet étalon

**3.11****étalon de référence**

étalon physique dont les facteurs de luminance énergétique ont fait l'objet d'une détermination par un laboratoire agréé, utilisé pour étalonner l'échelle photométrique d'un appareil de référence de laboratoire qui soit conforme à cet étalon

**3.12****étalon de travail primaire**

étalon de travail utilisé de façon ponctuelle pour valider la performance de l'appareil lorsqu'une ou plusieurs plaques de contrôle donnent des résultats anormaux

### 3.13

#### **plaque de contrôle**

deuxième étalon de travail utilisé de façon quotidienne pour contrôler et valider la performance d'un appareil donné qui soit conforme à cet étalon

## 4 Principe

Une éprouvette est irradiée de manière diffuse dans un appareil étalon et la lumière réfléchie (et émise par fluorescence) dans une direction normale à la surface est envoyée vers un système de détection. Ce système de détection peut être constitué d'un filtre optique déterminé et d'un photodétecteur ou d'un réseau de photodétecteurs dans lequel chaque détecteur correspond à une longueur d'onde efficace spécifique. Dans le premier cas, les facteurs de luminance énergétique recherchés sont déterminés directement à partir des données de sortie du photodétecteur et, dans le deuxième cas, ils sont calculés à partir des données de sortie du réseau de détecteurs au moyen des fonctions de pondération appropriées.

## 5 Appareillage

**5.1 Réflectomètre**, ayant les caractéristiques du point de vue géométrique, spectral et photométrique décrites à l'Annexe A.

**5.2 Étalons de référence pour l'étalonnage de l'appareil et des étalons de travail.** Un étalon de référence non fluorescent pour l'étalonnage photométrique de l'appareil et des étalons de travail, provenant d'un laboratoire agréé par l'ISO/TC 6 et satisfaisant aux exigences d'un étalon de référence ISO de niveau 3 (voir 3.9), tel que spécifié à l'Annexe B.

Utiliser des étalons de référence de manière suffisamment fréquente pour garantir un étalonnage satisfaisant.

**NOTE** Si des matériaux fluorescents sont à mesurer, un étalon de référence fluorescent provenant d'un laboratoire agréé par l'ISO/TC 6 est requis afin de pouvoir régler la teneur en UV de l'éclairage de l'appareil afin de produire la même quantité de fluorescence que l'illuminant CIE sélectionné. Ce mode opératoire de réglage d'UV est décrit plus en détail à l'Annexe C. L'utilisation de ces étalons de référence fluorescents est décrite dans les Normes internationales y afférant.

**5.3 Étalons de travail.** Pour le mesurage de matériaux non fluorescents, deux étalons de travail de verre opale, de céramique ou d'un autre matériau adapté de surface plane.

**NOTE** Dans certains appareils, la fonction d'étalon de travail primaire (voir 6.3) peut être remplie par un étalon interne intégré.

Pour les mesurages sur des matériaux fluorescents blancs nécessitant un étalon de référence fluorescent (voir 5.2) afin de pouvoir régler la teneur en UV de l'éclairage, des étalons de travail fluorescents stables en plastique ou composés d'un autre matériau incorporant un agent d'azurage fluorescent sont requis. Ces étalons de travail sont décrits dans les Normes internationales applicables.

**5.4 Corps noir**, pour l'étalonnage ou la validation du bas de l'échelle photométrique. Le facteur de luminance énergétique de ce corps noir ne doit pas varier de sa valeur nominale de plus de 0,2 % à toutes les longueurs d'onde. Il convient de stocker le corps noir la tête en bas dans un environnement exempt de poussière ou de le recouvrir d'un couvercle de protection. Pendant l'étalonnage, l'appareil doit être réglé à la valeur nominale du corps noir.

Il n'est toutefois pas encore possible de mettre en place un système d'étalons de référence permettant aux laboratoires d'essai de vérifier le facteur de réflectance du corps noir. Au moment de la livraison, il convient que le niveau soit garanti par le fabricant de l'appareil. Pour toute question relative à l'utilisation et à l'état du corps noir, il convient de s'adresser au fabricant de l'appareil.

## 6 Étalonnage photométrique de l'appareil et des étalons de travail

### 6.1 Étalonnage de l'appareil

À l'aide du mode opératoire approprié, étalonner l'échelle photométrique de l'appareil avec un IR3 et, si nécessaire pour des mesurages ultérieurs sur des matériaux fluorescents, effectuer un échelonnage des UV avec un IR3 fluorescent. Procéder à un mesurage sur l'IR3 afin de vérifier que l'étalonnage est satisfaisant. Il convient que l'écart entre le degré de blancheur mesuré et le degré de blancheur assigné et/ou les composantes trichromatiques de l'IR3 utilisées pour l'étalonnage primaire n'excède pas 0,05 %.

**NOTE** De la poudre de sulfate de baryum est disponible dans le commerce pour réaliser des tablettes comprimées dont les facteurs de luminance énergétique spectrale absolue figurent sur le flacon, mais ces valeurs ne sont pas considérées traçables selon les principes de métrologie moderne, et les comprimés à base de poudre de sulfate de baryum ne sont pas considérés adaptés pour être utilisés en tant qu'IR3, tel que requis par la présente Norme internationale.

Tous les étalonnages sont ainsi reliés à un IR1 par une chaîne d'étalonnage comprenant un IR2 et un IR3 auxquels des valeurs absolues sont assignées respectivement par un laboratoire d'étalonnage et un laboratoire agréé utilisant un appareil conforme à la présente Norme internationale.

Manipuler les IR3 avec précaution et protéger la surface d'essai contre toute contamination. En cas de non-utilisation, conserver les IR3 dans l'obscurité.

### 6.2 Étalonnage des étalons de travail

Nettoyer les étalons de travail (voir 6.4), mesurer les étalons de travail, relever et noter à 0,01 % près les facteurs de luminance énergétique des étalons de travail préalablement nettoyés.

**NOTE** Afin qu'il y ait conformité avec l'appareil de référence, différentes valeurs peuvent être attribuées à un étalon de travail selon le niveau de travail et l'objectif du mesurage. Cela s'applique si l'étalon de travail est translucide ou brillant et si l'échelle de l'appareil n'est pas linéaire.

### 6.3 Utilisation d'étalons de travail

Utiliser une plaque comme étalon de travail primaire pour la vérification de l'appareil et utiliser l'autre plaque bien moins fréquemment, comme plaque de contrôle, pour la vérification de l'étalon de travail primaire. La fréquence avec laquelle l'appareil doit être étalonné est fonction du type d'appareil. L'étalonnage fréquent de l'appareil tend à introduire des fluctuations non souhaitées de l'appareil. Il convient de ne réétalonner l'appareil que lorsqu'une vérification au moyen de l'étalon de travail primaire indique que l'étalonnage est nécessaire. Vérifier périodiquement l'étalon de travail primaire par rapport à la plaque de contrôle. S'il y a un changement quelconque du facteur de luminance énergétique, nettoyer l'étalon de travail primaire au moyen du mode opératoire décrit en 6.4. Si cette modification persiste, nettoyer et réétalonner les deux étalons de travail par rapport à un étalon de référence IR3 approprié.

Il convient que l'étalon de travail primaire soit vérifié au moyen de la plaque de contrôle suffisamment souvent pour s'assurer que toute modification éventuelle de l'étalon de travail primaire soit décelée avant l'étalonnage pour éviter de le biaiser.

### 6.4 Nettoyage des étalons de travail

Manipuler avec précaution. Si un nettoyage s'impose, suivre les instructions du fabricant. Si les étalons de travail sont en verre opale ou en céramique, rincer la plaque avec de l'eau distillée et du détergent exempt de matières fluorescentes et nettoyer en utilisant une brosse douce. Rincer soigneusement dans de l'eau distillée et laisser sécher à l'air dans un environnement exempt de poussière en ne laissant rien