

PROJET
FINAL

NORME
INTERNATIONALE

ISO/CIE
FDIS
11664-6

CIE

Secrétariat: CIE

Début de vote:
2022-04-19

Vote clos le:
2022-07-12

Colorimétrie —

Partie 6:

Formule de la différence de couleur CIEDE2000

Colorimetry —

Part 6: CIEDE2000 colour-difference formula

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO/CIE FDIS 11664-6

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2da3ae50-fb25-4db8-b4d1-37171dda95ad/iso-cie-fdis-11664-6>

Il est demandé aux comités membres de consulter les intérêts nationaux respectifs concernant l'ISO/TC 274 avant de donner leur position sur la plateforme de e-Balloting.

TRAITEMENT PARALLÈLE ISO/CEN

LES DESTINATAIRES DU PRÉSENT PROJET SONT INVITÉS À PRÉSENTER, AVEC LEURS OBSERVATIONS, NOTIFICATION DES DROITS DE PROPRIÉTÉ DONT ILS AURAIENT ÉVENTUELLEMENT CONNAISSANCE ET À FOURNIR UNE DOCUMENTATION EXPLICATIVE.

OUTRE LE FAIT D'ÊTRE EXAMINÉS POUR ÉTABLIR S'ILS SONT ACCEPTABLES À DES FINS INDUSTRIELLES, TECHNOLOGIQUES ET COMMERCIALES, AINSI QUE DU POINT DE VUE DES UTILISATEURS, LES PROJETS DE NORMES INTERNATIONALES DOIVENT PARFOIS ÊTRE CONSIDÉRÉS DU POINT DE VUE DE LEUR POSSIBILITÉ DE DEVENIR DES NORMES POUVANT SERVIR DE RÉFÉRENCE DANS LA RÉGLEMENTATION NATIONALE.



Numéro de référence
ISO/CIE FDIS 11664-6:2022(F)

© ISO/CIE 2022

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO/CIE FDIS 11664-6

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2da3ae50-fb25-4db8-b4d1-37171dda95ad/iso-cie-fdis-11664-6>



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 Symboles	1
5 Conditions de référence	2
6 Méthode de calcul	3
7 Facteurs paramétriques	6
Annexe A (informative) Micro-espaces à trois composantes	7
Bibliographie	8

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO/CIE FDIS 11664-6

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2da3ae50-fb25-4db8-b4d1-37171dda95ad/iso-cie-fdis-11664-6>

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 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. 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/avant-propos.html.

Le présent document a été élaboré par le comité technique la Commission Internationale de l'Éclairage (CIE) en coopération avec le comité technique 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 deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO/CIE 11664-6:2014) dont elle constitue une révision mineure. Les changements sont les suivants:

- les références normatives ont été mises à jour;
- l'[Article 3](#) est désormais subdivisé en [Article 3](#) et [Article 4](#) ;
- à l'[Article 6](#) : la NOTE 1 a été intégrée au corps du texte;
- des modifications rédactionnelles mineures ont été apportées.

Une liste de toutes les parties de la série ISO/CIE 11664 peut être consultée sur le site web de l'ISO et sur celui de la CIE.

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

Introduction

L'espace chromatique tridimensionnel obtenu en portant en coordonnées rectangulaires les composantes trichromatiques CIE (X , Y , Z) n'est pas visuellement uniforme. Il en est de même pour l'espace (x , y , Y) et pour le diagramme de chromaticité à deux dimensions CIE (x , y). Des distances égales dans ces espaces et ces diagrammes ne représentent pas des différences également perceptibles entre les stimuli de couleur. Pour cette raison, la CIE a normalisé deux espaces chromatiques approximativement uniformes (connus sous les noms de CIELAB et CIELUV) dont les coordonnées sont des fonctions non linéaires de X , Y et Z . Des grandeurs numériques représentant approximativement la valeur relative des différences de couleur dans ces espaces peuvent être évaluées par de simples distances euclidiennes, ou par des formules de différences de couleur plus élaborées, qui améliorent la corrélation avec la valeur relative perçue de ces différences. L'objet du présent document est de définir l'une de ces formules, la formule CIEDE2000. Le présent document est basé sur la publication CIE 142:2001.

La formule est une extension de la formule de la différence de couleur CIE 1976 $L^*a^*b^*$ (ISO/CIE 11664-4) avec des corrections liées aux variations de la perception des différences de couleurs dues à la clarté, à la chroma, à la teinte et à l'interaction chroma-teinte. Des conditions de référence définissent les caractéristiques relatives à l'environnement d'observation et au matériau auxquelles la formule s'applique.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO/CIE FDIS 11664-6

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/2da3ae50-fb25-4db8-b4d1-37171dda95ad/iso-cie-fdis-11664-6>

Colorimétrie —

Partie 6: Formule de la différence de couleur CIEDE2000

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie la méthode de calcul des différences de couleurs selon la formule CIEDE2000.

Il s'applique aux données initiales des coordonnées CIELAB L^* , a^* , b^* calculées selon l'ISO/CIE 11664-4. Il peut être utilisé pour spécifier la différence de couleur entre deux stimuli de couleurs perçus comme appartenant à des objets réfléchissants ou transparents ou translucides. Sont inclus certains écrans d'affichage s'ils sont utilisés pour simuler des objets réfléchissants ou transparents ou translucides et si les composantes trichromatiques représentant les stimuli sont normalisées de manière appropriée.

Le présent document n'est pas applicable aux stimuli de couleurs perçus comme appartenant à des surfaces qui semblent émettre de la lumière comme des sources primaires de lumière, ou réfléchir spéculairement une telle lumière.

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/CIE 11664-4, *Colorimétrie — Partie 4: Espace chromatique $L^*a^*b^*$ CIE 1976*

CIE S 017, *ILV: Vocabulaire international de l'éclairage*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de la CIE S 017 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 <https://cie.co.at/e-ilv>

4 Symboles

L^* clarté CIELAB

a^* , b^* coordonnées CIELAB a^* , b^*

C_{ab}^*	chroma CIELAB
h_{ab}	angle de teinte CIELAB
L'	clarté CIEDE2000
$\overline{L'}$	moyenne arithmétique des clartés CIEDE2000 de deux stimuli de couleurs
a', b'	coordonnées CIEDE2000 a', b'
C'	chroma CIEDE2000
$\overline{C'}$	moyenne arithmétique des chromas CIEDE2000 de deux stimuli de couleurs
h'	angle de teinte CIEDE2000
$\overline{h'}$	moyenne arithmétique des angles de teinte CIEDE2000 de deux stimuli de couleurs
G	fonction logique utilisée pour la modification de a^*
$\Delta L'$	différence de clarté CIEDE2000
$\Delta C'$	différence de chroma CIEDE2000
$\Delta h'$	différence d'angle de teinte CIEDE2000
$\Delta H'$	différence de teinte CIEDE2000
ΔE_{00}	différence de couleur CIEDE2000
S_L	fonction de pondération de la clarté
S_C	fonction de pondération du chroma
S_H	fonction de pondération de la teinte
T	fonction T pour la pondération de la teinte
R_T	fonction de rotation
$\Delta\theta$	effet de la teinte sur la fonction de rotation
R_C	effet du chroma sur la fonction de rotation
k_L	facteur paramétrique de clarté
k_C	facteur paramétrique de chroma
k_H	facteur paramétrique de teinte

5 Conditions de référence

La formule CIEDE2000 est destinée à être appliquée à des objets observés dans les conditions de référence suivantes:

- Éclairage: source simulant l'éclairement spectral énergétique relatif de l'illuminant normalisé CIE D65.
- Éclairement: 1 000 lx.
- Observateur: vision des couleurs normale.

- Champ environnant: uniforme, gris neutre de clarté $L^* = 50$.
- Mode d'observation: objet.
- Taille de l'échantillon: paire d'échantillons sous-tendant un angle visuel supérieur à 4° .
- Écartement des échantillons: écartement minimal des échantillons obtenu en plaçant les bords de la paire d'échantillons en contact direct.
- Amplitude de la différence de couleur des échantillons: de 0 à 5 unités CIELAB.
- Structure de l'échantillon: couleur homogène, sans motif apparent visuellement ou non uniformité.

Lorsque les conditions d'utilisation s'écartent sensiblement des conditions de référence, il est permis d'utiliser des facteurs paramétriques pour corriger les effets induits par les variables liées au matériau ou à l'expérience, comme décrit dans l'[Article 6](#).

NOTE La publication CIE 230:2019 discute et présente quelques limites de l'application de CIEDE2000 aux différences de couleur CIELAB inférieures à 2 unités.

6 Méthode de calcul

Toutes les grandeurs angulaires mentionnées dans le présent document doivent être évaluées en degrés.

Les coordonnées L^* , a^* , b^* et C_{ab}^* CIELAB des deux échantillons doivent être calculées conformément à l'ISO/CIE 11664-4.

Des coordonnées CIELAB modifiées doivent être calculées à l'aide des [Formules \(1\) à \(7\)](#).

$$L' = L^* \quad (1)$$

$$a' = (1 + G) a^* \quad (2)$$

$$b' = b^* \quad (3)$$

$$C' = (a'^2 + b'^2)^{1/2} \quad (4)$$

$$h' = \begin{cases} \arctan\left(\frac{b'}{a'}\right) & \text{si } a' > 0 \text{ et } b' \geq 0 \\ \arctan\left(\frac{b'}{a'}\right) + 360^\circ & \text{si } a' > 0 \text{ et } b' < 0 \\ \arctan\left(\frac{b'}{a'}\right) + 180^\circ & \text{si } a' < 0 \\ 90^\circ & \text{si } a' = 0 \text{ et } b' > 0 \\ 270^\circ & \text{si } a' = 0 \text{ et } b' < 0 \end{cases} \quad (5)$$

$$h' = 0^\circ \text{ si } a' = 0 \text{ et } b' = 0 \quad (6)$$

où

$$G = 0,5 \left(1 - \frac{\sqrt{\left(\overline{C_{ab}^*} \right)^7}}{\sqrt{\left(\overline{C_{ab}^*} \right)^7 + 25^7}} \right) \quad (7)$$

et $\overline{C_{ab}^*}$ est la moyenne arithmétique des valeurs de C_{ab}^* obtenues pour les deux échantillons de la paire évaluée.

La [Formule \(5\)](#) donne l'assurance que h' est la position angulaire du point a', b' dans l'intervalle de 0° à 360° , mesurée depuis la partie positive de l'axe a' dans le plan a', b' . Dans les cas où $a' = b' = 0$, h' est indéterminé et la valeur devant lui être assignée doit être zéro, comme l'indique la [Formule \(6\)](#).

Il convient que les valeurs L', a', b', C' et h' soient uniquement utilisées pour calculer la différence de couleur; il convient de ne pas les utiliser comme un espace chromatique uniforme alternatif. Pour consigner les coordonnées de l'espace chromatique CIELAB, il convient d'utiliser les valeurs de L^*, a^*, b^*, C_{ab}^* et h_{ab} .

Les différences entre les deux échantillons repérés par les indices 0 (habituellement, la référence) et 1 (habituellement, l'essai) doivent être calculées conformément aux [Formules \(8\) à \(14\)](#).

$$\Delta L' = L'_1 - L'_0 \quad (8)$$

$$\Delta C' = C'_1 - C'_0 \quad (9)$$

$$\Delta H' = 2(C'_0 C'_1)^{1/2} \sin(\Delta h' / 2) \quad (10)$$

où

$$\Delta h' = 0^\circ \quad \text{si } C'_0 C'_1 = 0 \quad (11)$$

$$\Delta h' = h'_1 - h'_0 \quad \text{si } C'_0 C'_1 \neq 0 \text{ et } |h'_1 - h'_0| \leq 180^\circ \quad (12)$$

$$\Delta h' = h'_1 - h'_0 - 360^\circ \quad \text{si } C'_0 C'_1 \neq 0 \text{ et } (h'_1 - h'_0) > 180^\circ \quad (13)$$

$$\Delta h' = h'_1 - h'_0 + 360^\circ \quad \text{si } C'_0 C'_1 \neq 0 \text{ et } (h'_1 - h'_0) < -180^\circ \quad (14)$$

NOTE 1 Les [Formules \(11\) à \(14\)](#) permettent de s'affranchir de la complexité des calculs lorsque h'_0 et h'_1 sont situés dans des quadrants différents ou quand l'un des chromas est nul. Elles sont extraites de la Référence [\[6\]](#).

NOTE 2 Dans les technologies de l'information ainsi que dans d'autres domaines, les indices r (pour référence) et t (pour test) sont parfois utilisés au lieu de 0 et 1, respectivement. De même, pour l'évaluation industrielle de petites différences de couleurs, les indices s (pour standard) et b (pour batch), sont parfois utilisés. Une version à trois termes de la [Formule \(15\)](#), valide dans un micro-espace entourant la référence, est donnée dans l'[Annexe A](#).

La différence de couleur CIEDE2000, ΔE_{00} , entre les deux échantillons doit être calculée d'après les [Formules \(15\) à \(22\)](#).

$$\Delta E_{00} = \left[\left(\frac{\Delta L'}{k_L S_L} \right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{k_C S_C} \right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{k_H S_H} \right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C'}{k_C S_C} \right) \left(\frac{\Delta H'}{k_H S_H} \right) \right]^{1/2} \quad (15)$$

où

$$S_L = 1 + \frac{0,015(\bar{L}' - 50)^2}{\sqrt{20 + (\bar{L}' - 50)^2}} \quad (16)$$

$$S_C = 1 + 0,045 \bar{C}' \quad (17)$$

$$S_H = 1 + 0,015 \bar{C}' T \quad (18)$$

$$T = 1 - 0,17 \cos(\bar{h}' - 30^\circ) + 0,24 \cos(2\bar{h}') + 0,32 \cos(3\bar{h}' + 6^\circ) - 0,20 \cos(4\bar{h}' - 63^\circ) \quad (19)$$

$$R_T = -\sin(2\Delta\theta) R_C \quad (20)$$

$$\Delta\theta = 30^\circ \exp\{ -[(\bar{h}' - 275^\circ)/25^\circ]^2 \} \quad (21)$$

$$R_C = 2 \sqrt{\frac{(\bar{C}')^7}{(\bar{C}')^7 + 25^7}} \quad (22)$$

k_L , k_C et k_H sont les facteurs paramétriques mentionnés dans l'[Article 6](#).

NOTE 3 Les grandeurs $\bar{L}'$, $\bar{C}'$ et $\bar{h}'$ utilisées dans les [Formules \(16\) à \(22\)](#) sont les moyennes arithmétiques des grandeurs correspondantes pour la paire d'échantillons étudiés. Il s'ensuit que la différence de couleur totale est symétrique, c'est-à-dire que la différence de couleur totale d'une paire est la même, quel que soit l'échantillon pris comme référence pour calculer les composantes de la différence de couleur.

NOTE 4 Le lieu géométrique d'une différence de couleur totale constante par rapport à une référence n'est pas rigoureusement un ellipsoïde et il n'est pas exactement centré sur la référence.

Il convient que les utilisateurs fassent preuve de prudence lors du calcul de la moyenne de l'angle de teinte si les échantillons de la paire étudiée sont situés dans des quadrants différents. Par exemple, si la paire étudiée possède des angles de teinte de 30° et 300° , la moyenne simple de 165° est incorrecte, la valeur correcte étant de 345° . Pour déterminer correctement la moyenne, il faut utiliser les [Formules \(23\) à \(26\)](#)^[6].

$$\bar{h}' = (h'_0 + h'_1) / 2 \quad \text{si } |h'_0 - h'_1| \leq 180^\circ \text{ et } C'_0 C'_1 \neq 0 \quad (23)$$

$$\bar{h}' = (h'_0 + h'_1 + 360^\circ) / 2 \quad \text{si } |h'_0 - h'_1| > 180^\circ \text{ et } (h'_0 + h'_1) < 360^\circ \text{ et } C'_0 C'_1 \neq 0 \quad (24)$$

$$\bar{h}' = (h'_0 + h'_1 - 360^\circ) / 2 \quad \text{si } |h'_0 - h'_1| > 180^\circ \text{ et } (h'_0 + h'_1) \geq 360^\circ \text{ et } C'_0 C'_1 \neq 0 \quad (25)$$

$$\bar{h}' = h'_0 + h'_1 \quad \text{si } C'_0 C'_1 = 0 \quad (26)$$

NOTE 5 Divers exemples de calculs complets sont donnés dans la publication CIE 142:2001, Référence [\[4\]](#) et Référence [\[6\]](#). La Référence [\[6\]](#) fournit également des notes de mise en œuvre et observations mathématiques utiles.