
Colorimétrie —

**Partie 2:
Illuminants CIE normalisés**

Colorimetry —

Part 2: CIE standard illuminants

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO/CIE 11664-2:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/90bffcfa-0b18-4948-879b-204ed2eaa375/iso-cie-11664-2-2022>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/90bffcfa-0b18-4948-879b-204ed2eaa375/iso-cie-11664-2-2022>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO/CIE 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
Fax: +41 22 749 09 47
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

CIE Central Bureau
Babenbergerstraße 9/9A
A-1010 Vienna, Austria
Tél.: +43 1 714 3187
Fax: +41 22 749 09 47
E-mail: ciecb@cie.co.at
Web: www.cie.co.at

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Illuminant normalisé A de la CIE	2
4.1 Définition	2
4.2 Base de calculs	2
5 Illuminant normalisé D65 de la CIE	3
5.1 Définition	3
5.2 Base expérimentale	3
5.3 Température de couleur proximale	3
6 Illuminant normalisé D50 de la CIE	3
6.1 Définition	3
6.2 Température de couleur proximale	4
7 Sources pour réaliser les illuminants CIE normalisés	4
7.1 Source pour l'illuminant normalisé A de la CIE	4
7.2 Sources pour les illuminants normalisés D65 et D50 de la CIE	4
Annexe A (informative) Tableau de la répartition spectrale relative d'énergie de l'illuminant normalisé A de la CIE	5
Annexe B (normative) Tableau des répartitions spectrales relatives d'énergie des illuminants normalisés D65 et D50 de la CIE	18
Annexe C (informative) Historique de la définition de l'illuminant normalisé A de la CIE	31
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 www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par la Commission internationale de l'éclairage (CIE) en coopération avec le comité technique ISO/TC 274, *Lumière et éclairage*, en collaboration avec le comité technique CEN/TC 139 *Peintures et vernis*, du Comité européen de normalisation (CEN) conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Cette première édition annule et remplace l'ISO 11664-2:2007/CIE S 014-2:2006, qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications sont les suivantes:

- l'illuminant CIE D50 a été inclus comme illuminant CIE normalisé en raison de son utilisation généralisée dans le domaine des arts graphiques, de l'art et de la photographie.

Une liste de toutes les parties de la série ISO/CIE 11664 se trouve sur le site web de l'ISO.

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/fr/members.html.

Introduction

Les illuminants définis dans le présent document sont comme suit:

a) Illuminant normalisé A de la CIE

L'illuminant normalisé A de la CIE est représentatif de l'éclairage à incandescence avec filament de tungstène. Sa répartition spectrale relative d'énergie est celle d'un radiateur de Planck à une température voisine de 2 855,5 K. Il convient d'utiliser l'illuminant normalisé A de la CIE dans toutes les applications colorimétriques nécessitant l'emploi d'un éclairage intérieur à incandescence, à moins qu'il n'y ait des raisons précises de recourir à un illuminant différent. L'illuminant normalisé A de la CIE est utilisé en photométrie comme spectre de référence primaire pour l'étalonnage des dispositifs photométriques.

b) Illuminant normalisé D65 de la CIE

L'illuminant normalisé D65 de la CIE est représentatif d'une lumière du jour moyenne ayant une température de couleur proximale d'environ 6 500 K. Il convient d'utiliser l'illuminant normalisé D65 de la CIE dans tous les calculs colorimétriques nécessitant l'emploi d'une lumière du jour extérieure caractéristique, à moins qu'il n'y ait des raisons précises de recourir à une répartition spectrale d'énergie différente. Des variations de la répartition spectrale relative d'énergie de la lumière du jour, en particulier dans le domaine spectral ultraviolet, se produisent selon les saisons, l'heure et la situation géographique. Toutefois, l'illuminant normalisé D65 de la CIE est utilisé jusqu'à ce que des informations supplémentaires sur ces variations soient disponibles.

c) Illuminant normalisé D50 de la CIE

L'illuminant normalisé D50 de la CIE est représentatif d'une lumière du jour ayant une température de couleur proximale d'environ 5 000 K. Il convient d'utiliser l'illuminant normalisé D50 de la CIE dans les calculs colorimétriques destinés à l'utilisation d'une telle température de couleur proximale.

Des valeurs de la répartition spectrale relative d'énergie des illuminants normalisés A, D65 et D50 de la CIE sont données dans le présent document, à intervalles de 1 nm, de 300 nm à 830 nm.

Le terme «illuminant» se rapporte à une répartition spectrale d'énergie définie, non nécessairement réalisable, ni fournie par une source artificielle. Les illuminants sont employés en colorimétrie pour calculer les composantes trichromatiques de couleurs d'objets, en réflexion ou en transmission, dans des conditions données d'éclairage. La CIE a également défini d'autres illuminants, tels que l'illuminant C, d'autres illuminants lumière du jour et des illuminants pour les LED et autres sources lumineuses électriques. Ces illuminants sont décrits dans la CIE 015, mais ils n'ont pas le statut d'illuminants CIE normalisés. Il est recommandé d'utiliser à chaque fois que possible l'un des trois illuminants CIE normalisés définis dans le présent document. Cette pratique facilitera grandement la comparaison des résultats dans les publications.

Dans la plupart des applications courantes de la colorimétrie, il est suffisant d'utiliser les données numériques des illuminants normalisés A, D65 et D50 de la CIE à des longueurs d'onde moins nombreuses ou dans un domaine spectral plus restreint que ce qui est spécifié dans le présent document. Des données numériques et des conseils facilitant ces applications se trouvent dans la CIE 015, ainsi que d'autres méthodes recommandées pour la colorimétrie usuelle.

Le terme «source» se rapporte à un émetteur physique de lumière, tel qu'une lampe ou le soleil. Dans certains cas, la CIE recommande des sources de laboratoire dont la répartition spectrale d'énergie approche celle des illuminants CIE. Dans tous les cas, cependant, la définition d'une source CIE recommandée est subsidiaire par rapport à celle de l'illuminant CIE correspondant, car il est possible que, de temps à autre, de nouveaux progrès conduisent, pour des usages de laboratoire, à des sources améliorées reproduisant de manière plus exacte et plus appropriée tel ou tel illuminant.

La source normalisée A de la CIE, réalisation pratique de l'illuminant normalisé A de la CIE, est décrite dans le présent document. Actuellement, aucune source CIE ne peut être recommandée pour réaliser les illuminants normalisés D65 et D50 de la CIE.

Colorimétrie —

Partie 2: Illuminants CIE normalisés

1 Domaine d'application

Le présent document définit trois illuminants normalisés de la CIE à utiliser en colorimétrie: l'illuminant normalisé A de la CIE représentatif de l'éclairage à incandescence avec filament de tungstène, l'illuminant normalisé D65 de la CIE représentatif d'une lumière du jour moyenne ayant une température de couleur proximale d'environ 6 500 K, et l'illuminant normalisé D50 de la CIE représentatif d'une lumière du jour ayant une température de couleur proximale d'environ 5 000 K. Des valeurs de la répartition spectrale relative d'énergie des trois illuminants sont incluses dans le présent document.

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).

CIE S 017, *ILV: International Lighting Vocabulary*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et les définitions de la CIE S 017 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/>

La CIE tient à jour une base de données terminologiques destinée à être utilisée en normalisation, consultable à l'adresse suivante:

- CIE e-ILV: disponible à l'adresse <http://cie.co.at/e-ilv>

3.1

illuminant

rayonnement dont la répartition spectrale relative d'énergie est définie dans le domaine des longueurs d'onde capables d'influencer la perception de la couleur des objets

[SOURCE: CIE S 017:2020, Article 17-23-018, modifié — Notes à l'article omises.]

3.2

illuminant CIE normalisé

illuminant normalisé par la CIE à des fins d'harmonisation

[SOURCE: CIE S 017:2020, Article 17-23-021, modifié — Notes à l'article omises.]

3.3

source CIE normalisée

source artificielle spécifiée par la CIE, dont le rayonnement est approximativement le même qu'un illuminant CIE normalisé

[SOURCE: CIE S 017:2020, Article 17-23-022, modifié — Notes à l'article omises.]

3.4

illuminant lumière du jour

illuminant D

illuminant dont la répartition spectrale relative d'énergie du flux énergétique est la même, ou presque la même, que celle d'une certaine phase de la lumière du jour

[SOURCE: CIE S 017:2020, Article 17-23-020, modifié — Notes à l'article omises.]

3.5

air normalisé

air sec à 15 °C, à la pression de 101 325 Pa, contenant 0,045 % en volume de dioxyde de carbone

[SOURCE: CIE 018:2019, Article 3]

4 Illuminant normalisé A de la CIE

4.1 Définition

La répartition spectrale relative d'énergie de l'illuminant normalisé A de la CIE, $S_A(\lambda)$, est définie par la [Formule \(1\)](#) dans le domaine des longueurs d'onde de 300 nm à 830 nm.

$$S_A(\lambda) = 100 \left(\frac{560}{\lambda} \right)^5 \times \frac{\exp \frac{1,435 \times 10^7}{2\,848 \times 560} - 1}{\exp \frac{1,435 \times 10^7}{2\,848 \lambda} - 1} \quad (1)$$

où λ est la longueur d'onde en nanomètres et où les valeurs numériques figurant dans les deux exponentielles sont des constantes déduites de la définition initiale de l'illuminant A en 1931 (voir également l'[Annexe C](#)). Cette répartition spectrale d'énergie est normalisée à 100 (exactement) pour la longueur d'onde de 560 nm (exactement).

NOTE Le [Tableau A.1](#) dans l'[Annexe A](#) donne la répartition spectrale relative d'énergie de l'illuminant normalisé A de la CIE avec six chiffres significatifs, pour des intervalles de 1 nm. En pratique, il suffit d'utiliser les valeurs de ce tableau plutôt que celles calculées à partir de la [Formule \(1\)](#).

Bien que la [Formule \(1\)](#) soit basée sur l'équation de Planck dans le vide, les longueurs d'onde seront considérées pour l'air normalisé (voir [3.5](#)). Cette décision rend l'illuminant normalisé A de la CIE compatible avec les autres données CIE relatives à la colorimétrie et à la photométrie.

4.2 Base de calculs

La [Formule \(1\)](#) est équivalente à la [Formule \(2\)](#) et peut s'en déduire:

$$S_\lambda(\lambda) = 100 \frac{M_{e,\lambda}(\lambda, T)}{M_{e,\lambda}(560, T)} \quad (2)$$

où

$$M_{e,\lambda}(\lambda, T) = c_1 \lambda^{-5} \left[\exp \left(\frac{c_2}{\lambda T} \right) - 1 \right]^{-1};$$

λ est la longueur d'onde (en nm);

le quotient c_2/T est donné par $14\,350 \mu\text{m}\cdot\text{K}/2\,848 \text{ K} = (1,435 \times 10^7/2\,848) \text{ nm}$.

Du fait que la valeur numérique de c_1 s'élimine de la [Formule \(1\)](#), cette définition de l'illuminant normalisé A de la CIE ne nécessite aucune hypothèse sur les valeurs numériques de c_1 , c_2 , et T autre que celle du quotient c_2/T .

La constante c_2 est calculée à partir de $h \cdot c/k$ et sa valeur est de $14\,387,768\,55 \dots \mu\text{m}\cdot\text{K}$, en utilisant les valeurs de la constante de Planck, h , de la vitesse de la lumière dans le vide, c , et de la constante de Boltzmann, k , comme spécifié dans le *Système international d'unités*^[1]. En utilisant cette valeur pour c_2 , la température attribuée à l'illuminant normalisé A de la CIE est de $2\,855,496 \dots \text{K}$, soit environ $2\,855,5 \text{ K}$.

NOTE Pour plus d'informations sur les modifications historiques de la température utilisée pour définir l'illuminant normalisé A de la CIE, se reporter à l'[Annexe C](#).

5 Illuminant normalisé D65 de la CIE

5.1 Définition

L'illuminant normalisé D65 de la CIE doit être tel que défini dans l'[Annexe B](#) par les valeurs de répartition spectrale relative d'énergie fournies dans la colonne 2 du [Tableau B.1](#). Les valeurs sont présentées à intervalles de 1 nm dans le domaine des longueurs d'onde de 300 nm à 830 nm; les valeurs de la longueur d'onde sont relatives à l'air normalisé. Si d'autres valeurs intermédiaires sont nécessaires, elles doivent être obtenues par une interpolation linéaire à partir des valeurs publiées.

5.2 Base expérimentale

La répartition spectrale relative d'énergie de l'illuminant normalisé D65 de la CIE résulte de déterminations expérimentales sur la lumière du jour dans le domaine des longueurs d'onde de 330 nm à 700 nm, avec une extrapolation à 300 nm et à 830 nm, ainsi que décrit par Judd et al.^[2] Les valeurs extrapolées sont estimées être assez précises pour les travaux ordinaires de colorimétrie, mais il n'est pas recommandé de les employer pour d'autres usages.

5.3 Température de couleur proximale

L'illuminant normalisé D65 de la CIE possède une température de couleur proximale nominale de $6\,500 \text{ K}$.

NOTE En utilisant la valeur de $c_2 = 14\,388 \mu\text{m}\cdot\text{K}$ spécifiée par l'*Échelle internationale de température* de 1990^[3], la définition de la température de couleur proximale (CIE S 017, 17-23-068) et les données de répartition spectrale relative d'énergie du [Tableau B.1](#), la température de couleur proximale de l'illuminant normalisé D65 de la CIE est de $6\,502,712 \text{ K}$. En utilisant la valeur de $c_2 = 14\,387,768\,775 \dots \mu\text{m}\cdot\text{K}$, comme indiqué en [4.2](#), la définition de la température de couleur proximale (CIE S 017, 17-23-068) et les données de répartition spectrale relative d'énergie du [Tableau B.1](#), la température de couleur proximale de l'illuminant normalisé D65 de la CIE est de $6\,502,608 \text{ K}$. La différence par rapport à la température de couleur proximale nominale de $6\,500 \text{ K}$ de l'illuminant normalisé D65 de la CIE est jugée insignifiante.

6 Illuminant normalisé D50 de la CIE

6.1 Définition

L'illuminant normalisé D50 de la CIE doit être tel que défini dans l'[Annexe B](#) par les valeurs de répartition spectrale relative d'énergie fournies dans la colonne 3 du [Tableau B.1](#). Les valeurs sont présentées à intervalles de 1 nm dans le domaine des longueurs d'onde de 300 nm à 830 nm; les valeurs de la

longueur d'onde sont relatives à l'air normalisé. Si d'autres valeurs intermédiaires sont nécessaires, elles doivent être obtenues par une interpolation linéaire à partir des valeurs publiées.

6.2 Température de couleur proximale

L'illuminant normalisé D50 de la CIE possède une température de couleur proximale nominale de 5 000 K.

NOTE En utilisant la valeur de $c_2 = 14\,388 \mu\text{m}\cdot\text{K}$ spécifiée par l'Échelle internationale de température de 1990[3], la définition de la température de couleur proximale (CIE S 017, 17-23-068) et les données de répartition spectrale relative d'énergie du Tableau B.1, la température de couleur proximale de l'illuminant normalisé D50 de la CIE est de 5 001,319 K. En utilisant la valeur de $c_2 = 14\,387,768\,775 \dots \mu\text{m}\cdot\text{K}$, comme indiqué en 4.2, la définition de la température de couleur proximale (CIE S 017, 17-23-068) et les données de répartition spectrale relative d'énergie du Tableau B.1, la température de couleur proximale de l'illuminant normalisé D50 de la CIE est de 5 001,239 K. La différence par rapport à la température de couleur proximale nominale de 5 000 K de l'illuminant normalisé D50 de la CIE est jugée insignifiante.

La température de couleur proximale réelle de l'illuminant normalisé D50 de la CIE est légèrement différente de 5 000 K; toutefois, cela est jugé insignifiant sur le plan visuel.

7 Sources pour réaliser les illuminants CIE normalisés

7.1 Source pour l'illuminant normalisé A de la CIE

L'illuminant normalisé A de la CIE peut être réalisé par une source normalisée A de la CIE définie comme une lampe à atmosphère gazeuse et filament de tungstène fonctionnant à une température attribuée $T = (2\,848 \text{ K}/14\,350 \mu\text{m}\cdot\text{K}) \cdot c_2$, où c_2 est exprimée en $\mu\text{m}\cdot\text{K}$. Une lampe ayant une enveloppe ou une fenêtre en quartz fondu est recommandée si la répartition spectrale d'énergie du rayonnement ultraviolet de l'illuminant normalisé A de la CIE doit être réalisée avec plus de précision.

La température attribuée, T , est actuellement approximée à 2 855,5 K comme indiqué en 4.2.

7.2 Sources pour les illuminants normalisés D65 et D50 de la CIE

Actuellement, aucune source CIE ne peut être recommandée pour réaliser les illuminants normalisés D65 et D50 de la CIE. La qualité des sources destinées à la réalisation en laboratoire de l'illuminant normalisé D65 ou D50 de la CIE peut être évaluée par la méthode décrite dans l'ISO 23603/CIE S 012[4].

Annexe A (informative)

Tableau de la répartition spectrale relative d'énergie de l'illuminant normalisé A de la CIE

L'illuminant normalisé A de la CIE est défini par la [Formule \(1\)](#) en [4.1](#). Le [Tableau A.1](#) est fourni uniquement pour des raisons pratiques.

**Tableau A.1 — Répartition spectrale relative d'énergie de l'illuminant normalisé A de la CIE
(longueurs d'onde dans de l'air normalisé)**

λ/nm	$S_A(\lambda)$
300	0,930 483
301	0,967 643
302	1,005 97
303	1,045 49
304	1,086 23
305	1,128 21
306	1,171 47
307	1,216 02
308	1,261 88
309	1,309 10
310	1,357 69
311	1,407 68
312	1,459 10
313	1,511 98
314	1,566 33
315	1,622 19
316	1,679 59
317	1,738 55
318	1,799 10
319	1,861 27
320	1,925 08
321	1,990 57
322	2,057 76
323	2,126 67
324	2,197 34
325	2,269 80
326	2,344 06
327	2,420 17
328	2,498 14
329	2,578 01
330	2,659 81
331	2,743 55

Tableau A.1 (suite)

λ/nm	$S_A(\lambda)$
332	2,829 28
333	2,917 01
334	3,006 78
335	3,098 61
336	3,192 53
337	3,288 57
338	3,386 76
339	3,487 12
340	3,589 68
341	3,694 47
342	3,801 52
343	3,910 85
344	4,022 50
345	4,136 48
346	4,252 82
347	4,371 56
348	4,492 72
349	4,616 31
350	4,742 38
351	4,870 95
352	5,002 04
353	5,135 68
354	5,271 89
355	5,410 70
356	5,552 13
357	5,696 22
358	5,842 98
359	5,992 44
360	6,144 62
361	6,299 55
362	6,457 24
363	6,617 74
364	6,781 05
365	6,947 20
366	7,116 21
367	7,288 11
368	7,462 92
369	7,640 66
370	7,821 35
371	8,005 01
372	8,191 67
373	8,381 34
374	8,574 04
375	8,769 80

Tableau A.1 (suite)

λ/nm	$S_A(\lambda)$
376	8,968 64
377	9,170 56
378	9,375 61
379	9,583 78
380	9,795 10
381	10,009 6
382	10,227 3
383	10,448 1
384	10,672 2
385	10,899 6
386	11,130 2
387	11,364 0
388	11,601 2
389	11,841 6
390	12,085 3
391	12,332 4
392	12,582 8
393	12,836 6
394	13,093 8
395	13,354 3
396	13,618 2
397	13,885 5
398	14,156 3
399	14,430 4
400	14,708 0
401	14,989 1
402	15,273 6
403	15,561 6
404	15,853 0
405	16,148 0
406	16,446 4
407	16,748 4
408	17,053 8
409	17,362 8
410	17,675 3
411	17,991 3
412	18,310 8
413	18,633 9
414	18,960 5
415	19,290 7
416	19,624 4
417	19,961 7
418	20,302 6
419	20,647 0