

NORME  
INTERNATIONALE

ISO  
15469  
CIE S 003

Première édition  
1997-12-15

---

---

Répartition spatiale de la lumière du jour —  
Ciel ouvert et ciel serein normalisés CIE

*Spatial distribution of daylight — CIE standard overcast sky and clear sky*

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

[ISO 15469:1997](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3bf21207-6f18-4843-af34-51de520a6a8c/iso-15469-1997)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3bf21207-6f18-4843-af34-51de520a6a8c/iso-15469-1997>



Numéro de référence  
ISO 15469:1997(F)  
CIE S 003-1996

## 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.

La Norme internationale ISO 15469 a été préparée en tant que Norme CIE S 003 par la Commission internationale de l'éclairage qui a été reconnue par le Conseil de l'ISO comme étant un organisme international de normalisation. Elle a été adoptée par l'ISO selon une procédure spéciale qui requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants et est publiée comme norme conjointe ISO/CIE.

La Commission internationale de l'éclairage (CIE) est une organisation qui se donne pour but la coopération internationale et l'échange d'informations entre les pays membres sur toutes les questions relatives à l'art et à la science de l'éclairage.

La Norme internationale ISO 15469 a été élaborée par la Division 3 (Environnement intérieur et conception de l'éclairage) de la CIE.

L'annexe A de la présente Norme internationale est donnée uniquement à titre d'information.

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

[ISO 15469:1997](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3bf21207-6f18-4843-af34-51de520a6a8c/iso-15469-1997)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3bf21207-6f18-4843-af34-51de520a6a8c/iso-15469-1997>

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

[ISO 15469:1997](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3bf21207-6f18-4843-af34-51de520a6a8c/iso-15469-1997)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3bf21207-6f18-4843-af34-51de520a6a8c/iso-15469-1997>

## Introduction

La distribution de luminance du ciel varie avec le temps et le climat. Cette norme définit deux situations qui apparaissent normalement dans des conditions stables, et qui peuvent être considérées comme deux cas extrêmes. Elles sont décrites par des distributions relatives de luminance: la luminance d'un point arbitraire dans le ciel est définie comme une fonction de la luminance au zénith.

Le "Ciel couvert CIE" a été présenté par le Comité Technique 3.2 (Lumière du jour naturelle) comme recommandation officielle en 1955 [1] ; le "Ciel serein CIE" a été publié par le Comité Technique 4.2 (Lumière du Jour) en 1973 [2]. Ces deux documents sont maintenant remplacés par la présente Norme. Des informations supplémentaires et d'autres détails sont décrits dans un rapport technique sur la distribution spatiale de la lumière du jour [3].

## 1. Objet

Cette norme spécifie les caractéristiques de la distribution relative des luminances des Ciel normalisés CIE, couvert et serein, comme répartitions normalisées de la lumière du jour naturelle à l'extérieur, pour les usages théoriques et pratiques.

(1) *Ciel couvert normalisé CIE*: il représente le modèle de distribution de luminance du ciel pour une couverture épaisse de nuages stratus [1]. Dans ces conditions, le disque solaire est normalement invisible à partir du sol. La distribution de luminances du ciel couvert normalisé est simplement définie par une fonction de la hauteur angulaire au-dessus de l'horizon. Elle est donc symétrique par rapport au zénith et indépendante de la hauteur du soleil.

La luminance des nuages est affectée par la lumière réfléchie par la surface du sol. Le Ciel couvert normalisé est basé sur l'hypothèse d'un terrain sombre. Il ne s'applique pas quand le sol est recouvert de neige ou si la surface consiste principalement d'un matériau fortement réfléchissant (sable blanc, par exemple).

(2) *Ciel serein normalisé CIE*: il représente des conditions sans nuages [2]. La luminance du ciel dépend de la hauteur angulaire et de la position du soleil. Elle est symétrique par rapport au méridien du soleil.

La luminance d'un ciel sans nuages est affectée par la pollution et par d'autres sources de particules atmosphériques. Le Ciel serein normalisé est défini sous deux formes: pour des applications dans des conditions atmosphériques claires en zones rurales, et pour des atmosphères polluées ou industrielles.

## 2. Références Normatives

Dans les normes suivantes figurent les dispositions qui, en liaison avec les références dans ce texte, constituent les clauses de la présente Norme. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient valables. Toutes les normes sont sujettes à révision et les personnes utilisant cette Norme sont invitées à examiner la possibilité de mettre en oeuvre les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-dessous. Les membres de la CIE, CEI et ISO établissent des catalogues des normes internationales en cours de validité.

1. Publication CIE N° 17.4-1987 : Vocabulaire International de l'Eclairage, 4<sup>e</sup> édition (publication commune CEI/CIE)
2. ISO 31-1992 : Grandeurs et Unités - 6<sup>e</sup> partie : Lumière et radiations électromagnétiques associées
3. Publication CIE n° 16-1970 : Lumière du Jour
4. Publication CIE 110-1994 : Distribution spatiale de la Lumière du Jour - Distribution des luminances de différents ciels de référence

CIE S 003/F-1996

### 3. Symboles

Dans le cadre de cette Norme, les symboles suivants sont utilisés :

- $\alpha$  azimut d'un élément de ciel (dans le sens des aiguilles d'une montre, origine: Nord) [rad]
- $\alpha_s$  azimut de la position du soleil (dans le sens des aiguilles d'une montre, origine : Nord) [rad]
- $E_{vcl}$  éclairement dû à un ciel serein, sans obstruction, sur une surface horizontale [lx]
- $E_{voc}$  éclairement dû à un ciel couvert, sans obstruction, sur une surface horizontale [lx]
- $\gamma$  hauteur angulaire d'un élément de ciel au-dessus de l'horizon [rad]
- $\gamma_s$  hauteur angulaire de la position du soleil au-dessus de l'horizon [rad]
- $f(\zeta)$  indicatrice de diffusion relative d'une atmosphère claire en zone rurale
- $f(\zeta)$  indicatrice de diffusion relative d'une atmosphère polluée
- $\phi(\gamma)$  fonction de transmission de l'atmosphère
- $\zeta$  distance angulaire entre le soleil et un élément de ciel [rad]
- $L_{cl}$  luminance d'un élément de ciel, par ciel serein [ $cd/m^2$ ]
- $L_{oc}$  luminance d'un élément de ciel, par ciel couvert [ $cd/m^2$ ]
- $L_{zcl}$  luminance au zénith d'un ciel serein [ $cd/m^2$ ]
- $L_{zoc}$  luminance au zénith d'un ciel couvert [ $cd/m^2$ ]

Pour les grandeurs et les unités, voir les Références normatives 1 et 2.

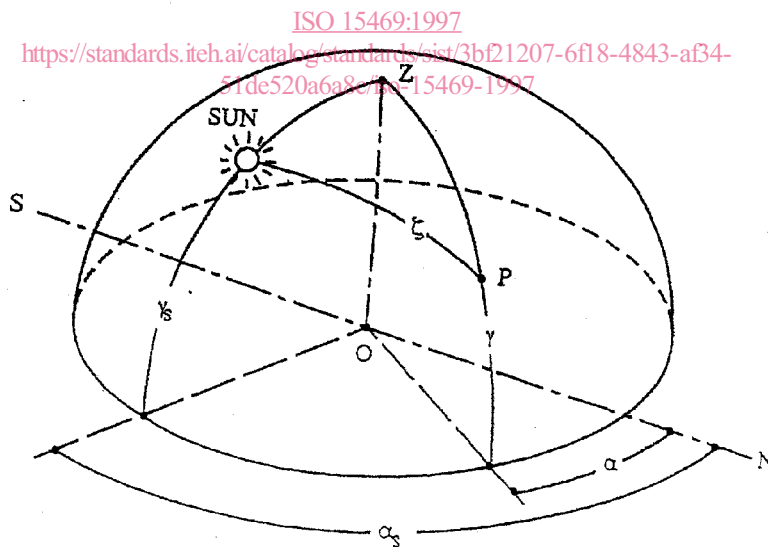


Figure 1 - Nomenclature des angles de positions  
du soleil et d'un élément P du ciel

## 4. Prescriptions

### 4.1 Ciel couvert normalisé CIE

Cette distribution des luminances est exprimée sous forme du rapport de la luminance d'un élément de ciel  $L_{oc}(\gamma)$  à la luminance du zénith  $L_{zoc}$ :

$$\frac{L_{oc}(\gamma)}{L_{zoc}} = \frac{1+2\sin\gamma}{3}$$

dans lequel  $\gamma$  est la hauteur angulaire d'un élément de ciel au-dessus de l'horizon.

### 4.2 Ciel serein normalisé CIE

La position de l'élément de ciel serein est repérée par sa hauteur angulaire,  $\gamma$ , et par son azimut par rapport au soleil ( $\alpha_s - \alpha$ ). Le rapport de la luminance de l'élément  $L_{cl}(\gamma_s, \gamma, \zeta)$  à la luminance du zénith  $L_{zcl}(\gamma_s)$  est

$$\frac{L_{cl}(\gamma_s, \gamma, \zeta)}{L_{zcl}(\gamma_s)} = \frac{f(\zeta) \times \phi(\gamma)}{f\left(\frac{\pi}{2} - \gamma_s\right) \times \phi\left(\frac{\pi}{2}\right)}$$

dans lequel  $\zeta$  est la distance angulaire entre le soleil et l'élément de ciel

$$\zeta = \arccos [ (\sin \gamma_s \times \sin \gamma) + (\cos \gamma_s \times \cos \gamma \times \cos |\alpha_s - \alpha|) ]$$

La fonction  $f(\zeta)$  est une indicatrice de diffusion relative définie par Kittler. Elle s'applique pour des atmosphères claires en zones rurales avec un facteur de turbidité de Linke de 2,45\*.

$$f(\zeta) = 0,91 + 10 \exp(-3\zeta) + 0,45 \cos^2 \zeta$$

Pour le zénith:

$$f\left(\frac{\pi}{2} - \gamma_s\right) = 0,91 + 10 \exp\left\{-3\left(\frac{\pi}{2} - \gamma_s\right)\right\} + 0,45 \cos^2\left(\frac{\pi}{2} - \gamma_s\right)$$

Pour une atmosphère polluée ou turbide la fonction  $f'(\zeta)$  doit être utilisée à la place de  $f(\zeta)$ . Elle s'applique à des conditions où le facteur de turbidité de Linke est d'environ 5,5. Elle a été proposée par Gusev.

$$f'(\zeta) = 0,856 + 16 \exp(-3\zeta) + 0,3 \cos^2 \zeta$$

Pour le zénith :

$$f'\left(\frac{\pi}{2} - \gamma_s\right) = 0,856 + 16 \exp\left\{-3\left(\frac{\pi}{2} - \gamma_s\right)\right\} + 0,3 \cos^2\left(\frac{\pi}{2} - \gamma_s\right),$$

$\phi(\gamma)$  est une fonction de transmission de l'atmosphère définie par Kittler:

$$\phi(\gamma) = 1 - \exp\left(\frac{-0,32}{\sin \gamma}\right)$$

Pour le zénith:

$$\phi\left(\frac{\pi}{2}\right) = 0,273 \ 85.$$

\* Note : la valeur 2,45 correspond à des atmosphères claires en zones rurales ; dans quelques pays, par exemple en Allemagne, on utilise une valeur de 5 qui est plus significative d'un environnement industriel.

CIE S 003/F-1996

## 5. Derivation des Ciels normalisés

### 5.1 Ciel couvert normalisé CIE

Ce ciel fut présenté initialement dans un article de Kähler en 1908 [4] et vérifié par Moon et Spencer en 1942 [5] en utilisant l'analyse des mesures de Kimball dans le début des années 20. Après deux autres séries de mesure, dans le sud de l'Angleterre et en Suède, il a été confirmé que cette formule s'appliquait à des ciels fortement couverts, au moins à des latitudes moyennes. Il fut adopté comme recommandation officielle par le Comité Technique E-3.2 de la CIE in 1955 [1].

### 5.2 Ciel serein normalisé CIE

La forme originale de ce ciel fut proposée par Kittler dans le cadre de la réunion du Comité Technique E-3.2 de la CIE à Newcastle upon Tyne en 1965. Elle fut également présentée dans un exposé pendant la conférence inter-session de la CIE sur la lumière solaire [6]. Cette conférence permit une discussion détaillée des bases scientifiques de la normalisation et également des comparaisons entre les valeurs de la distribution des luminances calculées et mesurées.

L'indicatrice supplémentaire,  $f(\zeta)$ , définie par Gusev pour des atmosphères industrielles et autres atmosphères polluées, fut incluse dans le projet de norme présentée à la réunion inter-session de la CIE à Bratislava et Smolenice en 1969 [7].

Le facteur de turbidité selon Linke est décrit dans [8]. D'autres références supplémentaires sont publiées en [3].

STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

## 6. Applications pratiques des Ciels normalisés

### 6.1 Ciel couvert normalisé CIE

Une application pratique de ce ciel est le calcul des facteurs de lumière du jour par ciel couvert dense, et dans des conditions stables d'éclairage réduit.\* Si l'éclairage horizontal d'un ciel sans obstruction est connu, l'éclairage à l'intérieur peut être calculé sur cette base ainsi que le facteur de lumière du jour. Si la valeur absolue de la luminance zénithale est connue, l'éclairage horizontal correspondant,  $E_{voc}$ , pour le ciel couvert normalisé CIE est donné par:

$$E_{voc} = \frac{7\pi}{9} L_{zoc}$$

### 6.2 Ciel serein normalisé CIE

La valeur de la luminance et l'éclairage à l'intérieur par un jour clair sans nuage peuvent être calculés quand la valeur absolue de la luminance au zénith et l'éclairage direct du soleil sont connus [3]. Par un ciel sans nuage, les conditions d'éclairage peuvent être stables, ne dépendant que de la position du soleil. Les valeurs à l'intérieur permettent l'estimation des effets psychologiques de l'environnement lumineux en lumière du jour. L'éblouissement et les économies d'énergie peuvent également être estimés.

\* Note: Il a été montré que le modèle s'applique également en zone tropicale à un ciel couvert dense [9].



**Annexe A (informative)**

**Références**

- 1 Lumière du jour naturelle. Recommandation officielle, *Compte Rendu CIE 13<sup>e</sup> Session 1955*, Comité (E-3.2) Vol. II, par. 3-2, II-IV & 35-37 (1955).
- 2 Publication CIE 22-1973 (TC-4.2), "Normalisation de la distribution des luminances des ciels sereins" (1973).
- 3 Publication CIE 110-1994, "Spatial distribution of daylight - Luminance distributions of various reference skies" (1994).
- 4 Kähler, K., "Flächenhelligkeit des Himmels und Beleuchtungsstärke in Räumen", *Meteorol. Zeitschr.* **25**, 52-57 (1908).
- 5 Moon, P. and Spencer, D.E., "Illumination from a non-uniform sky", *Illum. Engng. (N.Y.)*, **37**, 707-726 (1942).
- 6 Kittler, R., "Standardization of outdoor conditions for the calculation of daylight factor with clear skies", *Proc. the CIE International Conference on Sunlight in Buildings*, Bouwcentrum International, Rotterdam, 273-285 (1967).
- 7 Gusev, N.M., Communication personnelle au "CIE Clear Sky Standard" Rapporteur, 1968. Archivé avec matériel du CIE TC 3-15 au CIE CB.
- 8 Linke, F., Bodar, K., "Vorschläge zur Berechnung des Trübungsgrades der Atmosphäre", *Meteorol. Zeitschr.* **39**, 161-166 (1922).
- 9 Sastri, V.D.P., Manamohanam, S.B. and Das, S.R., "Luminance distribution of Tropical Overcast and Clear Skies", *Journal of Optics* **2**, 28-32 (1973).

[ISO 15469:1997](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3bf21207-6f18-4843-af34-51de520a6a8c/iso-15469-1997)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3bf21207-6f18-4843-af34-51de520a6a8c/iso-15469-1997>