



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

T.42

(10/96)

SÉRIE T: TERMINAUX DES SERVICES
TÉLÉMATIQUES

**Méthode de représentation des demi-teintes
polychromes en télécopie**

Recommandation UIT-T T.42

(Antérieurement Recommandation du CCITT)

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE T
TERMINAUX DES SERVICES TÉLÉMATIQUES

Pour plus de détails, voir la Liste des Recommandations de l'UIT-T.

AVANT-PROPOS

L'UIT-T (Secteur de la normalisation des télécommunications) est un organe permanent de l'Union internationale des télécommunications (UIT). Il est chargé de l'étude des questions techniques, d'exploitation et de tarification, et émet à ce sujet des Recommandations en vue de la normalisation des télécommunications à l'échelle mondiale.

La Conférence mondiale de normalisation des télécommunications (CMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'études à traiter par les Commissions d'études de l'UIT-T lesquelles élaborent en retour des Recommandations sur ces thèmes.

L'approbation des Recommandations par les Membres de l'UIT-T s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT (Helsinki, 1^{er}-12 mars 1993).

La Recommandation révisée UIT-T T.42 que l'on doit à la Commission d'études 8 (1993-1996) de l'UIT-T, a été approuvée par la CMNT (Genève, 9-18 octobre, 1996).

NOTE

Dans la présente Recommandation, l'expression «Administration» est utilisée pour désigner de façon abrégée aussi bien une administration de télécommunications qu'une exploitation reconnue de télécommunications.

© UIT 1997

Droits de reproduction réservés. 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'UIT.

TABLE DES MATIÈRES

		<i>Page</i>
1	Domaine d'application.....	1
2	Objet	1
3	Références	1
4	Définitions	1
5	Conventions.....	1
6	Modèle de représentation chromatique.....	2
6.1	Aperçu général	2
6.2	Recommandation concernant la représentation chromatique.....	2
6.2.1	Espace chromatique L*a*b* CIE 1976 (CIELAB)	2
6.2.1.1	Spécification de l'espace chromatique.....	2
6.2.1.2	Point blanc et illuminant.....	2
6.2.1.3	Palette chromatique	2
7	Informations relatives à la reproduction des couleurs	3
	Appendice I – Méthodes de calcul colorimétrique à partir de mesures spectrales.....	4
	Appendice II – Calcul des coordonnées CIELAB à partir des composantes XYZ de la CIE.....	6
	Référence	6

RÉSUMÉ

La présente Recommandation définit une méthode de représentation des données chromatiques qui permet d'échanger des données iconographiques en demi-teintes polychromes par les services de télécopie tels que ceux des Groupes 3 et 4. L'espace CIELAB est choisi comme espace chromatique de base, l'illuminant CIE D50 comme illuminant de base, et son point blanc réfléchissant parfaitement diffusant ($X_0 = 96,422$; $Y_0 = 100,000$; $Z_0 = 82,521$), comme point blanc. La palette de couleurs par défaut est définie par le domaine: $L^* = [0, 100]$, $a^* = [-85, 85]$, $b^* = [-75, 125]$. L'expression exacte est en termes d'échelle et de décalage de zéro.

Les principales différences par rapport à la version précédente sont les suivantes:

- 1) extension à un nombre arbitraire N d'éléments binaires par composante;
- 2) extension aux informations relatives à la reproduction des couleurs.

MÉTHODE DE REPRÉSENTATION DES DEMI-TEINTES POLYCHROMES EN TÉLÉCOPIE

(révisée en 1996)

1 Domaine d'application

1.1 La présente Recommandation définit une méthode de représentation des informations de couleur qui permet d'échanger des données d'images en demi-teintes polychromes par les services de télécopie tels que ceux des Groupes 3 et 4.

L'objectif de la présente Recommandation est de définir un espace chromatique, un point blanc de référence, un type d'illuminant, une palette de couleurs et les informations relatives à la reproduction des couleurs pour l'échange des informations de couleur.

1.2 La présente Recommandation, ainsi que d'autres documents tels que certaines sections des Recommandations T.4 et T.30, ou les Recommandations T.563, T.503 et T.521, définit un format de données d'image polychrome qui pourra être utilisé par les services de télécopie couleur et par les autres services télématiques.

2 Objet

2.1 La présente Recommandation définit une méthode de représentation des données chromatiques, qui permet à un destinataire de reproduire les données d'image polychrome, telles qu'elles ont été spécifiées par l'expéditeur. Les valeurs de base s'appliquent aux données d'image polychrome sur papier (imprimées).

2.2 On suppose que lorsqu'un service est assuré en mettant en œuvre la présente Recommandation, toutes les caractéristiques secondaires sont sujettes à négociation.

3 Références

La présente Recommandation se réfère à certaines dispositions des textes suivants qui de ce fait en sont partie intégrante. Les versions indiquées étaient en vigueur au moment de la publication de la présente Recommandation. Tout texte étant sujet à révision, les utilisateurs de la présente Recommandation sont invités à se reporter, si possible, aux versions les plus récentes des références normatives suivantes.

- Publication CIE n° 15.2 (1986), *Colorimétrie*, 2^e édition.
- ISO 5-1 à 5-4 (1983-1985), *Photographie – Mesurage des densités*.
- ISO 13655:1996, *Technologie graphique – Mesurage spectral et calcul colorimétrique relatifs aux images dans les arts graphiques*.

4 Définitions

Les définitions de la Recommandation T.411 s'appliquent à la présente Recommandation.

Les définitions de la Publication CIE n° 15.2 s'appliquent à la présente Recommandation.

Pour les besoins de la présente Recommandation, la définition supplémentaire suivante s'applique également:

CIELAB: espace chromatique de coordonnées CIE $L^*a^*b^*$.

5 Conventions

Les conventions de la Publication CIE n° 15.2 s'appliquent à la présente Recommandation.

Les conventions de l'ISO 13655 s'appliquent à la présente Recommandation.

6 Modèle de représentation chromatique

6.1 Aperçu général

Pour représenter de manière précise et unique les informations de demi-teintes polychromes, il est nécessaire de définir un espace chromatique d'échange indépendant du matériel utilisé. Cet espace doit permettre le codage de l'ensemble des données d'une image sur papier vue dans des conditions déterminées d'éclairage et d'observation.

Un exemple d'utilisation de ce modèle est donné dans ce qui suit. L'expéditeur analyse l'original polychrome en se référant à un espace chromatique spécifique propre au matériel, qui peut dépendre de l'illuminant ou des filtres du dispositif de lecture optique. Il convertit ensuite les données chromatiques liées au matériel, dans la représentation chromatique d'échange, puis code ces données en utilisant un algorithme de codage tel que celui de la Recommandation T.81 (JPEG). Lorsqu'il les reçoit, le destinataire décode les données et les convertit dans l'espace chromatique lié à son matériel.

Pour définir la représentation chromatique, il est nécessaire de spécifier le point blanc, l'illuminant et la palette chromatique utilisés dans la représentation d'échange.

A titre d'option, on peut spécifier certaines informations additionnelles permettant d'obtenir une reproduction des couleurs meilleure et/ou plus agréable.

6.2 Recommandation concernant la représentation chromatique

6.2.1 Espace chromatique L*a*b* CIE 1976 (CIELAB)

6.2.1.1 Spécification de l'espace chromatique

Dans la présente Recommandation, l'espace CIELAB est la valeur principale. D'autres espaces chromatiques pourront être ajoutés à l'avenir à des fins d'interopérabilité.

La conversion de données de mesure spectrale en données d'espace chromatique CIE XYZ est définie dans l'ISO 13655.

La transformation de l'espace chromatique CIE XYZ en espace chromatique CIELAB est définie dans la publication CIE n° 15.2 (voir l'Appendice II).

Le point blanc, l'illuminant et la palette chromatique sont spécifiés aux 6.2.1.2 et 6.2.1.3.

6.2.1.2 Point blanc et illuminant

L'illuminant D50 de la CIE et son point blanc réfléchissant parfaitement diffusant ($X_0 = 96,422$; $Y_0 = 100,000$; $Z_0 = 82,521$) sont les valeurs de base. Les autres illuminants et/ou points blancs sont facultatifs et doivent être négociés avant utilisation. Les valeurs facultatives appellent un complément d'étude.

6.2.1.3 Palette chromatique

La palette chromatique principale est choisie de manière à couvrir la réunion des palettes chromatiques des dispositifs d'impression disponibles, observées sous D50. Les intervalles de variation des coordonnées L^* , a^* , b^* sont les suivants, leur expression exacte étant donnée plus loin:

$$\begin{aligned}L^* &= [0, 100] \\a^* &= [-85, 85] \\b^* &= [-75, 125]\end{aligned}$$

La palette chromatique est exprimée comme un DÉCALAGE dans l'espace de communication et comme un INTERVALLE, à l'exception des valeurs minimales et maximales qui ont été explicitement définies plus haut.

On effectuera comme suit les calculs permettant d'obtenir, à partir des valeurs réelles des coordonnées $L^*a^*b^*$, des nombres entiers codés en binaire de type $n_L n_a n_b$ ces nombres étant exprimés par $N_L N_a N_b$:

$$\begin{aligned}N_L &= [(2^{n_L} - 1)/INTERVALLE_L] \times L^* + DÉCALAGE_L \\N_a &= [(2^{n_a} - 1)/INTERVALLE_a] \times a^* + DÉCALAGE_a \\N_b &= [(2^{n_b} - 1)/INTERVALLE_b] \times b^* + DÉCALAGE_b\end{aligned}$$

Les couples (INTERVALLE, DECALAGE) pour l'intervalle de base L^* , a^* et b^* , dans le cas où $N_L N_a N_b$ sont les entiers codés en binaire $n_L n_a n_b$, sont les suivantes:

Variable	Intervalle	Décalage
L^*	100,00	0
a^*	170,00	$2^{n_a - 1}$
b^*	200,00	$2^{n_b - 2} + 2^{n_b - 3}$

Dans le cas de valeurs codées sur 8 bits, le calcul est effectué comme suit pour l'intervalle de base:

$$\begin{aligned} N_L &= [255/100] \times L^* \\ N_a &= [255/170] \times a^* + 128 \\ N_b &= [255/200] \times b^* + 96 \end{aligned}$$

Dans le cas de valeurs codées sur 12 bits, le calcul est effectué comme suit pour l'intervalle de base:

$$\begin{aligned} N_L &= [4095/100] \times L^* \\ N_a &= [4095/170] \times a^* + 2048 \\ N_b &= [4095/200] \times b^* + 1536 \end{aligned}$$

Les autres valeurs de palette chromatique sont facultatives et doivent être négociées avant utilisation.

Par exemple, l'intervalle facultatif suivant:

$$\begin{aligned} L^* &= [0, 100] \\ a^* &= [-128, 127] \\ b^* &= [-128, 127] \end{aligned}$$

sera exprimé par la paire intervalle/décalage suivante, dans le cas de valeurs codées sur 8 bits:

$$\begin{aligned} N_L &= [255/100] \times L^* \\ N_a &= [255/255] \times a^* + 128 \\ N_b &= [255/255] \times b^* + 128 \end{aligned}$$

Dans le cas d'une image visualisée, on peut utiliser une palette facultative car la palette d'un dispositif de visualisation est différente de celle d'un dispositif d'impression.

A noter que les valeurs de L^* supérieures à 100 ne sont pas interdites, mais qu'elles ne sont en général pas reproductibles, car elles correspondent à des couleurs pouvant être produites par fluorescence ou par réflexion spéculaire dans le cas d'une impression. Dans le cas d'une visualisation, les composantes trichromatiques X, Y, Z des données d'image doivent être normalisées selon la règle que la composante Y maximale ne doit pas dépasser 100. Habituellement, on peut utiliser pour cette normalisation la valeur Y maximale d'un moniteur ou d'une image. Les valeurs négatives de L^* n'ont pas de signification physique.

En outre, les valeurs de a^* hors de l'intervalle $[-500, 500]$ et les valeurs de b^* hors de l'intervalle $[-200, 200]$ ne peuvent pas être représentées par des composantes trichromatiques X, Y, Z et n'ont pas de signification.

7 Informations relatives à la reproduction des couleurs

Des informations relatives à la reproduction des couleurs peuvent, à titre d'option, être fournies en plus des valeurs absolues (des coordonnées $L^*a^*b^*$) pour les données d'image chromatique. Ces informations peuvent être utilisées pour une reproduction meilleure et/ou plus agréable. Ces informations sont décrites dans le Tableau 1 et ne constituent pas une caractéristique de base.

Tableau 1/T.42 – Liste des informations relatives à la reproduction des couleurs

N°	Du destinataire à l'expéditeur	De l'expéditeur au destinataire	Type de donnée
1	Blanc du dispositif (Blanc papier pour impression, blanc d'écran pour visualisation)	Blanc original*	L*a*b*
2	Noir du dispositif (Colorants cyan + magenta + jaune ou + colorant noir pour impression, noir d'écran pour visualisation)	Noir original*	L*a*b*
3	Cyan du dispositif (Colorant cyan pour impression, luminophores vert + bleu pour visualisation)	Cyan original*	L*a*b*
4	Magenta du dispositif (Colorant magenta pour impression, luminophores bleu + rouge pour visualisation)	Magenta original*	L*a*b*
5	Jaune du dispositif (Colorant jaune pour impression, luminophores rouge + vert pour visualisation)	Jaune original*	L*a*b*
6	Rouge du dispositif (Colorants magenta + jaune pour impression, luminophore rouge pour visualisation)	Rouge original*	L*a*b*
7	Vert du dispositif (Colorants jaune + cyan pour impression, luminophore vert pour visualisation)	Vert original*	L*a*b*
8	Bleu du dispositif (Colorants cyan + magenta pour impression, luminophore bleu pour visualisation)	Bleu original*	L*a*b*

* Le qualificatif «original» signifie que la couleur ne correspond pas seulement à la palette du dispositif d'entrée mais qu'elle correspond parfois à la palette des données originales de l'image.

Appendice I

Méthodes de calcul colorimétrique à partir de mesures spectrales

Ce qui suit est un bref résumé des éléments présentés dans l'ISO 13655, *Technologie graphique – Mesurage spectral et calcul colorimétrique pour les images dans les arts graphiques*.

Les mesures sont relevées sur un intervalle allant d'au moins 400 nm à au moins 700 nm inclus, à intervalles de 20 nm au maximum. La référence pour les données spectrales sera fondée sur des données calculées à intervalles de 10 nm pour une fonction spectrale triangulaire avec une largeur de bande de 10 nm à mi-puissance. Les mesures seront effectuées après avoir posé l'échantillon sur un support noir, selon la description donnée au sous-paragraphe 4.7 de l'ISO 5, Partie 4. La géométrie de mesure du facteur de réflexion sera à 45/0 ou 0/45, comme l'indique l'ISO 5, Partie 4. La résolution de mesure sera arrondie au plus proche 0,01% de la réponse d'un réflecteur parfaitement diffusant.

Les composantes trichromatiques du blanc de référence sous l'illuminant D50 seront par définition $X_n = 96,422$; $Y_n = 100,000$; $Z_n = 82,521$. Les pondérations spectrales pour l'illuminant D50 et l'observateur à 2° sont données dans le Tableau I.1. Ces pondérations W_x , W_y et W_z seront utilisées de la manière suivante pour obtenir les composantes trichromatiques:

$$X = \sum_{\lambda} (R(\lambda) W_x(\lambda))$$

la sommation étant effectuée sur toutes les valeurs de λ entre 360 nm et 780 nm. R est la valeur du facteur de réflexion en fonction de la longueur d'onde (λ).

**Tableau I.1/T.42 – Pondérations spectrales (W) pour l'illuminant D50 et l'observateur à 2°
pour le calcul des composantes trichromatiques à intervalles de 10 nm**

Longueur d'onde (nm)	W(X)	W(Y)	W(Z)
360	0000,000	0000,000	00000,001
370	0000,001	0000,000	00000,005
380	0000,003	0000,000	00000,013
390	0000,012	0000,000	00000,057
400	0000,060	0000,002	00000,285
410	0000,234	0000,006	00001,113
420	0000,775	0000,023	00003,723
430	0001,610	0000,066	00007,862
440	0002,453	0000,162	00012,309
450	0002,777	0000,313	00014,647
460	0002,500	0000,514	00014,346
470	0001,717	0000,798	00011,299
480	0000,861	0001,239	00007,309
490	0000,283	0001,839	00004,128
500	0000,040	0002,948	00002,466
510	0000,088	0004,632	00001,447
520	0000,593	0006,587	00000,736
530	0001,590	0008,308	00000,401
540	0002,799	0009,197	00000,196
550	0004,207	0009,650	00000,085
560	0005,657	0009,471	00000,037
570	0007,132	0008,902	00000,020
580	0008,540	0008,112	00000,015
590	0009,255	0006,829	00000,010
600	0009,835	0005,838	00000,007
610	0009,469	0004,753	00000,004
620	0008,009	0003,573	00000,002
630	0005,926	0002,443	00000,001
640	0004,171	0001,629	00000,000
650	0002,609	0000,984	00000,000
660	0001,541	0000,570	00000,000
670	0000,855	0000,313	00000,000
680	0000,434	0000,158	00000,000
690	0000,194	0000,070	00000,000
700	0000,097	0000,035	00000,000
710	0000,050	0000,018	00000,000
720	0000,022	0000,008	00000,000
730	0000,012	0000,004	00000,000
740	0000,006	0000,002	00000,000
750	0000,002	0000,001	00000,000
760	0000,001	0000,000	00000,000
770	0000,001	0000,000	00000,000
780	0000,000	0000,000	00000,000
Total	X = 96,421	Y = 99,997	Z = 82,524

NOTE – Ce tableau est extrait de la norme ASTM E308 – 1985. Les totaux devront servir de mots de contrôle pour les pondérations spectrales; ces valeurs ne sont pas normatives pour les composantes trichromatiques du point blanc.

Appendice II

Calcul des coordonnées CIELAB à partir des composantes XYZ de la CIE

Les coordonnées d'espace chromatique $L^*a^*b^*$ (CIE-1976) sont calculées à partir des composantes trichromatiques X, Y, Z, mesurées selon la procédure définie dans l'Appendice I. X_n , Y_n et Z_n sont les composantes trichromatiques du blanc de référence.

En utilisant ces valeurs:

$$\begin{aligned}L^* &= 116 (Y/Y_n)^{1/3} - 16 && \text{pour } Y/Y_n > 0,008856 \\L^* &= 903,3 Y/Y_n && \text{pour } Y/Y_n \leq 0,008856 \\a^* &= 500 [(X/X_n)^{1/3} - (Y/Y_n)^{1/3}] \\b^* &= 200 [(Y/Y_n)^{1/3} - (Z/Z_n)^{1/3}]\end{aligned}$$

De plus, si l'un des rapports X/X_n , Y/Y_n ou Z/Z_n est inférieur ou égal à 0,008856, il est remplacé dans les formules précédentes par $7,7867F + 16/116$, où F représente selon le cas la fraction X/X_n , Y/Y_n ou Z/Z_n .

Référence

- Publication CIE n° 15.2 (1986), *Colorimétrie*, 2^e édition.

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

- Série A Organisation du travail de l'UIT-T
- Série B Moyens d'expression: définitions, symboles, classification
- Série C Statistiques générales des télécommunications
- Série D Principes généraux de tarification
- Série E Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
- Série F Services de télécommunication non téléphoniques
- Série G Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques
- Série H Systèmes audiovisuels et multimédias
- Série I Réseau numérique à intégration de services
- Série J Transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
- Série K Protection contre les perturbations
- Série L Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
- Série M Maintenance: systèmes de transmission, de télégraphie, de télécopie, circuits téléphoniques et circuits loués internationaux
- Série N Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
- Série O Spécifications des appareils de mesure
- Série P Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
- Série Q Commutation et signalisation
- Série R Transmission télégraphique
- Série S Equipements terminaux de télégraphie
- Série T Terminaux des services télématiques**
- Série U Commutation télégraphique
- Série V Communications de données sur le réseau téléphonique
- Série X Réseaux pour données et communication entre systèmes ouverts
- Série Z Langages de programmation