

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61966-3

Première édition
First edition
2000-03

**Systèmes et appareils multimédia –
Mesure et gestion de la couleur –**

**Partie 3:
Appareils utilisant des tubes cathodiques**

**Multimedia systems and equipment –
Colour measurement and management –**

**Part 3:
Equipment using cathode ray tubes**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61966-3:2000

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- **«Site web» de la CEI***
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61966-3

Première édition
First edition
2000-03

**Systèmes et appareils multimédia –
Mesure et gestion de la couleur –**

**Partie 3:
Appareils utilisant des tubes cathodiques**

**Multimedia systems and equipment –
Colour measurement and management –**

**Part 3:
Equipment using cathode ray tubes**

© IEC 2000 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

V

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
Articles	
1 Domaine d'application	10
2 Références normatives.....	10
3 Termes et définitions.....	12
4 Lettres et symboles	12
5 Conditions.....	14
5.1 Conditions d'environnement	14
5.2 Conditions de mesures.....	14
5.3 Données numériques en entrée	18
6 Appareils de mesure	20
6.1 Spectroradiomètre.....	20
6.2 Colorimètre.....	20
7 Caractéristiques spectrales et intensité des stimuli primaires et blanc.....	22
7.1 Caractéristiques à mesurer	22
7.2 Conditions de mesure	22
7.3 Méthode de mesure	22
7.4 Présentation des résultats	24
8 Caractéristiques colorimétriques de base	24
8.1 Caractéristiques à mesurer	24
8.2 Méthode de mesure	26
8.3 Présentation des résultats	26
9 Caractéristiques de niveaux	28
9.1 Caractéristiques à mesurer	28
9.2 Conditions de mesure	30
9.3 Méthode de mesure	30
9.4 Présentation des résultats	30
10 Dépendance inter-voie	36
10.1 Caractéristiques à mesurer	36
10.2 Conditions de mesure	36
10.3 Méthode de mesure	36
10.4 Présentation des résultats	40
11 Non-uniformité spatiale	42
11.1 Caractéristiques à mesurer	42
11.2 Conditions de mesure	42
11.3 Méthode de mesure	44
11.4 Présentation des résultats	46
12 Stabilité dans le temps	48
12.1 Stabilité à court terme	48
12.1.1 Caractéristiques à mesurer.....	48
12.1.2 Conditions de mesure.....	48
12.1.3 Méthode de mesure.....	48
12.1.4 Présentation des résultats	48

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
Clause	
1 Scope	11
2 Normative references	11
3 Terms and definitions	13
4 Letters and symbols	13
5 Conditions	15
5.1 Environmental conditions	15
5.2 Conditions of measurements	15
5.3 Input digital data	19
6 Measurement equipment	21
6.1 Spectroradiometer	21
6.2 Colorimeter	21
7 Spectral characteristics and intensity of the primaries and white stimuli	23
7.1 Characteristics to be measured	23
7.2 Measurement conditions	23
7.3 Method of measurement	23
7.4 Presentation of results	25
8 Basic colorimetric characteristics	25
8.1 Characteristics to be measured	25
8.2 Method of measurement	27
8.3 Presentation of results	27
9 Tone characteristics	29
9.1 Characteristics to be measured	29
9.2 Measurement conditions	31
9.3 Method of measurement	31
9.4 Presentation of results	31
10 Inter-channel dependency	37
10.1 Characteristics to be measured	37
10.2 Measurement conditions	37
10.3 Method of measurement	37
10.4 Presentation of results	41
11 Spatial non-uniformity	43
11.1 Characteristics to be measured	43
11.2 Measurement conditions	43
11.3 Method of measurement	45
11.4 Presentation of results	47
12 Temporal stability	49
12.1 Short-term stability	49
12.1.1 Characteristics to be measured	49
12.1.2 Measurement conditions	49
12.1.3 Method of measurement	49
12.1.4 Presentation of results	49

12.2	Stabilité à moyen terme.....	50
12.2.1	Caractéristiques à mesurer.....	50
12.2.2	Conditions de mesure.....	50
12.2.3	Méthode de mesure.....	52
12.2.4	Présentation des résultats	52
13	Réflexion en surface	54
13.1	Caractéristiques à mesurer	54
13.2	Conditions de mesure	54
13.3	Méthode de mesure	56
13.4	Présentation des résultats	56
14	Distorsion de lumière parasite interne.....	58
14.1	Caractéristiques à mesurer	58
14.2	Conditions de mesure	58
14.3	Méthode de mesure	58
14.4	Présentation des résultats	58
Annexe A (normative)	Instruments colorimétriques nécessaires	60
Annexe B (normative)	Autre méthode de mesure de la réflexion en surface.....	62
Annexe C (informative)	Evaluation de l'effet de la source de lumière externe	64
Annexe D (informative)	Evaluation de la distorsion de lumière interne et externe.....	66
Bibliographie		68

12.2	Mid-term stability.....	51
12.2.1	Characteristics to be measured	51
12.2.2	Measurement conditions.....	51
12.2.3	Method of measurement.....	53
12.2.4	Presentation of results.....	53
13	Surface reflection	55
13.1	Characteristics to be measured	55
13.2	Measurement conditions	55
13.3	Method of measurement.....	57
13.4	Presentation of the result	57
14	Internal flare.....	59
14.1	Characteristics to be measured	59
14.2	Measurement conditions	59
14.3	Method of measurement.....	59
14.4	Presentation of results	59
Annex A (normative)	Required colorimetric instruments	61
Annex B (normative)	Alternative method of measurement of surface reflection	63
Annex C (informative)	Evaluation of effect of external light source.....	65
Annex D (informative)	Evaluation of internal and external flare	67
Bibliography		69

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SYSTÈMES ET APPAREILS MULTIMÉDIA – MESURE ET GESTION DE LA COULEUR –

Partie 3: Appareils utilisant des tubes cathodiques

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61966-3 a été établie par le comité d'études 100 de la CEI: Systèmes et appareils audio, vidéo et multimédia.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
100/118/FDIS	100/131/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

La CEI 61966 comprend les parties suivantes, regroupées sous le titre général: Systèmes et appareils multimédia – Mesure et gestion de la couleur:

Partie 1: Généralités (à l'étude)

Partie 2-1: Gestion de la couleur – Espace chromatique RVB par défaut – sRVB (en préparation)

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**MULTIMEDIA SYSTEMS AND EQUIPMENT –
COLOUR MEASUREMENT AND MANAGEMENT –**
Part 3: Equipment using cathode ray tubes

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61966-3 has been prepared by IEC technical committee 100: Audio, video and multimedia systems and equipment.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
100/118/FDIS	100/131/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

IEC 61966 consists of the following parts, under the general title: Multimedia systems and equipment – Colour measurement and management:

Part 1: General (under consideration)

Part 2-1: Colour management – Default RGB colour space – sRGB (in preparation)

Partie 3: Appareils utilisant des tubes cathodiques (en préparation)

Partie 4: Appareils utilisant des afficheurs à cristaux liquides (à publier)

Partie 5: Appareils utilisant des afficheurs à plasma (en préparation)

Partie 6: Appareils utilisés pour les projections de données numériques (à l'étude)

Partie 7: Imprimantes couleur (en préparation)

Partie 8: Scanners multimédia couleur (en préparation)

Partie 9: Appareils numériques de prise de vue (en préparation)

Partie 10: Image en couleur dans les systèmes de réseaux (à l'étude)

Partie 11: Vidéo dégradée dans les systèmes de réseaux (à l'étude)

Les annexes A et B font partie intégrante de la présente norme.

Les annexes C et D sont données uniquement à titre d'information.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2004. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

- Part 3: Equipment using cathode ray tubes (in preparation)
- Part 4: Equipment using liquid crystal display panels (to be published)
- Part 5: Equipment using plasma display panels (in preparation)
- Part 6: Equipment for use on digital data projections (under consideration)
- Part 7: Colour printers (in preparation)
- Part 8: Multimedia colour scanners (in preparation)
- Part 9: Digital cameras (in preparation)
- Part 10: Colour image in network systems (under consideration)
- Part 11: Impaired video in network systems (under consideration)

Annexes A and B form integral parts of this standard.

Annexes C and D are for information only.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2004. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

SYSTÈMES ET APPAREILS MULTIMÉDIA – MESURE ET GESTION DE LA COULEUR –

Partie 3: Appareils utilisant des tubes cathodiques

1 Domaine d'application

Cette partie 3 de la CEI 61966 traite des appareils utilisant des tubes cathodiques (CRT) pour afficher des images en couleurs utilisées dans des applications multimédia.

Une série de méthodes et de paramètres pour les mesures et la gestion de la couleur pour utilisation dans les systèmes et appareils multimédia est applicable à l'évaluation de la reproduction de la couleur. Les méthodes de mesure normalisées dans cette partie sont conçues pour permettre l'évaluation objective de la performance et la caractérisation de la reproduction de la couleur des afficheurs à tube cathodique (CRT) qui acceptent des signaux analogiques ou numériques rouge – vert – bleu aux bornes d'entrée électriques et délivrent en sortie des images en couleurs sur des écrans d'afficheur à tube cathodique. Pour les afficheurs à tubes cathodiques pour lesquels les signaux analogiques sont applicables, les signaux numériques correspondants sont pris en compte. Les résultats mesurés sont destinés à être utilisés à des fins de gestion de la couleur dans des systèmes multimédia.

Cette partie de la CEI 61966 définit les signaux d'essai en entrée, les conditions de mesure et les méthodes de mesure, de manière à permettre la gestion de la couleur et une comparaison détaillée des résultats de mesure.

Le contrôle de la couleur dans un appareil ne fait pas partie du domaine d'application de la présente partie. Elle ne spécifie pas les valeurs limites des divers paramètres.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 61966. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 61966 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60050(845):1987, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 845: Eclairage*¹⁾

ISO 5-4:1995, *Photographie – Mesurage des densités – Partie 4: Conditions géométriques pour la densité instrumentale par réflexion (publié actuellement en anglais seulement)*

ISO/CIE 10526:1991, *Illuminants colorimétriques normalisés CIE*

ISO/CIE 10527:1991, *Observateurs de référence colorimétriques CIE*

CIE 15.2:1986, *Colorimétrie*

CIE 63:1984, *Mesure spectroradiométrique de sources de lumière*

ISO 9241-8:1997, *Exigences ergonomiques pour travail de bureau avec terminaux à écrans de visualisation (TEV) – Partie 8: Exigences relatives aux couleurs affichées*

¹⁾ Egalement Publication CIE 17-4:1987, *Vocabulaire international de l'éclairage*.

MULTIMEDIA SYSTEMS AND EQUIPMENT – COLOUR MEASUREMENT AND MANAGEMENT –

Part 3: Equipment using cathode ray tubes

1 Scope

This part of IEC 61966 deals with equipment using cathode ray tubes (CRT) to display colour images for use in multimedia applications.

A series of methods and parameters for colour measurements and management for use in multimedia systems and equipment is applicable to the assessment of colour reproduction. The methods of measurement standardized in this part are designed to make possible the objective performance assessment and characterization of colour reproduction of CRT displays which accept red – green – blue analogue or digital signals from electrical input terminals and output colour images on CRT display screens. For CRT displays to which analogue signals are applicable, corresponding digital signals shall be taken into account in applying this part of IEC 61966. The measured results are intended to be used for the purpose of colour management in multimedia systems.

This part of IEC 61966 defines input test signals, measurement conditions and methods of measurement, so as to make possible the colour management and comprehensive comparison of the results of measurements.

Colour control within equipment is outside the scope of this part of IEC 61966. It does not specify limiting values for various parameters.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 61966. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 61966 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of ISO and IEC maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60050(845):1987, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 845: Lighting* ¹⁾

ISO 5-4:1995, *Photography – Density measurements – Part 4: Geometric conditions for reflection density*

ISO/CIE 10526:1991, *CIE standard colorimetric illuminants*

ISO/CIE 10527:1991, *CIE standard colorimetric observers*

CIE 15.2:1986, *Colorimetry*

CIE 63:1984, *The spectroradiometric measurement of light sources*

ISO 9241-8:1997, *Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 8: Requirements for displayed colours*

¹⁾ This is also CIE Publication 17-4:1987, *International Lighting Vocabulary*.

3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 61966, les définitions de la CEI 60050(845), ainsi que les définitions suivantes s'appliquent.

3.1

luminance de fond

image sur l'écran de l'afficheur à tube cathodique (CRT) distincte de la zone d'essai

3.2

motif de couleur, zone d'essai

image carrée en couleurs sur un écran de CRT, soumise à la mesure, dans laquelle les données d'entrée pour les voies rouge, verte et bleue sont conservées constantes dans la zone d'image

3.3

afficheur à tube cathodique (CRT)

tous appareils multimédia utilisant un tube cathodique pour présenter des images en couleurs destinées à être vues par des personnes

3.4

hauteur effective d'écran

dimension verticale de la zone dans laquelle peut être produite une image

3.5

largeur effective d'écran

dimension horizontale de la zone dans laquelle peut être produite une image

3.6

signal (image) normalisé(e)

signal d'entrée divisé par sa valeur pleine échelle. Voir également 5.3

3.7

incertitude (de mesure)

paramètre associé au résultat d'une mesure, qui caractérise la dispersion des valeurs qui peut être raisonnablement attribuée à la grandeur particulière mesurée. Voir [9]*

4 Lettres et symboles

Les notations adoptées dans la présente partie de la CEI 61966 sont résumées ci-après.

N	Nombre de bits de données numériques par voie.
M	Nombre entier maximal pour système à N bits non négatif, $M = 2^N - 1$.
D_R, D_V, D_B	Données numériques appliquées aux voies rouge, verte et bleue, respectivement.
R, V, B	Niveau d'entrée normalisé pour les voies rouge, verte et bleue, respectivement.
X, Y, Z	Données brutes mesurées en utilisant les spectroradiomètres et les colorimètres correspondants aux composantes trichromatiques. Y est exprimé en candela par mètre carré.
R', V', B'	Données linéarisées pour les voies rouge, verte et bleue en tenant compte des caractéristiques respectives de valeurs de niveaux.

* Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie.

3 Terms and definitions

For the purposes of this part of IEC 61966, the definitions in IEC 60050(845) and the following definitions apply.

3.1

background

image on a screen of the CRT display other than test area

3.2

colour patch, test area

square colour image on a screen of the CRT display to be measured, in which the input data for the red, green and blue channels are kept constant within the image area

3.3

CRT display

any multimedia equipment using a cathode ray tube to present colour images for viewing by people

3.4

effective screen height

vertical dimension of the area where a picture can be produced

3.5

effective screen width

horizontal dimension of the area where a picture can be produced

3.6

normalised (image) signal

input signal divided by its full scale value (see also 5.3)

3.7

uncertainty (of measurement)

parameter, associated with the result of a measurement, that characterizes the dispersion of the values that could reasonably be attributed to the particular quantity subject to measurement (see also [9]*)

4 Letters and symbols

The notations consistently adopted in this part of IEC 61966 are summarised below.

N	The number of bits in digital data for each channel.
M	Maximum integer for non-negative N-bit system; $M = 2^N - 1$.
D_R, D_G, D_B	Digital data applied, respectively, to red, green and blue channels.
R, G, B	Normalised input level to red, green and blue channels, respectively.
X, Y, Z	Measured raw data using spectroradiometers and colorimeters corresponding to tristimulus values. Y is in candela per square metre.
R', G', B'	Linearised data for red, green and blue channels taking into account respective tone characteristics.

* Figures in square brackets refer to the bibliography.

X', Y', Z'	Composantes trichromatiques normalisées par Y_n (cd/m ²) pour un blanc de crête.
h	Hauteur effective d'écran.
w	Largeur effective d'écran.
d	Distance entre la face de l'afficheur et l'appareil de mesure: $d \geq 4h$.

5 Conditions

5.1 Conditions d'environnement

Toutes les mesures spécifiées dans cette norme doivent être effectuées dans une zone exempte de champs électromagnétiques significatifs. Toutes les mesures spécifiées dans cette norme, à l'exception de celle de l'article 13, doivent être effectuées dans une salle sombre. Il y a lieu de prêter une attention particulière pour éviter l'illumination par réflexion provoquée par l'environnement (plateau de table, mur, etc.) et l'éclairage direct par des indicateurs lumineux d'instruments de mesure.

Il convient qu'une heure de préchauffage précède les mesures de 7.2, 9.2, 10.2, 11.2 et 14.2, sauf spécification contraire du fabricant de l'appareil.

Il convient que la tension et la fréquence du secteur correspondent à la valeur assignée spécifiée par le fabricant de l'afficheur à tube cathodique. Lorsque la tension du secteur fluctue, une alimentation stabilisée doit être utilisée pour maintenir la tension d'alimentation dans les limites de 5 % de la valeur assignée.

D'autres conditions d'environnement, telles que la température ambiante et l'humidité relative, doivent être consignées avec les résultats de mesures.

Si des conditions d'environnement complémentaires sont décrites dans les spécifications du fabricant, il y a lieu d'en tenir compte.

5.2 Conditions de mesures

- Le contraste, la luminosité et les réglages complémentaires doivent être placés dans les positions de préréglage spécifiées par le fabricant de l'appareil en cours de mesure. Lorsque le réglage n'est pas celui spécifié par le fabricant, la position réelle ou la valeur correspondante doit être consignée avec les résultats des mesures.
- La disposition de l'équipement pour les mesures sans contact doit être conforme à la figure 1. L'équipement comprend un spectroradiomètre ou un colorimètre sans contact, en fonction des caractéristiques à mesurer. L'axe optique de l'instrument doit être perpendiculaire au centre de la surface de l'afficheur à tube cathodique (CRT). La distance d doit être supérieure ou égale à $4h$.

NOTE Il est recommandé de prendre des précautions de manière que les vibrations n'aient pas d'influence sur la mesure et qu'il ne manque aucun élément d'image dans le champ de vision de l'instrument de mesure.

X', Y', Z'	Tristimulus values normalised by Y_n (cd/m^2) for a peak white.
h	Effective height of the CRT display.
w	Effective width of the CRT display.
d	Distance between the face plate of the CRT display and the measuring instrument; $d \geq 4h$.

5 Conditions

5.1 Environmental conditions

All measurements specified in this standard shall be carried out in an area free from significant electromagnetic fields. All the measurements in this standard, except those in clause 13, shall be performed in a dark room environment. Particular attention should be paid to preventing reflected illumination caused by the ambient objects (desktop, wall, etc.) and direct illumination from light-emitting indicators of measuring instruments.

One hour of warm-up time should precede the measurements in 7.2, 9.2, 10.2, 11.2 and 14.2, unless otherwise specified by the manufacturer of the equipment.

The mains voltage and frequency should be at the rated value specified by the manufacturer of a CRT display. When the mains voltage fluctuates, a regulated power supply shall be used to maintain the supply voltage to within 5 % of the rated value.

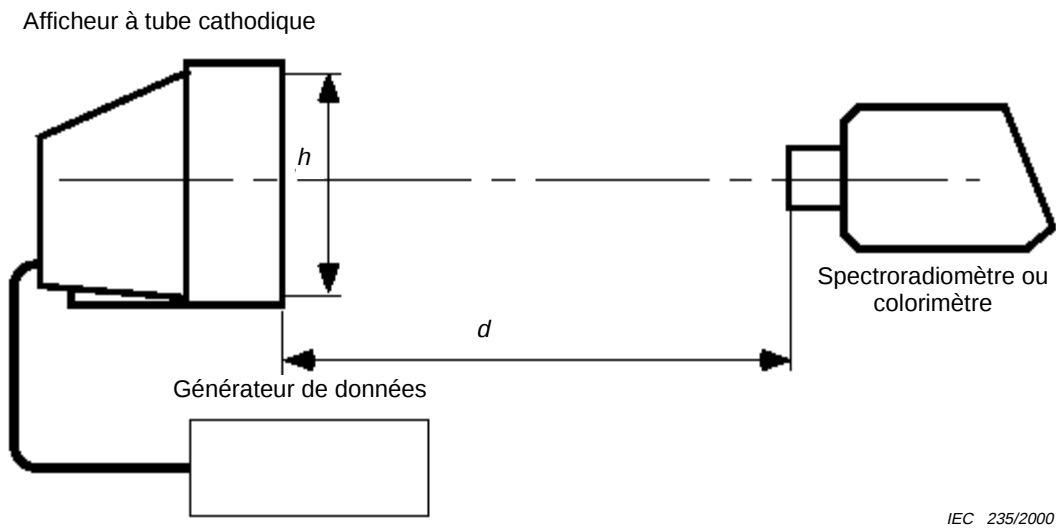
Other environmental conditions such as room temperature and relative humidity shall be reported together with the results of the measurements.

If additional environmental conditions are described in the manufacturer's specifications, these should be taken into account.

5.2 Conditions of measurements

- a) Contrast, brightness and additional adjustments shall be set to the positions specified by the manufacturer of the CRT display under measurement. When the adjustment is not in line with the manufacturer's specification, the actual position or corresponding value shall be reported with the results of the measurements.
- b) Equipment arrangement for non-contact measurements shall be as shown in Figure 1. This arrangement incorporates a spectroradiometer or a non-contact colorimeter, depending on the characteristics to be measured. The instrument optical axis shall be normal to the centre of the surface of the CRT display. The distance d shall be $4h$ or greater.

NOTE It is recommended to take precautions so that the measurement is not influenced by vibration and no picture elements are missing within the field of view of the measuring instrument.

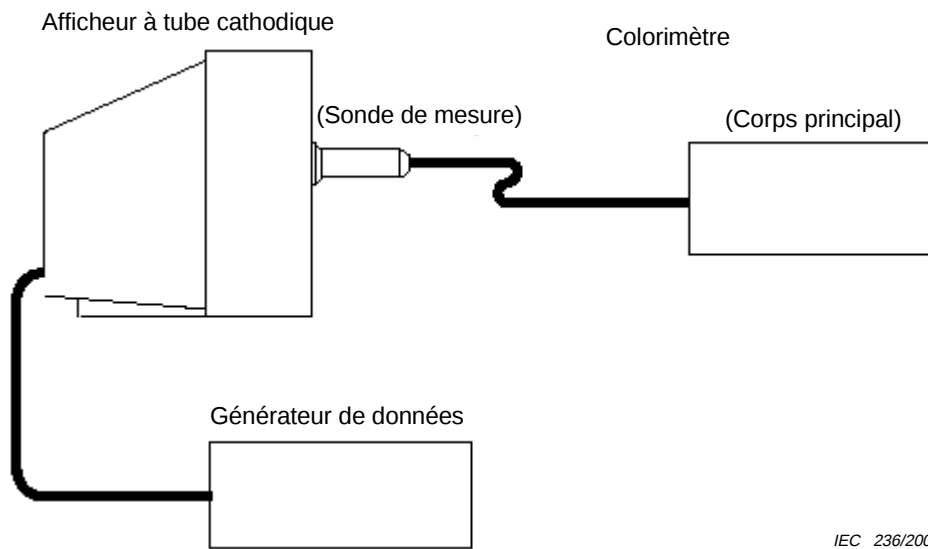


IEC 235/2000

h : Hauteur effective d'écran.

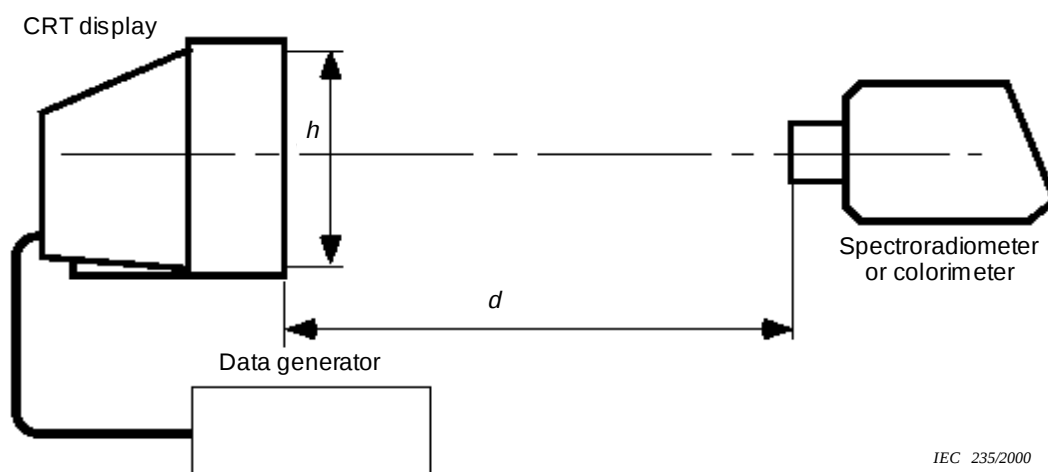
Figure 1 – Disposition de l'équipement pour mesures sans contact

- c) La disposition pour les mesures au contact doit être conforme à la figure 2, où l'on place une sonde de mesure sur le face de l'écran à tube cathodique (CRT).



IEC 236/2000

Figure 2 – Disposition de l'équipement pour les mesures au contact



h : Effective screen height

Figure 1 – Equipment arrangement for non-contact measurements

- c) The arrangement for contact measurements by colorimeters shall be as shown in Figure 2, where a measurement probe is placed on the CRT face plate.

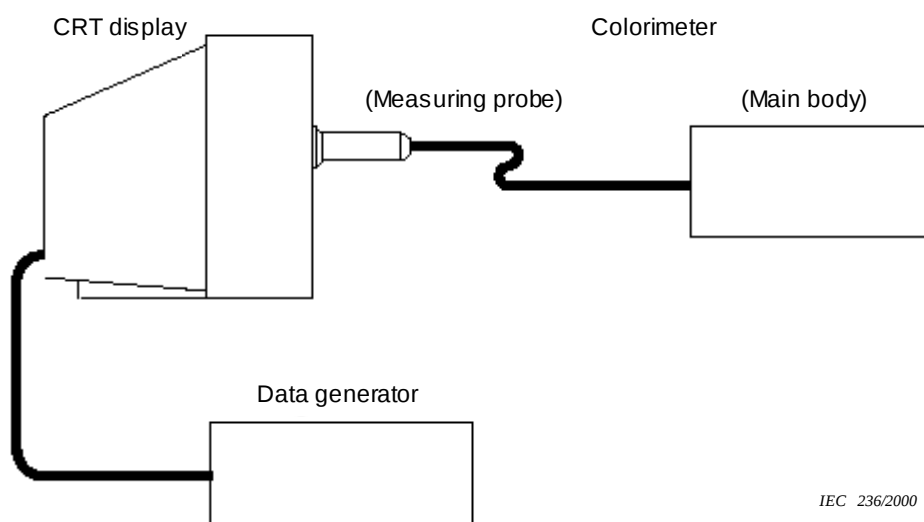
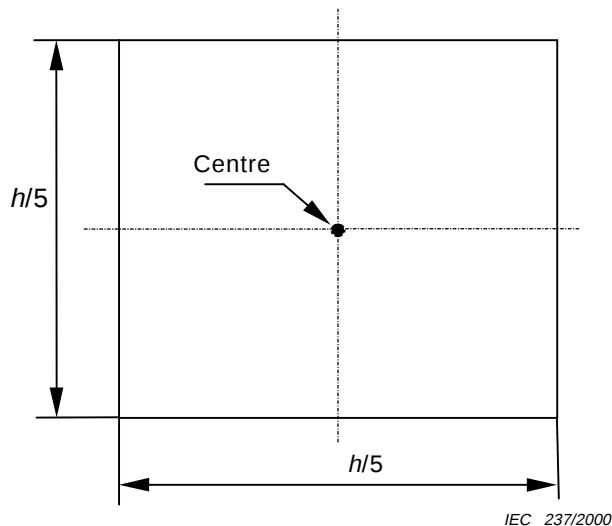


Figure 2 – Equipment arrangement for contact measurements

- d) Les signaux d'essai appliqués aux voies rouge, verte et bleue doivent produire sur l'écran un motif de couleur de la taille représentée à la figure 3. La position du motif de couleur doit avoir comme référence le centre, comme sur la figure 3. La luminance de fond doit être noire, sauf spécification contraire.



h : Hauteur effective d'écran.

Figure 3 – Dimension d'un motif de couleur

- e) La zone mesurée doit être une zone circulaire, centrée sur le motif de couleur, de diamètre compris entre $0,05 h$ et $0,15 h$.

NOTE Si le diamètre de la zone ne satisfait pas à cette exigence pour des afficheurs de très grandes ou de très petites dimensions, une autre condition de mesure peut être utilisée.

5.3 Données numériques en entrée

La relation entre les données numériques en entrée, D_R, D_V, D_B , de N bits par voie et le niveau de signal normalisé correspondant R, V, B pour le calcul doit être la suivante:

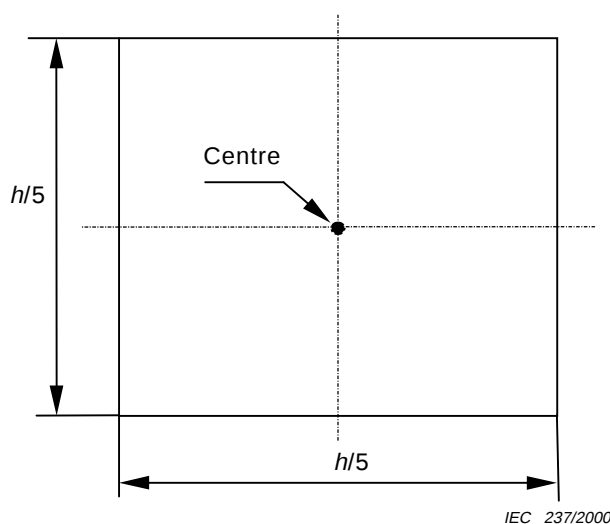
$$R_i = \frac{D_{R_i}}{2^N - 1}$$

$$V_i = \frac{D_{V_i}}{2^N - 1}$$

$$B_i = \frac{D_{B_i}}{2^N - 1}$$

où un indice i indique le palier de mesure de rang i .

- d) Test signals applied to red, green and blue channels shall result in a colour patch of the size shown in Figure 3 on the CRT display. The positioning of the colour patch shall be referred to by the centre as in Figure 3. The background shall be black, unless otherwise specified.



h : Effective screen height

Figure 3 – Size of a colour patch

- e) The measured area shall be a circular area, centred on the colour patch, with a diameter between $0,05 h$ and $0,15 h$.

NOTE If the diameter of the area does not meet the requirement for extremely large or small CRT displays, another measure may be used.

5.3 Input digital data

Relationship between input digital data, D_R , D_G , D_B , of N bits per channel and corresponding normalised signal level R , G , B for calculation shall be

$$R_i = \frac{D_{R_i}}{2^N - 1}$$

$$G_i = \frac{D_{G_i}}{2^N - 1}$$

$$B_i = \frac{D_{B_i}}{2^N - 1}$$

where an index i denotes the i -th measurement step.

6 Appareils de mesure

6.1 Spectroradiomètre

Il convient d'utiliser, pour les mesures, un spectroradiomètre ayant les spécifications suivantes:

- | | |
|---------------------------------------|--|
| a) gamme de longueurs d'onde | au moins de 380 nm à 780 nm; |
| b) champ de vision | entre 0,1° et 2,0°; |
| c) incertitude sur la longueur d'onde | inférieure à 0,5 nm dans toute la gamme de longueurs d'onde; |
| d) pas de mesure | 5 nm ou inférieur; |
| e) largeur de bande | 5 nm ou inférieure; |
| f) reproductibilité | 0,001 en x , y et 0,5 % en luminance (cd/m^2); |
| g) incertitude | 0,005 en x , y pour le rouge, le vert, le bleu et le blanc d'un afficheur à tube cathodique et 4 % en luminance (cd/m^2). |

(x , y) sont les coordonnées chromatiques CIE 1931.

NOTE 1 Il convient d'effectuer un étalonnage périodique avec une source étalon de répartition de puissance spectrale connue.

NOTE 2 De plus amples précisions techniques de conception, de caractérisation et d'étalonnage des spectroradiomètres figurent dans la CIE 63 et en [7].

NOTE 3 Il convient que le champ de vision soit choisi de même que la distance d , de sorte que la surface mesurée sur l'afficheur à tube cathodique satisfasse à 5.2 e).

6.2 Colorimètre

Il convient que le colorimètre soit conforme aux spécifications suivantes:

- | | |
|--|--|
| a) zone de mesure (type contact) | 0,05 h à 0,15 h , où h est la hauteur effective d'écran de l'afficheur à tube cathodique; |
| b) champ de vision (type sans contact) | toute valeur comprise entre 0,1° et 2,0°; |
| c) sensibilité spectrale | conforme aux fonctions d'égalisation de couleur de degré CIE 2, comme défini dans l'ISO/CIE 10527; |
| d) reproductibilité | 0,002 en x , y et 0,5 % pour la luminance; |
| e) incertitude | 0,005 en x , y pour le rouge, le vert, le bleu et le blanc de l'afficheur à tube cathodique et 4 % en luminance (en cd/m^2). |

(x , y) sont les coordonnées chromatiques CIE 1931 définies dans la CIE 15.2.

NOTE 1 Il convient que le champ de vision soit choisi, de même que la distance d , de sorte que la surface mesurée sur l'afficheur à tube cathodique (CRT) satisfasse à 5.2 e).

NOTE 2 Si l'incertitude d'origine du colorimètre ne satisfait pas à cette recommandation, des méthodes de correction sont disponibles pour améliorer la précision concernant la mesure de la présentation sur écran cathodique (voir [1] [2] et [13]).

NOTE 3 Il convient que l'instrument soit étalonné périodiquement pour répondre à la recommandation d'incertitude donnée en e).

6 Measurement equipment

6.1 Spectroradiometer

A spectroradiometer with the following specifications should be used for the measurements.

- | | |
|---------------------------|--|
| a) wavelength range | including 380 nm to 780 nm |
| b) field of view | between 0,1° and 2,0° |
| c) wavelength uncertainty | less than 0,5 nm throughout the wavelength range |
| d) scanning interval | 5 nm or less |
| e) bandpath | 5 nm or less |
| f) repeatability | 0,001 in x , y and 0,5 % in luminance (cd/m^2) |
| g) uncertainty | 0,005 in x , y for red, green, blue and white of a CRT and 4 % in luminance (cd/m^2). |

The (x , y) is the CIE 1931 chromaticity coordinate.

NOTE 1 Periodic calibration should be done with a standard source of known spectral power distribution.

NOTE 2 Further technical details of the design, characterisation, and calibration of spectroradiometers can be found in CIE 63 and [7].

NOTE 3 The field of view should be chosen, together with the distance d , so that the measured area on the CRT display meets the requirements of 5.2 e).

6.2 Colorimeter

The colorimeter should have the following specifications:

- | | |
|-------------------------------------|--|
| a) measurement area (contact type) | 0,05 h to 0,15 h , where h is the effective screen height of the CRT display; |
| b) field of view (non-contact type) | any value between 0,1° and 2,0°; |
| c) spectral responsivity | compliant to the CIE 2° colour matching functions as defined in ISO/CIE 10527. |
| d) repeatability | 0,002 in x , y and 0,5 % for luminance. |
| e) uncertainty | 0,005 in x , y for red, green, blue and white of the CRT and 4 % in luminance in candela per square metre. |

The (x , y) is the CIE 1931 chromaticity coordinate defined in CIE 15.2.

NOTE 1 The field of view should be chosen, together with the distance d , so that the measured area on the CRT display meets the requirements of 5.2 e).

NOTE 2 If the original uncertainty of the colorimeter does not meet this recommendation, correction methods are available to improve the accuracy for the CRT display measurement. (See [1] and [2], and [13].)

NOTE 3 The instrument should be calibrated periodically to assure the uncertainty recommendation given in e).

Les lectures du colorimètre, X, Y (cd/m^2), Z doivent être normalisées par le niveau de luminance d'une couleur neutre de crête (blanc) Y_n (cd/m^2), comme suit:

$$\begin{aligned} X' &= \frac{X}{Y_n} \\ Y' &= \frac{Y}{Y_n} \\ Z' &= \frac{Z}{Y_n} \end{aligned}$$

Si le colorimètre utilisé pour les mesures ne répond pas aux spécifications ci-dessus, la spécification et le nom du modèle de l'équipement doivent être consignés dans un rapport, ainsi que les résultats des mesures.

NOTE 4 Il est reconnu que de petits angles d'inclinaison de la tête de mesure au contact sur la surface des tubes cathodiques peuvent conduire, avec certains instruments, à des erreurs importantes de chromaticité. Il convient donc d'être vigilant.

NOTE 5 Il convient de tenir compte de la synchronisation du colorimètre et du cadencement de balayage de la présentation sur écran cathodique.

7 Caractéristiques spectrales et intensité des stimuli primaires et blanc

7.1 Caractéristiques à mesurer

Distributions spectrales de radiance et composantes trichromatiques correspondantes pour les trois couleurs primaires de crête, couleurs rouge, verte, bleue et pour le blanc.

7.2 Conditions de mesure

- La disposition de l'équipement doit correspondre à la figure 1 avec un spectroradiomètre.
- Le signal de couleur doit être produit de telle manière que le motif de couleur soit placé au centre de l'écran en cours de mesure.
- Les données numériques pour la luminance de fond doivent correspondre à $D_R = 0$, $D_V = 0$, $D_B = 0$.

7.3 Méthode de mesure

- Les motifs de couleurs centrés doivent être produits en suivant les paliers de mesure comme le montre le tableau 1, où $M = 2^N - 1$ et N est le nombre de bits par voie.

Tableau 1 – Données d'entrée pour couleurs primaires et blanc de crête

Paliers	Couleurs	D_R	D_V	D_B
1	Rouge de crête	M	0	0
2	Vert de crête	0	M	0
3	Bleu de crête	0	0	M
4	Blanc de crête	M	M	M

- Les répartitions de radiance spectrale, $r(\lambda)$, $v(\lambda)$, $b(\lambda)$ et $w(\lambda)$ pour les images rouges, vertes, bleues et blanches de crête sur l'afficheur à tube cathodique doivent être mesurées successivement par le spectroradiomètre dans la gamme de longueurs d'onde de $\lambda = 380 \text{ nm}$ à 780 nm .

Readings of the colorimeter, X , Y (cd/m^2), Z shall be normalised by the luminance level of a peak neutral colour (white), Y_n (cd/m^2), as follows;

$$X' = \frac{X}{Y_n}$$

$$Y' = \frac{Y}{Y_n}$$

$$Z' = \frac{Z}{Y_n}$$

If the colorimeter used for measurements does not meet the above specifications, the model name and specification of the equipment shall be reported together with the results of measurements.

NOTE 4 It is known that small tilt angles of the contact measuring head on the surface of cathode ray tubes can lead to large chromaticity errors with some instruments. Therefore, care should be taken.

NOTE 5 Synchronisation of the colorimeter and scan timing of the CRT display should be taken into account.

7 Spectral characteristics and intensity of the primaries and white stimuli

7.1 Characteristics to be measured

Spectral radiance distributions and corresponding tristimulus values for the three peak primary colours, red – green – blue, as well as white.

7.2 Measurement conditions

- The arrangement of equipment shall be as in Figure 1 with a spectroradiometer.
- The colour signal shall be so generated that the colour patch is positioned at the centre of the CRT display under measurement.
- Digital data for the background shall be $D_R = 0$, $D_G = 0$, $D_B = 0$.

7.3 Method of measurement

- The centred colour patches shall be generated following the measurement steps as shown in Table 1, where $M = 2^N - 1$ and N is the number of bits per channel.

Table 1 – Input data for peak primaries and white

Steps	Colours	D_R	D_G	D_B
1	Peak red	M	0	0
2	Peak green	0	M	0
3	Peak blue	0	0	M
4	Peak white	M	M	M

- Spectral radiance distributions, $r(\lambda)$, $g(\lambda)$, $b(\lambda)$, and $w(\lambda)$ for peak red, green, blue and white images on the CRT display shall be measured successively by the spectroradiometer over the wavelength $\lambda = 380 \text{ nm}$ to 780 nm .

- c) Les lectures du spectroradiomètre, X_C, Y_C, Z_C doivent aussi être notées, où l'indice C correspond respectivement à R, V, B pour les couleurs primaires et à W pour le blanc de crête.

7.4 Présentation des résultats

- a) Les données mesurées pour les répartitions de radiance spectrale doivent être consignées pour les couleurs de crête rouge, vert, bleu et blanc.
- b) Les répartitions de radiance spectrale, $r(\lambda), v(\lambda), b(\lambda)$, doivent être tracées pour les couleurs de crête, respectivement rouge, vert, et bleu, comme l'illustre la figure 4.
- c) Les lectures du spectroradiomètre avec une fonction d'émulation des colorimètres, X_C, Y_C, Z_C , pour le rouge, le vert, le bleu et blanc de crête doivent être consignées sous forme de tableau, comme le montre le tableau 2.

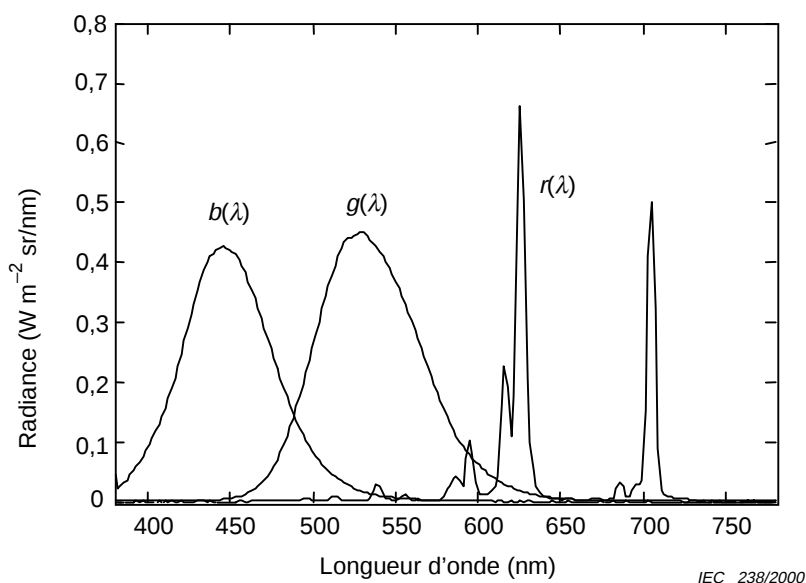


Figure 4 – Exemple de répartitions de radiance spectrale; $r(\lambda), v(\lambda)$ et $b(\lambda)$

Tableau 2 – Exemple de formulaire de compte rendu pour les couleurs en excitations maximales

Couleurs	X	Y (cd/m ²)	Z
Rouge de crête	32,71	16,79	1,53
Vert de crête	24,94	55,55	10,87
Bleu de crête	15,89	6,31	90,48
Blanc de crête	74,79	80,00	105,80

8 Caractéristiques colorimétriques de base

8.1 Caractéristiques à mesurer

Relation linéaire entre l'excitation d'entrée maximale et les composantes trichromatiques de sortie de la lumière.

- c) Readings of the spectroradiometer, X_C , Y_C , Z_C shall also be noted, where the subscript C corresponds to R, G, B for primary colours, and to W for the peak white, respectively.

7.4 Presentation of results

- a) The measured data for spectral radiance distributions shall be reported for peak colours red, green, blue, and white.
- b) The spectral radiance distributions, $r(\lambda)$, $g(\lambda)$, $b(\lambda)$ shall be plotted for peak colours red, green, and blue, respectively, as illustrated in Figure 4.
- c) The readings of the spectroradiometer with an emulation function of colorimeters, X_C , Y_C , Z_C , for peak red, green, blue and white shall be reported as a table, as shown in Table 2.

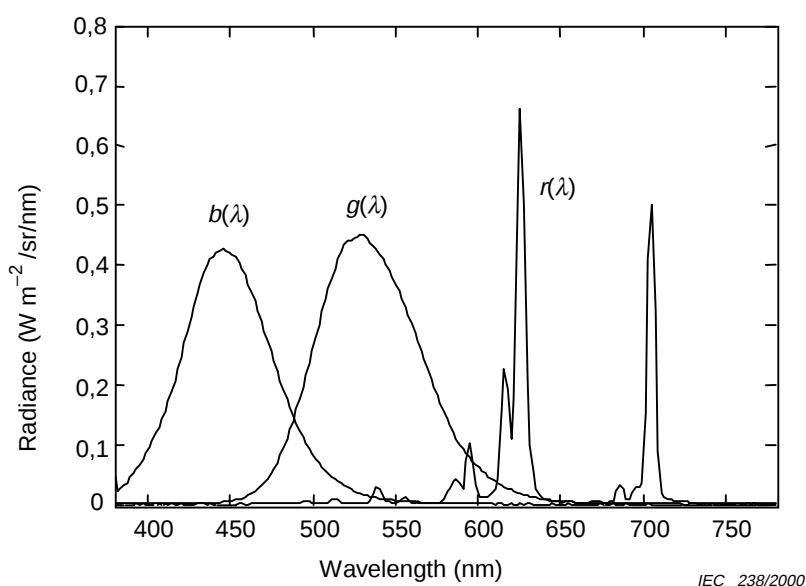


Figure 4 – An example of the spectral radiance distributions; $r(\lambda)$, $g(\lambda)$, and $b(\lambda)$

Table 2 – Example of reporting form for colours in maximum excitations

Colours	X	Y (cd/m ²)	Z
Peak red	32,71	16,79	1,53
Peak green	24,94	55,55	10,87
Peak blue	15,89	6,31	90,48
Peak white	74,79	80,00	105,80

8 Basic colorimetric characteristics

8.1 Characteristics to be measured

Linear relation between maximum input excitation and the tristimulus values of light output.

8.2 Méthode de mesure

- a) Les résultats de mesure rapportés en 7.4 doivent être utilisés pour obtenir les composantes trichromatiques pour caractériser les trois primaires, le rouge – le vert – le bleu, et le blanc. La luminance en candela par mètre carré doit être normalisée comme suit pour le rouge, le vert, le bleu et le blanc en remplaçant l'indice C par R, V, B, W ;

$$\begin{aligned} X'_C &= \frac{X_C}{Y_n} \\ Y'_C &= \frac{Y_C}{Y_n} \\ Z'_C &= \frac{Z_C}{Y_n} \end{aligned}$$

où le facteur de normalisation Y_n est la valeur de luminance mesurée pour le blanc de crête, qui est consignée au tableau 2.

- b) Les valeurs CIE 1931 xy de coordonnées chromatiques x_C, y_C , doivent être calculées pour les couleurs primaires et pour le blanc, ainsi que le définit la CIE 15.2, où l'indice C correspond respectivement à R, V, B pour les couleurs primaires, et W pour le blanc.

$$\begin{aligned} x_C &= \frac{X'_C}{X'_C + Y'_C + Z'_C} \\ y_C &= \frac{Y'_C}{X'_C + Y'_C + Z'_C} \\ z_C &= 1 - x_C - y_C \end{aligned}$$

- c) Les éléments d'une matrice 3×3 , $\mathbf{S}$, définis comme suit:

$$\begin{pmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{pmatrix} = \mathbf{S} \begin{pmatrix} R \\ V \\ B \end{pmatrix} \quad (1)$$

doivent être fixés comme dans:

$$\mathbf{S} = \begin{pmatrix} x_R/y_R & x_V/y_V & x_B/y_B \\ 1 & 1 & 1 \\ z_R/y_R & z_V/y_V & z_B/y_B \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S_R & 0 & 0 \\ 0 & S_V & 0 \\ 0 & 0 & S_B \end{pmatrix}$$

où S_R, S_V, S_B sont des solutions de l'équation (2);

$$\begin{pmatrix} x_R/y_R & x_V/y_V & x_B/y_B \\ 1 & 1 & 1 \\ z_R/y_R & z_V/y_V & z_B/y_B \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S_R \\ S_V \\ S_B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_W/y_W \\ 1 \\ z_W/y_W \end{pmatrix} \quad (2)$$

8.3 Présentation des résultats

- a) Les composantes trichromatiques multipliées par 100 et les valeurs de coordonnées chromatiques CIE 1931 xy doivent être consignées sous forme de tableau, comme l'indique le tableau 3.

8.2 Method of measurement

- a) The reported results of measurement in 7.4 shall be used to obtain tristimulus values to characterize the three primaries, red – green – blue, and white. The luminance in candela per square metre shall be normalised as follows for red, green, blue and white, replacing the subscript C with R, G, B, W;

$$\begin{aligned} X'_C &= \frac{X_C}{Y_n} \\ Y'_C &= \frac{Y_C}{Y_n} \\ Z'_C &= \frac{Z_C}{Y_n} \end{aligned}$$

where the normalisation factor Y_n is the measured luminance value for peak white which is reported in Table 2.

- b) The CIE 1931 xy chromaticity coordinate values x_C , y_C shall be calculated for primary colours and for white as defined in CIE 15.2, where the subscript C corresponds to R, G, B for primary colours, and W for white, respectively.

$$\begin{aligned} x_C &= \frac{X'_C}{X'_C + Y'_C + Z'_C} \\ y_C &= \frac{Y'_C}{X'_C + Y'_C + Z'_C} \\ z_C &= 1 - x_C - y_C \end{aligned}$$

- c) The elements of a 3×3 matrix, S , defined as

$$\begin{pmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{pmatrix} = S \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \quad (1)$$

shall be decided as in

$$S = \begin{pmatrix} x_R/y_R & x_G/y_G & x_B/y_B \\ 1 & 1 & 1 \\ z_R/y_R & z_G/y_G & z_B/y_B \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S_R & 0 & 0 \\ 0 & S_G & 0 \\ 0 & 0 & S_B \end{pmatrix}$$

where S_R , S_G , S_B are solutions of equation (2);

$$\begin{pmatrix} x_R/y_R & x_G/y_G & x_B/y_B \\ 1 & 1 & 1 \\ z_R/y_R & z_G/y_G & z_B/y_B \end{pmatrix} \begin{pmatrix} S_R \\ S_G \\ S_B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x_W/y_W \\ 1 \\ z_W/y_W \end{pmatrix} \quad (2)$$

8.3 Presentation of results

- a) The tristimulus values multiplied by 100 and the CIE 1931 xy chromaticity coordinate values shall be reported as a table, as shown in Table 3.

Tableau 3 – Exemple de formulaire de compte rendu

Couleurs	Composantes trichromatiques			Coordonnées chromatiques	
	X'	Y'	Z'	x	y
Rouge de crête	40,89	20,99	1,91	0,641	0,329
Vert de crête	31,18	69,44	13,59	0,273	0,608
Bleu de crête	19,86	7,89	113,10	0,141	0,056
Blanc de crête	93,49	100,00	132,25	0,287	0,307

NOTE Les valeurs de coordonnées de diagramme de chromaticité uniforme (UCS) CIE 1976, u' , v' , et les valeurs CIELAB, L^* , a^* , b^* peuvent être ajoutées au rapport.

b) La matrice du coefficient doit être consignée comme suit:

$$\mathbf{S} = \begin{pmatrix} 0,4130 & 0,3174 & 0,2045 \\ 0,2120 & 0,7068 & 0,0812 \\ 0,0193 & 0,1383 & 1,1648 \end{pmatrix}$$

c) La température de couleur proximale T_{cp} , définie en 5.5 de la CIE 15.2, pour le blanc de crête doit aussi être calculée et consignée en kelvins, de même que la divergence δuv .

NOTE Pour connaître la procédure recommandée pour calculer les températures de couleurs proximales, se reporter à [18].

9 Caractéristiques de niveaux

9.1 Caractéristiques à mesurer

La relation de transfert non linéaire entre le niveau de signal d'entrée normalisé R, V, B appliqué à chacune des voies rouge, verte et bleue et le niveau de luminance normalisé R', V', B' d'une présentation sur écran cathodique, exprimée respectivement par les formules de modèles suivantes:

$$\begin{aligned} R' &= (k_{gR}R + k_{oR})^{\gamma_R} + R_o \quad \text{pour} \quad k_{gR}R + k_{oR} \geq 0 \\ V' &= (k_{gV}V + k_{oV})^{\gamma_G} + V_o \quad \text{pour} \quad k_{gV}V + k_{oV} \geq 0 \\ B' &= (k_{gB}B + k_{oB})^{\gamma_B} + B_o \quad \text{pour} \quad k_{gB}B + k_{oB} \geq 0 \end{aligned} \quad (3)$$

Autrement,

$$\begin{aligned} R' &= R_o \\ V' &= V_o \\ B' &= B_o \end{aligned} \quad (4)$$

où les coefficients k_g et k_o correspondent à un gain et un amorçage, respectivement, pour chaque voie; R_o, V_o, B_o sont des valeurs d'amorçage de lumière normalisées pour les entrées zéro dans les voies respectives; et le paramètre γ reflète la non-linéarité d'une relation de transfert.

Table 3 – Example of reporting form

Colours	Tristimulus values			Chromaticity coordinates	
	X'	Y'	Z'	x	y
Peak red	40,89	20,99	1,91	0,641	0,329
Peak green	31,18	69,44	13,59	0,273	0,608
Peak blue	19,86	7,89	113,10	0,141	0,056
Peak white	93,49	100,00	132,25	0,287	0,307

NOTE CIE 1976 UCS coordinate values, u' , v' , and CIELAB values, L^* , a^* , b^* may additionally be reported.

b) The coefficient matrix shall be reported as follows:

$$\mathbf{S} = \begin{pmatrix} 0,4130 & 0,3174 & 0,2045 \\ 0,2120 & 0,7068 & 0,0812 \\ 0,0193 & 0,1383 & 1,1648 \end{pmatrix}$$

c) The correlated colour temperature T_{cp} defined in 5.5 of CIE 15.2, for peak white shall also be calculated and reported in kelvins, together with the deviation δuv .

NOTE For the recommended procedure to calculate correlated colour temperatures, refer to [18].

9 Tone characteristics

9.1 Characteristics to be measured

The non-linear transfer relationship between the normalised input signal level R , G , B applied to each of the red, green and blue channels and the normalised luminance level R' , G' , B' of a CRT display expressed by the following model formulae, respectively:

$$\begin{aligned} R' &= (k_{gR} R + k_{oR})^{\gamma_R} + R_o & \text{for } k_{gR} R + k_{oR} \geq 0 \\ G' &= (k_{gG} G + k_{oG})^{\gamma_G} + G_o & \text{for } k_{gG} G + k_{oG} \geq 0 \\ B' &= (k_{gB} B + k_{oB})^{\gamma_B} + B_o & \text{for } k_{gB} B + k_{oB} \geq 0 \end{aligned} \quad (3)$$

Otherwise,

$$\begin{aligned} R' &= R_o \\ G' &= G_o \\ B' &= B_o \end{aligned} \quad (4)$$

where the coefficients k_g and k_o correspond to a gain and an offset, respectively, for each channel; R_o , G_o , B_o are normalised light offsets for the zero inputs in respective channels; and the parameter γ reflects non-linearity of the transfer relation.

9.2 Conditions de mesure

- Il convient que la disposition de l'équipement soit conforme à la figure 1 ou la figure 2.
- Les données d'entrée $D_{R_i}, D_{V_i}, D_{B_i}$ pour le palier de mesure i doivent être appliquées de manière à générer des motifs de couleurs placés au centre de l'écran de l'afficheur CRT en cours de mesure (voir figure 3).
- Les données d'entrée numériques pour la luminance de fond doivent correspondre à $D_R = 0, D_V = 0, D_B = 0$.

NOTE Se reporter à 5.3 pour la relation entre les données numériques $D_{R_i}, D_{V_i}, D_{B_i}$ et les valeurs de R_i, V_i, B_i

9.3 Méthode de mesure

- Les motifs de couleurs au centre doivent être affichés pour 17 valeurs de données d'entrée de $0, \frac{1}{16} 2^N, \frac{2}{16} 2^N, \dots$, à $M = 2^N - 1$, où N est le nombre de bits par voie. On doit maintenir pour la mesure de la voie rouge, $D_V = D_B = 0$, pour la voie verte, $D_R = D_B = 0$, et pour la voie bleue, $D_R = D_V = 0$.
- Les relevés du colorimètre, pour chaque motif de couleur sur le CRT, doivent être les composantes trichromatiques et doivent être mesurés successivement par le colorimètre et notés X_C^i, Y_C^i, Z_C^i , où l'indice C doit être remplacé par R, V, et B, respectivement pour les voies rouge, verte et bleue, et l'exposant i correspond aux paliers de mesure, $i = 0, 1, 2, \dots, 16$.
- Les valeurs mesurées doivent être normalisées par les valeurs correspondant à l'excitation maximale pour le dernier palier 16 avec les données d'entrée $M = 2^N - 1$.

$$R'_i = \frac{X_R^i}{X_R^{16}}$$

$$V'_i = \frac{Y_V^i}{Y_V^{16}}$$

$$B'_i = \frac{Z_B^i}{Z_B^{16}}$$

- Les coefficients de l'équation (3) doivent être estimés par une régression non linéaire selon les jeux de données mesurés et normalisés.

9.4 Présentation des résultats

- Les paramètres calculés, ainsi que le facteur de normalisation, L_{16} , doivent être consignés comme au tableau 4, en utilisant la méthode de régression non linéaire.

Tableau 4 – Exemple de paramètres calculés et de facteurs de normalisation

Voie	Puissance (γ)	Gain (k_g)	Amorçage d'entrée (k_o)	Amorçage de sortie (C_o)	Normalisation
Rouge	2,1744	1,1561	–0,1573	0,0027	30,4866
Verte	2,0348	1,2069	–0,2077	0,0049	49,2000
Bleue	2,1067	1,1812	–0,1809	0,0031	86,5014

9.2 Measurement conditions

- The arrangement of the equipment should be as in Figure 1 or Figure 2.
- The input data $D_{R_i}, D_{G_i}, D_{B_i}$ for measurement step i shall be so applied as to generate colour patches positioned at the centre of the screen of the CRT display under measurement (see Figure 3).
- The digital input data for the background shall be $D_R = 0, D_G = 0, D_B = 0$.

NOTE For relation between digital data $D_{R_i}, D_{G_i}, D_{B_i}$ and values of R_i, G_i, B_i , see the equation in 5.3.

9.3 Method of measurement

- The centred colour patches shall be displayed for 17 values of input data from $0, \frac{1}{16}2^N, \frac{2}{16}2^N, \dots$, to $M = 2^N - 1$, where N is the number of bits per channel. For the red channel measurement, $D_G = D_B = 0$; for the green channel, $D_R = D_B = 0$; and for the blue channel, $D_R = D_G = 0$ shall be kept, respectively.
- The readings of the colorimeter shall be tristimulus values for each colour patch on the CRT display, and shall be measured successively by the colorimeter and noted as X_C^i, Y_C^i, Z_C^i , where the subscript C shall be replaced by R, G and B, for red, green and blue channels, respectively; and the superscript i corresponds to measurement steps, $i = 0, 1, 2, \dots, 16$.
- The measured values shall be normalised by the values corresponding to the maximum excitation for the final step 16 with input data $M = 2^N - 1$.

$$R'_i = \frac{X_R^i}{X_R^{16}}$$

$$G'_i = \frac{Y_G^i}{Y_G^{16}}$$

$$B'_i = \frac{Z_B^i}{Z_B^{16}}$$

- The coefficients in equation (3) shall be estimated by a non-linear regression to the measured and normalised sets of data.

9.4 Presentation of results

- The calculated parameters, together with the normalisation factor, L_{16} , shall be reported as in Table 4 together with the non-linear regression method used.

Table 4 – An example of calculated parameters and normalisation factors

Channel	Power (γ)	Gain (k_g)	Input offset (k_o)	Output offset (C_o)	Normalisation
Red	2,1744	1,1561	–0,1573	0,0027	30,4866
Green	2,0348	1,2069	–0,2077	0,0049	49,2000
Blue	2,1067	1,1812	–0,1809	0,0031	86,5014

- b) Les données de base pour les voies rouge, verte et bleue doivent aussi être consignées dans des tableaux, de la même façon que dans le tableau 5.

Tableau 5 – Exemple d'ensemble de données de base pour caractéristiques de niveaux

D	X_R	Y_R	Z_R	X_G	Y_G	Z_G	X_B	Y_B	Z_B
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
16	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
32	0,0225	0,0100	0,0025	0,0122	0,0200	0,0045	0,0000	0,0000	0,0000
48	0,1331	0,0700	0,0071	0,0847	0,1800	0,0358	0,0521	0,0200	0,2850
64	0,4719	0,2400	0,0220	0,3250	0,6900	0,1293	0,2282	0,0900	1,2889
80	1,0748	0,5500	0,0520	0,7784	1,6700	0,3119	0,5071	0,2000	2,8643
96	1,9709	1,0100	0,0890	1,4683	3,1500	0,5883	0,9811	0,3800	5,5480
112	3,2002	1,6400	0,1446	2,4145	5,1800	0,9675	1,6007	0,6200	9,0520
128	4,7759	2,4400	0,2232	3,6217	7,7700	1,4513	2,4011	0,9300	13,5780
144	6,6745	3,4100	0,3119	5,0710	10,9000	2,0753	3,4080	1,3200	19,2720
160	8,9841	4,5900	0,4198	6,8389	14,7000	2,7988	4,5956	1,7800	25,9880
176	11,6656	5,9600	0,5451	8,8859	19,1000	3,6366	5,8575	2,3100	33,0825
192	14,7190	7,5200	0,6878	11,1722	24,1000	4,6285	7,4043	2,9200	41,8186
208	18,1835	9,2900	0,8497	13,8146	29,8000	5,7232	9,2300	3,6400	52,1300
224	21,8878	11,2000	1,0585	16,6424	35,9000	6,8947	11,0282	4,3800	62,8061
240	26,1872	13,4000	1,2665	19,7483	42,6000	8,1815	13,2871	5,2400	75,0443
255	30,4866	15,6000	1,4744	22,8458	49,2000	9,5463	15,3157	6,0400	86,5014

- c) Les données mesurées et normalisées R'_i, V'_i, B'_i pour $i=0$ à $i=16$ doivent être consignées sous forme de tracés avec des fonctions de transfert non linéaires calculées dans les équations (3) et (4), comme le montre la figure 5.

NOTE Dans les graphes bilogarithmiques, on ne tient pas compte des valeurs zéro aussi bien en ordonné qu'en abscisse.

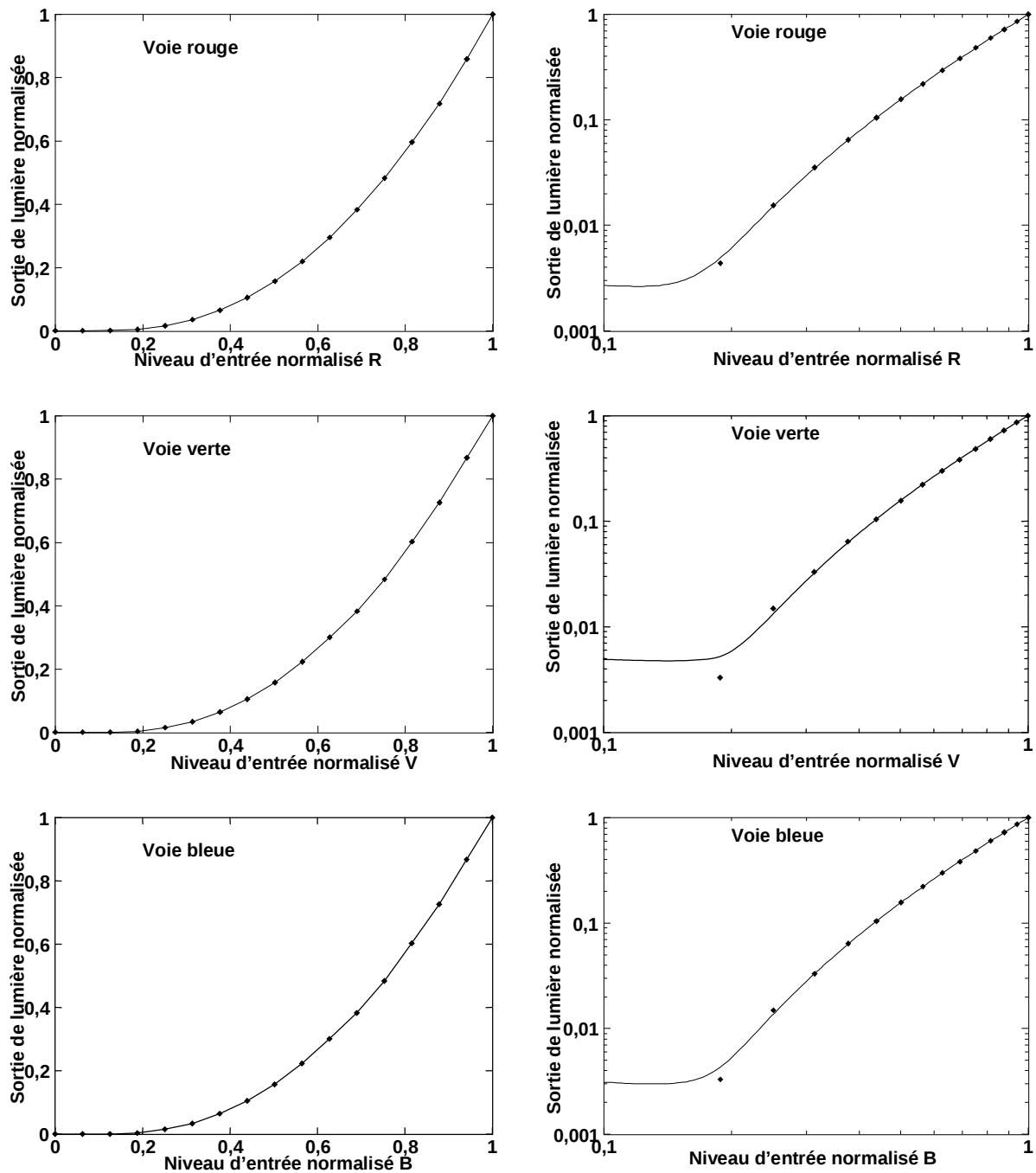
- b) The basic data for red, green and blue channels shall also be reported in tables as shown in Table 5.

Table 5 – An example set of basic data for tone characteristics

D	X_R	Y_R	Z_R	X_G	Y_G	Z_G	X_B	Y_B	Z_B
0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
16	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
32	0,0225	0,0100	0,0025	0,0122	0,0200	0,0045	0,0000	0,0000	0,0000
48	0,1331	0,0700	0,0071	0,0847	0,1800	0,0358	0,0521	0,0200	0,2850
64	0,4719	0,2400	0,0220	0,3250	0,6900	0,1293	0,2282	0,0900	1,2889
80	1,0748	0,5500	0,0520	0,7784	1,6700	0,3119	0,5071	0,2000	2,8643
96	1,9709	1,0100	0,0890	1,4683	3,1500	0,5883	0,9811	0,3800	5,5480
112	3,2002	1,6400	0,1446	2,4145	5,1800	0,9675	1,6007	0,6200	9,0520
128	4,7759	2,4400	0,2232	3,6217	7,7700	1,4513	2,4011	0,9300	13,5780
144	6,6745	3,4100	0,3119	5,0710	10,9000	2,0753	3,4080	1,3200	19,2720
160	8,9841	4,5900	0,4198	6,8389	14,7000	2,7988	4,5956	1,7800	25,9880
176	11,6656	5,9600	0,5451	8,8859	19,1000	3,6366	5,8575	2,3100	33,0825
192	14,7190	7,5200	0,6878	11,1722	24,1000	4,6285	7,4043	2,9200	41,8186
208	18,1835	9,2900	0,8497	13,8146	29,8000	5,7232	9,2300	3,6400	52,1300
224	21,8878	11,2000	1,0585	16,6424	35,9000	6,8947	11,0282	4,3800	62,8061
240	26,1872	13,4000	1,2665	19,7483	42,6000	8,1815	13,2871	5,2400	75,0443
255	30,4866	15,6000	1,4744	22,8458	49,2000	9,5463	15,3157	6,0400	86,5014

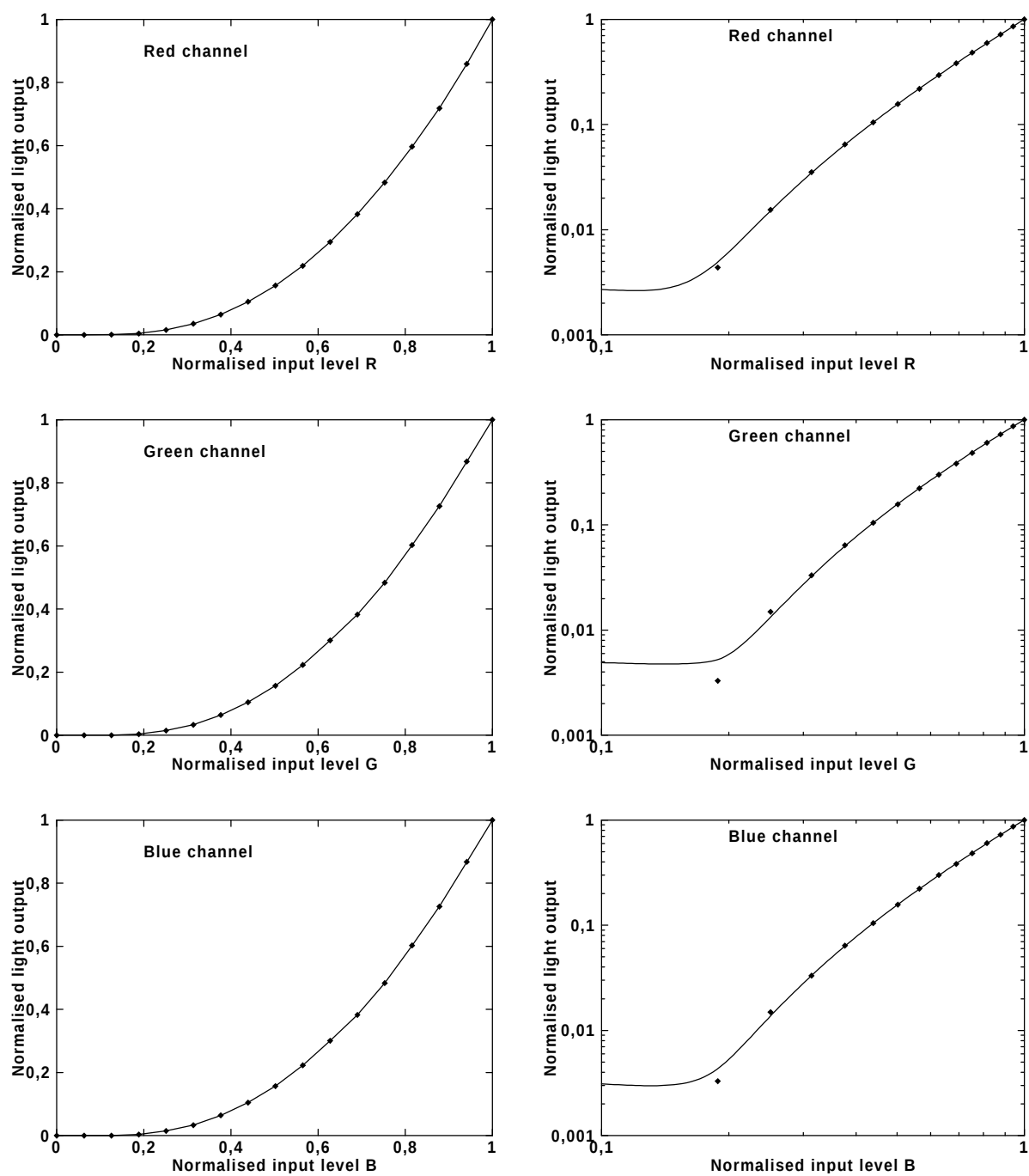
- c) The measured and normalised data R'_i , G'_i , B'_i for $i = 0$ to $i = 16$ shall be reported as plots with calculated non-linear transfer functions defined in equations (3) and (4), as shown in Figure 5.

NOTE In the log-log plots, all zero values, either on ordinate or abscissa, are disregarded.



IEC 239/2000

Figure 5 – Points mesurés et courbes non linéaires estimées sur des échelles linéaires et bilogarithmiques



IEC 239/2000

Figure 5 – Measured points and estimated non-linear curves on linear and log-log scales

10 Dépendance inter-voie

10.1 Caractéristiques à mesurer

Relation inter-voie entre les données d'entrée et les composantes trichromatiques, X', Y', Z' , des couleurs affichées.

La relation dépendant de l'interaction des voies doit être définie comme suit:

$$\begin{pmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{pmatrix} = \mathbf{S} \cdot \mathbf{T} \begin{pmatrix} 1 \\ R' \\ V' \\ B' \\ R'V' \\ V'B' \\ B'R' \\ R'V'B' \end{pmatrix} \quad (5)$$

où les variables R', V', B' sont définies à l'article 9 comme étant dépendantes des données d'entrée D_R, D_V, D_B , respectivement et les variables dépendantes X', Y', Z' sont des composantes trichromatiques de sortie de lumière mesurées et normalisées, comme en 8.2. Dans l'équation (5), $\mathbf{S}$ et $\mathbf{T}$ sont les matrices 3×3 et 3×8 , comme défini respectivement ci-après,

$$\mathbf{S} = \begin{pmatrix} s_{11} & s_{12} & s_{13} \\ s_{21} & s_{22} & s_{23} \\ s_{31} & s_{32} & s_{33} \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{T} = \begin{pmatrix} t_{0X} & t_{1X} & t_{2X} & t_{3X} & t_{4X} & t_{5X} & t_{6X} & t_{7X} \\ t_{0Y} & t_{1Y} & t_{2Y} & t_{3Y} & t_{4Y} & t_{5Y} & t_{6Y} & t_{7Y} \\ t_{0Z} & t_{1Z} & t_{2Z} & t_{3Z} & t_{4Z} & t_{5Z} & t_{6Z} & t_{7Z} \end{pmatrix}$$

NOTE La matrice $\mathbf{S}$ est la relation dominante obtenue et consignée en 8.3 et la matrice $\mathbf{T}$ définit les relations de voies croisées parmi les voies rouge, verte et bleue.

10.2 Conditions de mesure

- La disposition de l'équipement doit être conforme à la figure 1 ou à la figure 2.
- Le signal de couleur doit être appliqué de façon à produire le motif de couleur placé au centre de l'écran de l'afficheur à tube cathodique en cours de mesure.
- Les données d'entrée pour la luminance de fond doivent être $D_R = 0, D_V = 0, D_B = 0$.

10.3 Méthode de mesure

- Les motifs de couleurs centrés doivent être présentés avec les données d'entrée suivant les paliers de mesure, ainsi que le montre le tableau 6 pour 32 couleurs.
- Les composantes trichromatiques normalisées X'_i, Y'_i, Z'_i pour $i = 1$ à $i = 32$ pour tous les motifs de couleurs sur l'afficheur à tube cathodique doivent être mesurées successivement par le colorimètre.

10 Inter-channel dependency

10.1 Characteristics to be measured

Inter-channel relationship between input data and tristimulus values, X' , Y' , Z' , of displayed colours.

The relationship depending upon channel interaction shall be defined as follows:

$$\begin{pmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{pmatrix} = \mathbf{S} \cdot \mathbf{T} \begin{pmatrix} 1 \\ R' \\ G' \\ B' \\ R'G' \\ G'B' \\ B'R' \\ R'G'B' \end{pmatrix} \quad (5)$$

where the variables R' , G' , B' are defined in clause 9 as dependent on input data D_R , D_G , D_B , respectively, and dependent variables X' , Y' , Z' are measured and normalised tristimulus values of light output, as in 8.2. In equation (5), $\mathbf{S}$ and $\mathbf{T}$ are 3×3 and 3×8 matrices defined respectively as follows,

$$\mathbf{S} = \begin{pmatrix} s_{11} & s_{12} & s_{13} \\ s_{21} & s_{22} & s_{23} \\ s_{31} & s_{32} & s_{33} \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{T} = \begin{pmatrix} t_{0X} & t_{1X} & t_{2X} & t_{3X} & t_{4X} & t_{5X} & t_{6X} & t_{7X} \\ t_{0Y} & t_{1Y} & t_{2Y} & t_{3Y} & t_{4Y} & t_{5Y} & t_{6Y} & t_{7Y} \\ t_{0Z} & t_{1Z} & t_{2Z} & t_{3Z} & t_{4Z} & t_{5Z} & t_{6Z} & t_{7Z} \end{pmatrix}$$

NOTE The matrix $\mathbf{S}$ is the dominant relation obtained and reported in 8.3, and the matrix $\mathbf{T}$ defines inter-channel relations among red, green and blue channels.

10.2 Measurement conditions

- The arrangement of equipment shall be as in Figure 1 or Figure 2.
- The colour signal shall be so applied as to generate the colour patch positioned at the centre of the screen of the CRT display under measurement.
- The input data for the background shall be $D_R = 0$, $D_G = 0$, $D_B = 0$.

10.3 Method of measurement

- The centred colour patches shall be displayed with the input data following the measurement steps as shown in Table 6 for 32 colours.
- The normalised tristimulus values X'_i , Y'_i , Z'_i for $i = 1$ to $i = 32$ for all colour patches on the CRT display shall successively be measured by the colorimeter.

- c) Les données R'_i, V'_i, B'_i , correspondant aux $D_{R_i}, D_{V_i}, D_{B_i}$ du tableau 6, doivent être calculées pour $i = 1$ à $i = 32$ en substituant les paramètres consignés des caractéristiques de tonalités dans les équations (3) et (4) en 9.1.

Tableau 6 – Entrées numériques pour produire des motifs de couleurs pour la mesure de la dépendance inter-voie

Palier i	Couleur	D_R	D_V	D_B
1	Gris 1	D_1	D_1	D_1
2	Gris 2	D_2	D_2	D_2
3	Gris 3	D_3	D_3	D_3
4	Gris 4	D_4	D_4	D_4
5	Gris 5	D_5	D_5	D_5
6	Gris 6	D_6	D_6	D_6
7	Gris 7	D_7	D_7	D_7
8	Gris 8	D_8	D_8	D_8
9	Rouge 1	D_4	D_0	D_0
10	Rouge 2	D_6	D_2	D_2
11	Rouge 3	D_8	D_0	D_0
12	Rouge 4	D_8	D_4	D_4
13	Vert 1	D_0	D_4	D_0
14	Vert 2	D_2	D_6	D_2
15	Vert 3	D_0	D_8	D_0
16	Vert 4	D_4	D_8	D_4
17	Bleu 1	D_0	D_0	D_4
18	Bleu 2	D_2	D_2	D_6
19	Bleu 3	D_0	D_0	D_8
20	Bleu 4	D_4	D_4	D_8
21	Jaune 1	D_4	D_4	D_0
22	Jaune 2	D_6	D_6	D_2
23	Jaune 3	D_8	D_8	D_0
24	Jaune 4	D_8	D_8	D_4
25	Magenta 1	D_4	D_0	D_4
26	Magenta 2	D_6	D_2	D_6
27	Magenta 3	D_8	D_0	D_8
28	Magenta 4	D_8	D_4	D_8
29	Cyan 1	D_0	D_4	D_4
30	Cyan 2	D_2	D_6	D_6
31	Cyan 3	D_0	D_8	D_8
32	Cyan 4	D_4	D_8	D_8

Dans le tableau 6, les valeurs des données D_k doivent être les suivantes:

$$D_k = \begin{cases} 2^{N-3}k & \text{pour } k = 0, \dots, 7, \\ 2^{N-3}k - 1 & \text{pour } k = 8. \end{cases}$$

où N est le nombre de bits par voie.

- c) The data R'_i , G'_i , B'_i , corresponding to D_{R_i} , D_{G_i} , D_{B_i} in Table 6, shall be calculated for $i = 1$ to $i = 32$ by substituting the reported parameters of tone characteristics in equations (3) and (4) in 9.1.

Table 6 – Digital inputs to generate colour patches for measurement of inter-channel dependency

Step i	Colour	D_R	D_G	D_B
1	Grey 1	D_1	D_1	D_1
2	Grey 2	D_2	D_2	D_2
3	Grey 3	D_3	D_3	D_3
4	Grey 4	D_4	D_4	D_4
5	Grey 5	D_5	D_5	D_5
6	Grey 6	D_6	D_6	D_6
7	Grey 7	D_7	D_7	D_7
8	Grey 8	D_8	D_8	D_8
9	Red 1	D_4	D_0	D_0
10	Red 2	D_6	D_2	D_2
11	Red 3	D_8	D_0	D_0
12	Red 4	D_8	D_4	D_4
13	Green 1	D_0	D_4	D_0
14	Green 2	D_2	D_6	D_2
15	Green 3	D_0	D_8	D_0
16	Green 4	D_4	D_8	D_4
17	Blue 1	D_0	D_0	D_4
18	Blue 2	D_2	D_2	D_6
19	Blue 3	D_0	D_0	D_8
20	Blue 4	D_4	D_4	D_8
21	Yellow 1	D_4	D_4	D_0
22	Yellow 2	D_6	D_6	D_2
23	Yellow 3	D_8	D_8	D_0
24	Yellow 4	D_8	D_8	D_4
25	Magenta 1	D_4	D_0	D_4
26	Magenta 2	D_6	D_2	D_6
27	Magenta 3	D_8	D_0	D_8
28	Magenta 4	D_8	D_4	D_8
29	Cyan 1	D_0	D_4	D_4
30	Cyan 2	D_2	D_6	D_6
31	Cyan 3	D_0	D_8	D_8
32	Cyan 4	D_4	D_8	D_8

In Table 6, the values of data D_k shall be

$$D_k = \begin{cases} 2^{N-3}k & \text{for } k = 0, \dots, 7. \\ 2^{N-3}k-1 & \text{for } k = 8. \end{cases}$$

where N is the number of bits for each channel.

10.4 Présentation des résultats

- a) Les valeurs de la matrice des coefficients **T** définies dans l'équation (5) doivent être calculées par l'équation suivante:

$$\mathbf{T} = \mathbf{S}^{-1} \left((\mathbf{D}^t \mathbf{D})^{-1} \mathbf{D}^t \mathbf{A} \right)^t$$

où

$$\mathbf{D} = \left(\begin{array}{ccc|ccc|c} 1 & R'_1 & V'_1 & B'_1 & R'_1 V'_1 & V'_1 B'_1 & B'_1 R'_1 & R'_1 V'_1 B'_1 \\ 1 & R'_2 & V'_2 & B'_2 & R'_2 V'_2 & V'_2 B'_2 & B'_2 R'_2 & R'_2 V'_2 B'_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & R'_{32} & V'_{32} & B'_{32} & R'_{32} V'_{32} & V'_{32} B'_{32} & B'_{32} R'_{32} & R'_{32} V'_{32} B'_{32} \end{array} \right)$$

$$\mathbf{A} = \left(\begin{array}{ccc} X'_1 & Y'_1 & Z'_1 \\ X'_2 & Y'_2 & Z'_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ X'_{32} & Y'_{32} & Z'_{32} \end{array} \right)$$

- b) La matrice doit être consignée selon le modèle ci-dessous:

$$\mathbf{T} = \left(\begin{array}{ccc|ccc|c} 0,0180 & 0,9894 & 0,0000 & -0,0020 & -0,0079 & 0,0064 & -0,0015 & 0,0048 \\ 0,0189 & -0,0033 & 0,9797 & -0,0045 & 0,0009 & -0,0079 & 0,0051 & 0,0126 \\ 0,0179 & -0,0027 & -0,0028 & 0,9543 & 0,0060 & 0,0120 & 0,0157 & -0,0006 \end{array} \right)$$

- c) Les données mesurées doivent aussi être consignées, comme le montre le tableau 7.

10.4 Presentation of results

- a) The values of coefficient matrix **T** defined in equation (5) shall be calculated by the following equation.

$$\mathbf{T} = \mathbf{S}^{-1} \left((\mathbf{D}^t \mathbf{D})^{-1} \mathbf{D}^t \mathbf{A} \right)^t$$

where

$$\mathbf{D} = \left(\begin{array}{ccc|ccc|c} 1 & R'_1 & G'_1 & B'_1 & R'_1 G'_1 & G'_1 B'_1 & B'_1 R'_1 & R'_1 G'_1 B'_1 \\ 1 & R'_2 & G'_2 & B'_2 & R'_2 G'_2 & G'_2 B'_2 & B'_2 R'_2 & R'_2 G'_2 B'_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & R'_{32} & G'_{32} & B'_{32} & R'_{32} G'_{32} & G'_{32} B'_{32} & B'_{32} R'_{32} & R'_{32} G'_{32} B'_{32} \end{array} \right)$$

$$\mathbf{A} = \left(\begin{array}{ccc} X'_1 & Y'_1 & Z'_1 \\ X'_2 & Y'_2 & Z'_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ X'_{32} & Y'_{32} & Z'_{32} \end{array} \right)$$

- b) The matrix shall be reported as shown below.

$$\mathbf{T} = \left(\begin{array}{ccc|ccc|c} 0,0180 & 0,9894 & 0,0000 & -0,0020 & -0,0079 & 0,0064 & -0,0015 & 0,0048 \\ 0,0189 & -0,0033 & 0,9797 & -0,0045 & 0,0009 & -0,0079 & 0,0051 & 0,0126 \\ 0,0179 & -0,0027 & -0,0028 & 0,9543 & 0,0060 & 0,0120 & 0,0157 & -0,0006 \end{array} \right)$$

- c) The measured data shall also be reported as shown in Table 7.

Tableau 7 – Exemple de composantes trichromatiques normalisées (matrice A)

i	X'	Y'	Z'
1	0,0031	0,0035	0,0049
2	0,0263	0,0289	0,0371
3	0,0805	0,0872	0,1118
4	0,1715	0,1845	0,2373
5	0,3007	0,3225	0,4172
6	0,4729	0,5056	0,6578
7	0,6783	0,7254	0,9514
8	0,9349	1,0000	1,3225
9	0,0749	0,0385	0,0035
10	0,2226	0,1301	0,0477
11	0,4089	0,2099	0,0191
12	0,5049	0,3563	0,2558
13	0,0596	0,1313	0,0250
14	0,1778	0,3634	0,1031
15	0,3118	0,6944	0,1359
16	0,4281	0,7549	0,3514
17	0,0362	0,0144	0,2060
18	0,1219	0,0675	0,5773
19	0,1986	0,0789	1,1310
20	0,3272	0,2437	1,1331
21	0,1350	0,1704	0,0287
22	0,3754	0,4662	0,1137
23	0,7258	0,9127	0,1581
24	0,7655	0,9310	0,3724
25	0,1107	0,0525	0,2094
26	0,3207	0,1690	0,5937
27	0,6134	0,2901	1,1689
28	0,6737	0,4239	1,1939
29	0,0964	0,1465	0,2343
30	0,2743	0,4042	0,6468
31	0,5167	0,7803	1,2867
32	0,5901	0,8127	1,2794

11 Non-uniformité spatiale

11.1 Caractéristiques à mesurer

La non-uniformité de clarté (voir la CEI 60050(845-03-54) et (845-03-56) et les coordonnées chromatiques sur tout l'écran de l'afficheur à tube cathodique (CRT).

11.2 Conditions de mesure

Il convient que la disposition de l'équipement soit conforme à la figure 2.

Table 7 – Example of normalised tristimulus values (the matrix A)

<i>i</i>	<i>X'</i>	<i>Y'</i>	<i>Z'</i>
1	0,0031	0,0035	0,0049
2	0,0263	0,0289	0,0371
3	0,0805	0,0872	0,1118
4	0,1715	0,1845	0,2373
5	0,3007	0,3225	0,4172
6	0,4729	0,5056	0,6578
7	0,6783	0,7254	0,9514
8	0,9349	1,0000	1,3225
9	0,0749	0,0385	0,0035
10	0,2226	0,1301	0,0477
11	0,4089	0,2099	0,0191
12	0,5049	0,3563	0,2558
13	0,0596	0,1313	0,0250
14	0,1778	0,3634	0,1031
15	0,3118	0,6944	0,1359
16	0,4281	0,7549	0,3514
17	0,0362	0,0144	0,2060
18	0,1219	0,0675	0,5773
19	0,1986	0,0789	1,1310
20	0,3272	0,2437	1,1331
21	0,1350	0,1704	0,0287
22	0,3754	0,4662	0,1137
23	0,7258	0,9127	0,1581
24	0,7655	0,9310	0,3724
25	0,1107	0,0525	0,2094
26	0,3207	0,1690	0,5937
27	0,6134	0,2901	1,1689
28	0,6737	0,4239	1,1939
29	0,0964	0,1465	0,2343
30	0,2743	0,4042	0,6468
31	0,5167	0,7803	1,2867
32	0,5901	0,8127	1,2794

11 Spatial non-uniformity

11.1 Characteristics to be measured

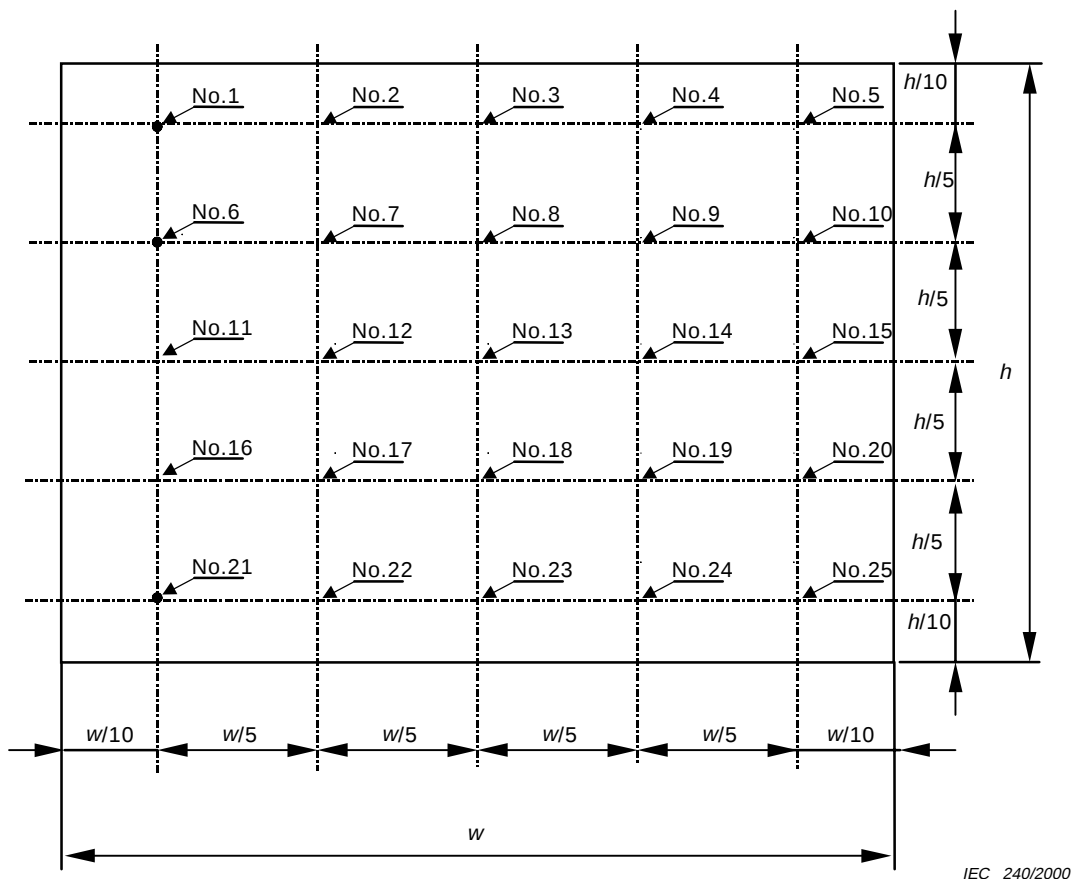
The non-uniformity of lightness (see IEC 60050(845-03-54) and (845-03-56)) and chromaticity coordinates over the entire CRT display screen.

11.2 Measurement conditions

The arrangement of equipment should be as in Figure 2.

11.3 Méthode de mesure

- a) Les données $D_R = M$, $D_V = M$, $D_B = M$ doivent être appliquées pour afficher le blanc sur l'ensemble de la surface de présentation sur écran cathodique, où $M = 2^N - 1$ et N est le nombre de bits par voie.
- b) Les composantes trichromatiques, X_i, Y_i, Z_i doivent être mesurées en utilisant le colorimètre à 25 points ($1 \leq i \leq 25$), comme le montre la figure 6.



h : hauteur effective d'écran

w : largeur effective d'écran

Figure 6 – Points de mesure pour la non-uniformité spatiale

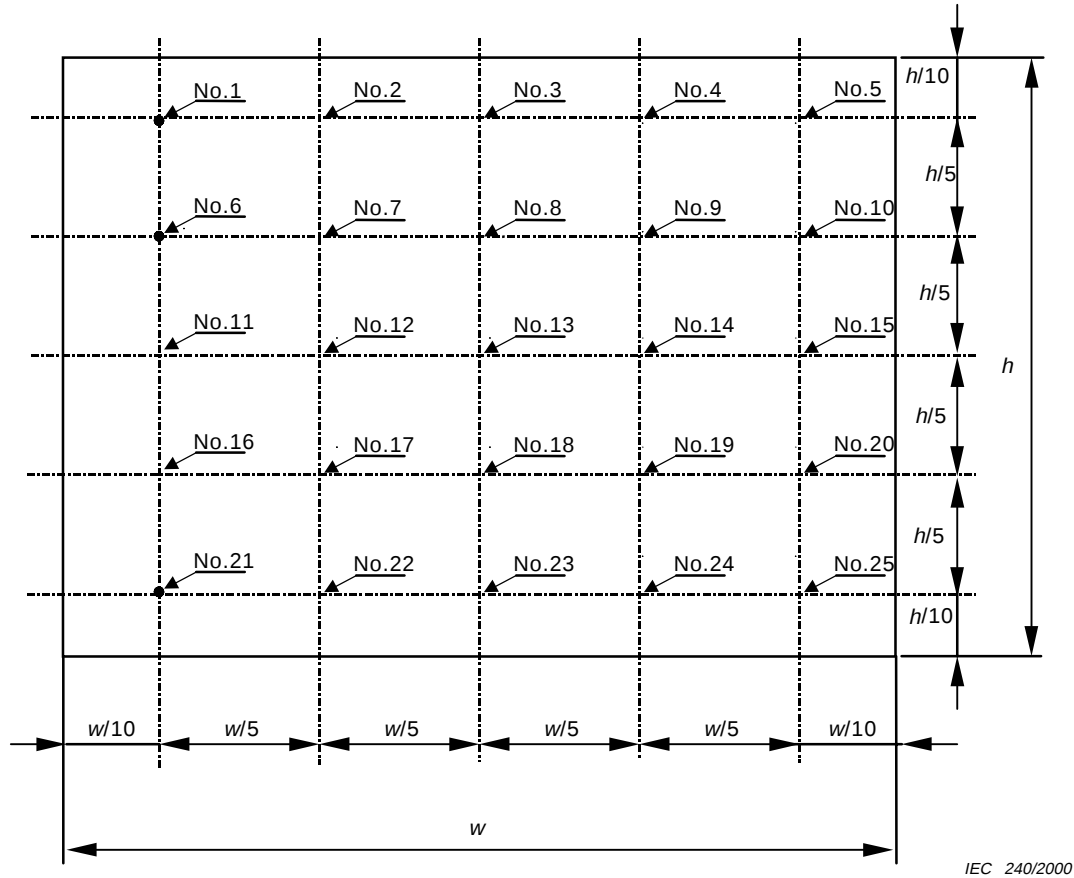
- c) Les différences de couleurs suivantes dans la CIE 1976 USC et dans l'espace chromatique CIE 1976 $L^*a^*b^*$ doivent être calculées avec des données de référence X_{13}, Y_{13}, Z_{13} qui correspondent au centre de l'afficheur à tube cathodique.

$$\begin{aligned}\Delta u'_i &= u'_i - u'_{13} \\ \Delta v'_i &= v'_i - v'_{13} \\ \Delta u'v'_i &= \sqrt{\Delta u'^2_i + \Delta v'^2_i} \\ \Delta L^*_i &= L^*_i - L^*_{13} \\ \Delta C^*_{ab_i} &= \sqrt{a^{*2}_i + b^{*2}_i} - \sqrt{a^{*2}_{13} + b^{*2}_{13}}\end{aligned}$$

où u', v' et L^*, a^*, b^* sont définis par la CIE 15.2 comme suit:

11.3 Method of measurement

- a) The data $D_R = M$, $D_G = M$, $D_B = M$ shall be applied to display white over the entire CRT display surface, where $M = 2^N - 1$ and N is the number of bits per channel.
- b) Tristimulus values X_i , Y_i , Z_i shall be measured using the colorimeter at 25 points ($1 \leq i \leq 25$), as shown in Figure 6.



h : Effective screen height

w : Effective screen width

Figure 6 – Measurement points for spatial non-uniformity

- c) The following colour differences in CIE 1976 UCS and CIE 1976 $L^*a^*b^*$ colour space shall be calculated with a reference to the data X_{13} , Y_{13} , Z_{13} , which correspond to the centre of the CRT display.

$$\begin{aligned}\Delta u'_i &= u'_i - u'_{13} \\ \Delta v'_i &= v'_i - v'_{13} \\ \Delta u'v'_i &= \sqrt{\Delta u'^2_i + \Delta v'^2_i} \\ \Delta L^*_i &= L^*_i - L^*_{13} \\ \Delta C^*_{ab_i} &= \sqrt{a^{*2}_i + b^{*2}_i} - \sqrt{a^{*2}_{13} + b^{*2}_{13}}\end{aligned}$$

where u' , v' and L^* , a^* , b^* are defined by CIE 15.2 as:

$$u'_i = \frac{4X_i}{X_i + 15Y_i + 3Z_i}$$

$$v'_i = \frac{9X_i}{X_i + 15Y_i + 3Z_i}$$

$$L_i^* = 116 \left(\frac{Y_i}{Y_{13}} \right)^{\frac{1}{3}} - 16$$

$$a_i^* = 500 \left\{ \left(\frac{X_i}{X_{13}} \right)^{\frac{1}{3}} - \left(\frac{Y_i}{Y_{13}} \right)^{\frac{1}{3}} \right\}$$

$$b_i^* = 200 \left\{ \left(\frac{Y_i}{Y_{13}} \right)^{\frac{1}{3}} - \left(\frac{Z_i}{Z_{13}} \right)^{\frac{1}{3}} \right\}$$

NOTE Ces équations sont valables pour $\frac{Y_i}{Y_{13}} \geq 0,008\,856$.

11.4 Présentation des résultats

Les résultats calculés, $\Delta u'$, $\Delta v'$, $\Delta u'v'$, ΔL^* et ΔC_{ab}^* pour $1 \leq i \leq 25$ doivent être consignés comme indices de non-uniformité, comme le montre le tableau 8. Pour l'interprétation et les exigences pour les valeurs de $\Delta u'v'$, on doit se reporter à l'ISO 9241-8.

Tableau 8 – Exemple de formulaire de rapport

Position	$\Delta u'$	$\Delta v'$	$\Delta u'v'$	ΔL^*	ΔC_{ab}^*
1	0,0012	-0,0028	0,0030	-0,29	2,96
2	0,0008	-0,0011	0,0014	-0,46	1,28
3	0,0011	-0,0004	0,0012	1,21	1,05
4	0,0029	-0,0006	0,0030	1,38	2,61
5	0,0019	-0,0015	0,0024	1,09	2,29
6	0,0003	-0,0049	0,0049	-6,14	4,18
7	0,0012	-0,0028	0,0030	-4,04	2,86
8	0,0014	0,0003	0,0014	1,21	1,11
9	0,0025	-0,0001	0,0025	2,34	2,11
10	0,0019	-0,0015	0,0024	0,98	2,29
11	-0,0004	-0,0051	0,0051	-8,80	4,04
12	0,0005	-0,0030	0,0030	-5,17	2,67
13	0,0000	0,0000	0,0000	0,00	0,00
14	0,0018	-0,0002	0,0018	2,00	1,57
15	0,0020	-0,0027	0,0034	0,00	3,23
16	0,0006	-0,0042	0,0042	-5,88	3,70
17	-0,0013	-0,0027	0,0030	-2,80	2,27
18	0,0011	-0,0004	0,0012	1,15	1,05
19	0,0021	0,0004	0,0021	2,78	1,69
20	0,0005	-0,0018	0,0019	1,94	1,73
21	-0,0013	-0,0027	0,0030	1,66	2,36
22	0,0008	-0,0011	0,0013	1,26	1,30
23	0,0021	0,0004	0,0021	1,72	1,67
24	0,0021	0,0004	0,0021	2,17	1,68
25	-0,0001	-0,0044	0,0044	2,50	3,91

$$u'_i = \frac{4X_i}{X_i + 15Y_i + 3Z_i}$$

$$v'_i = \frac{9Y_i}{X_i + 15Y_i + 3Z_i}$$

$$L_i^* = 116 \left(\frac{Y_i}{Y_{13}} \right)^{\frac{1}{3}} - 16$$

$$a_i^* = 500 \left\{ \left(\frac{X_i}{X_{13}} \right)^{\frac{1}{3}} - \left(\frac{Y_i}{Y_{13}} \right)^{\frac{1}{3}} \right\}$$

$$b_i^* = 200 \left\{ \left(\frac{Y_i}{Y_{13}} \right)^{\frac{1}{3}} - \left(\frac{Z_i}{Z_{13}} \right)^{\frac{1}{3}} \right\}$$

NOTE These equations are valid for $\frac{Y_i}{Y_{13}} \geq 0,008\,856$.

11.4 Presentation of results

The calculated results, $\Delta u'$, $\Delta v'$, $\Delta u'v'$, ΔL^* and ΔC_{ab}^* for $1 \leq i \leq 25$ shall be reported as indices of non-uniformity, as shown in Table 8. For interpretation and requirements for the values of $\Delta u'v'$, ISO 9241-8 shall be referred to.

Table 8 – Example of reporting form

Position	$\Delta u'$	$\Delta v'$	$\Delta u'v'$	ΔL^*	ΔC_{ab}^*
1	0,0012	–0,0028	0,0030	–0,29	2,96
2	0,0008	–0,0011	0,0014	–0,46	1,28
3	0,0011	–0,0004	0,0012	1,21	1,05
4	0,0029	–0,0006	0,0030	1,38	2,61
5	0,0019	–0,0015	0,0024	1,09	2,29
6	0,0003	–0,0049	0,0049	–6,14	4,18
7	0,0012	–0,0028	0,0030	–4,04	2,86
8	0,0014	0,0003	0,0014	1,21	1,11
9	0,0025	–0,0001	0,0025	2,34	2,11
10	0,0019	–0,0015	0,0024	0,98	2,29
11	–0,0004	–0,0051	0,0051	–8,80	4,04
12	0,0005	–0,0030	0,0030	–5,17	2,67
13	0,0000	0,0000	0,0000	0,00	0,00
14	0,0018	–0,0002	0,0018	2,00	1,57
15	0,0020	–0,0027	0,0034	0,00	3,23
16	0,0006	–0,0042	0,0042	–5,88	3,70
17	–0,0013	–0,0027	0,0030	–2,80	2,27
18	0,0011	–0,0004	0,0012	1,15	1,05
19	0,0021	0,0004	0,0021	2,78	1,69
20	0,0005	–0,0018	0,0019	1,94	1,73
21	–0,0013	–0,0027	0,0030	1,66	2,36
22	0,0008	–0,0011	0,0013	1,26	1,30
23	0,0021	0,0004	0,0021	1,72	1,67
24	0,0021	0,0004	0,0021	2,17	1,68
25	–0,0001	–0,0044	0,0044	2,50	3,91

12 Stabilité dans le temps

12.1 Stabilité à court terme

12.1.1 Caractéristiques à mesurer

Stabilité de reproduction de couleur lors de la première application d'énergie à l'afficheur à tube cathodique.

12.1.2 Conditions de mesure

- Il convient que la disposition de l'équipement soit conforme à la figure 1 ou la figure 2.
- L'afficheur à tube cathodique doit être mis hors tension pendant plus de 2 h avant la mesure.
- La première lecture doit être prise en compte 1 min après la mise sous tension du CRT.

12.1.3 Méthode de mesure

- Les données d'entrée $D_R = M$, $D_V = M$, $D_B = M$ doivent être appliquées pour aboutir à une couleur blanche sur la totalité de la surface de l'afficheur à tube cathodique, où $M = 2^N - 1$ et N est le nombre de bits par voie.
- La luminance Y en candela par mètre carré et les valeurs de coordonnées chromatiques x, y CIE 1931 doivent être mesurées en utilisant le colorimètre au centre de l'écran, toutes les minutes pendant 2 h.
- La moyenne dans le temps de la luminance mesurée $\bar{Y}$ doit être calculée comme suit:

$$\bar{Y} = \frac{1}{120} \sum_{i=1}^{120} Y_i$$

12.1.4 Présentation des résultats

La luminance Y par rapport au temps doit être tracée sous forme de graphe, où l'axe vertical doit être compris entre $\bar{Y} - 10$ (cd/m²) et $\bar{Y} + 10$ (cd/m²).

Les valeurs chromatiques x, y doivent également être tracées sous forme de courbes, où l'axe vertical doit être compris entre 0,2 et 0,4, comme le montre la figure 7.

12 Temporal stability

12.1 Short-term stability

12.1.1 Characteristics to be measured

The stability of colour reproduction upon first applying power to the CRT display.

12.1.2 Measurement conditions

- a) The arrangement of equipment should be as in Figure 1 or Figure 2.
- b) The CRT display shall be powered down for more than 2 h before the measurement.
- c) The first reading shall be taken one minute after the CRT display is powered up.

12.1.3 Method of measurement

- a) The input data $D_R = M$, $D_G = M$, $D_B = M$ shall be applied with the result that the entire surface of the CRT display becomes white, where $M = 2^N - 1$ and N is the number of bits per channel.
- b) The luminance Y in candela per square metre and the CIE 1931 chromaticity coordinate values x, y shall be measured using the colorimeter at the centre of the screen every minute for a duration of 2 h.
- c) The time average of the measured luminance $\bar{Y}$ shall be calculated as follows;

$$\bar{Y} = \frac{1}{120} \sum_{i=1}^{120} Y_i$$

12.1.4 Presentation of results

The luminance Y versus time shall be plotted as a graph, where the vertical axis shall be from $\bar{Y} - 10$ (cd/m²) to $\bar{Y} + 10$ (cd/m²).

The chromaticity values x, y shall also be plotted as curves, where the vertical axis shall be from 0,2 to 0,4, as shown in Figure 7.

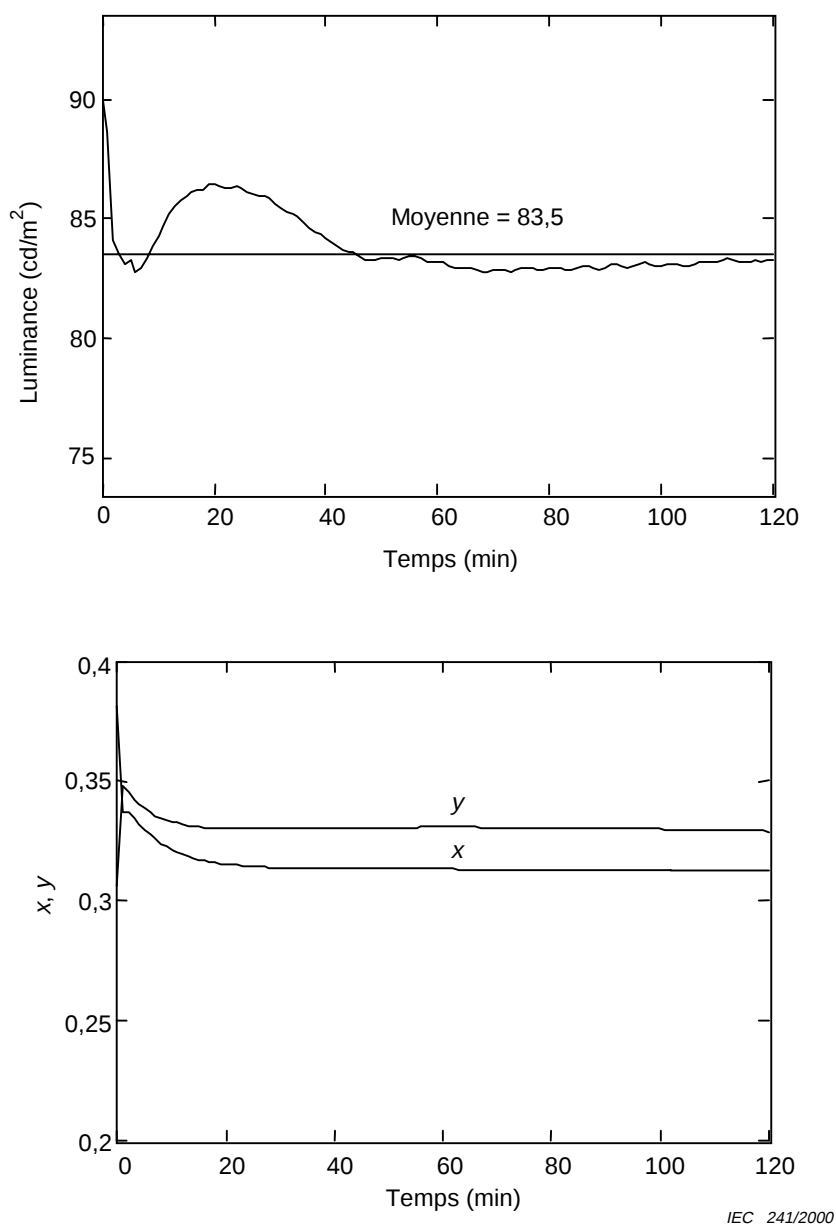


Figure 7 – Exemple de tracés pour la stabilité à court terme

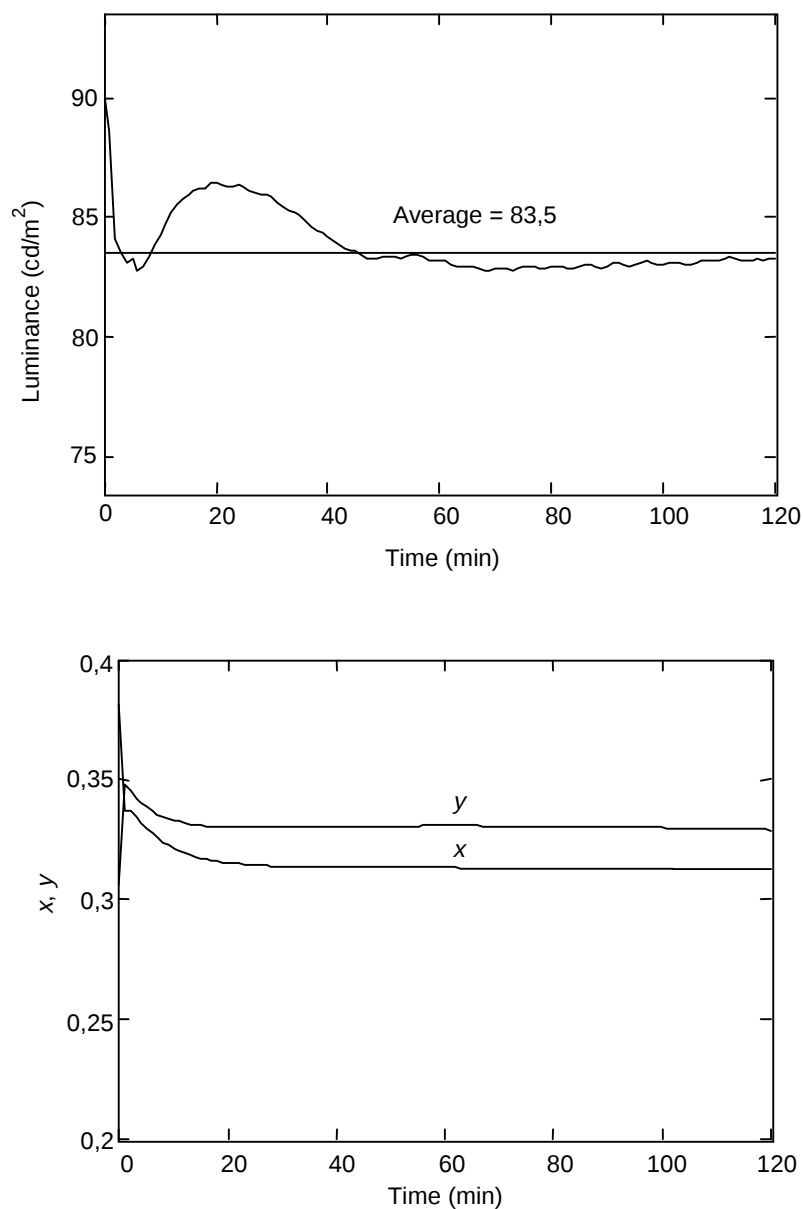
12.2 Stabilité à moyen terme

12.2.1 Caractéristiques à mesurer

Stabilité de reproduction de couleur de l'afficheur à tube cathodique au cours d'un usage quotidien.

12.2.2 Conditions de mesure

- La disposition de l'équipement doit être conforme à la figure 1 ou à la figure 2.
- L'afficheur à tube cathodique doit être mise hors tension pendant plus de 2 h avant la mesure.
- La première lecture doit être prise en compte 10 min après la mise sous tension du CRT.



IEC 241/2000

Figure 7 – Example plots for short-term stability

12.2 Mid-term stability

12.2.1 Characteristics to be measured

The stability of colour reproduction of CRT displays in daily use.

12.2.2 Measurement conditions

- The arrangement of equipment shall be as in Figure 1 or Figure 2.
- The CRT display shall be powered down for more than 2 h before the measurement.
- The first reading shall be taken 10 min after the CRT display is powered up.

12.2.3 Méthode de mesure

- a) Les données d'entrée $D_R = M$, $D_V = M$, $D_B = M$ doivent être appliquées pour aboutir à une couleur blanche sur la totalité de la surface de l'afficheur à tube cathodique, où $M = 2^N - 1$ et N est le nombre de bits par voie.
- b) La luminance Y en candela par mètre carré et les valeurs de coordonnées chromatiques x, y CIE 1931 doivent être mesurées en utilisant le colorimètre au centre de l'écran, toutes les 10 min pendant 24 h.
- c) La moyenne dans le temps de la luminance $\bar{Y}$ mesurée doit être calculée comme suit:

$$\bar{Y} = \frac{1}{144} \sum_{i=1}^{144} Y_i$$

12.2.4 Présentation des résultats

La luminance Y par rapport au temps doit être tracée sous forme de graphe, où l'axe vertical doit être compris entre $\bar{Y} - 5$ (cd/m²) et $\bar{Y} + 5$ (cd/m²).

Les valeurs chromatiques x, y doivent également être tracées sous forme de courbes, où l'axe vertical doit être compris entre 0,2 et 0,4, comme le montre la figure 8.

12.2.3 Method of measurement

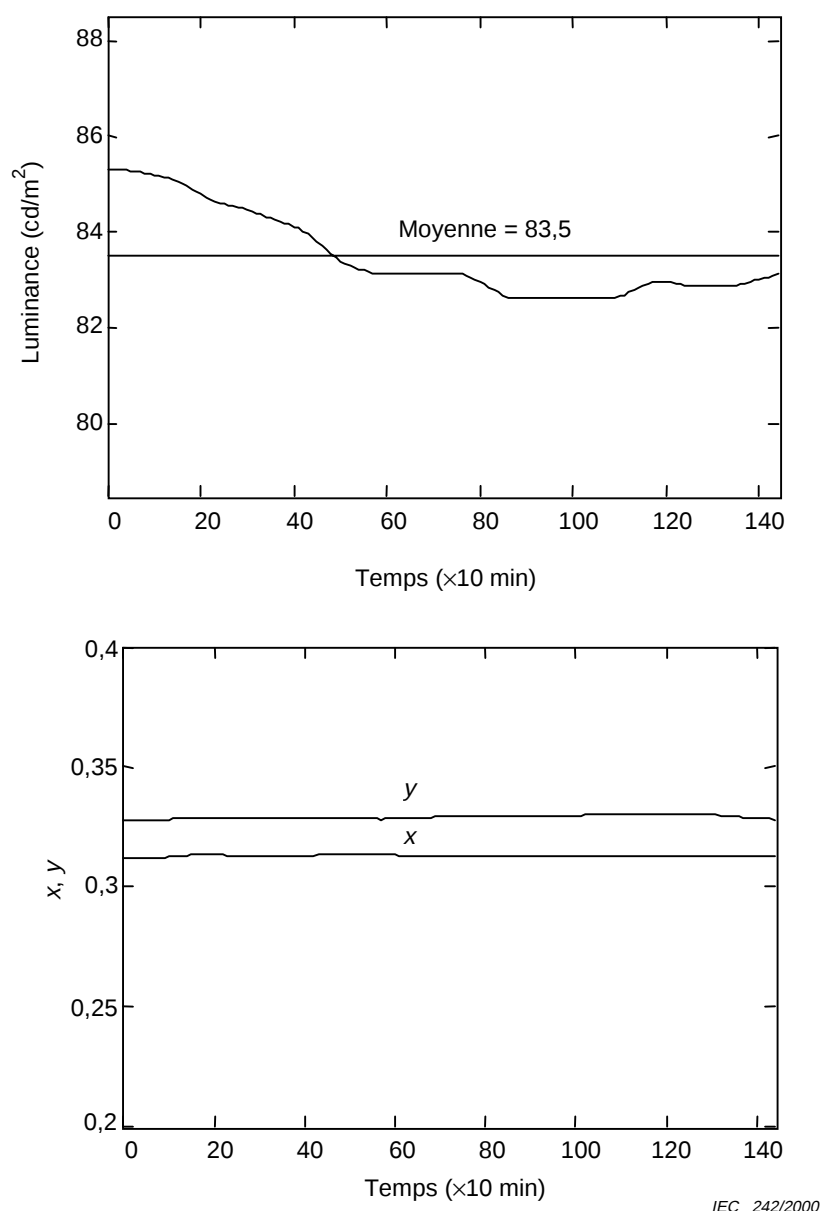
- a) The input data $D_R = M$, $D_G = M$, $D_B = M$ shall be applied to display white on the entire surface of the CRT display, where $M = 2^N - 1$ and N is the number of bits per channel.
- b) The luminance Y in candela per square metre and the CIE 1931 chromaticity coordinate values x, y shall be measured using the colorimeter at the centre of the screen every 10 min over 24 h.
- c) The time average of the measured luminance $\bar{Y}$ shall be calculated as follows;

$$\bar{Y} = \frac{1}{144} \sum_{i=1}^{144} Y_i$$

12.2.4 Presentation of results

The luminance Y versus time shall be plotted as a graph, where the vertical axis shall be from $\bar{Y} - 5$ (cd/m²) to $\bar{Y} + 5$ (cd/m²).

The chromaticity values x, y shall also be plotted as curves, where the vertical axis shall be from 0,2 to 0,4, as shown in Figure 8.



IEC 242/2000

Figure 8 – Exemple de tracés pour la stabilité à moyen terme

13 Réflexion en surface

13.1 Caractéristiques à mesurer

Facteur de luminance (VEI 845-04-69) de la surface de l'afficheur à tube cathodique.

13.2 Conditions de mesure

L'afficheur à tube cathodique en cours de mesure doit être mis hors tension. La face de l'afficheur doit être éclairée et mesurée selon la géométrie 45/0, conformément à l'ISO 5-4, comme le montre la figure 9.

La source de lumière doit être une source à incandescence ayant un spectre proche de l'illuminant A CIE ($2\,856\text{ K} \pm 100\text{ K}$), défini dans l'ISO/CIE 10526. La taille de la source et la distance à l'afficheur doivent être choisies de manière à ce que l'angle sous-tendu par la dimension la plus grande de la source depuis le centre de l'afficheur soit inférieur à $5^\circ \pm 2,5^\circ$.

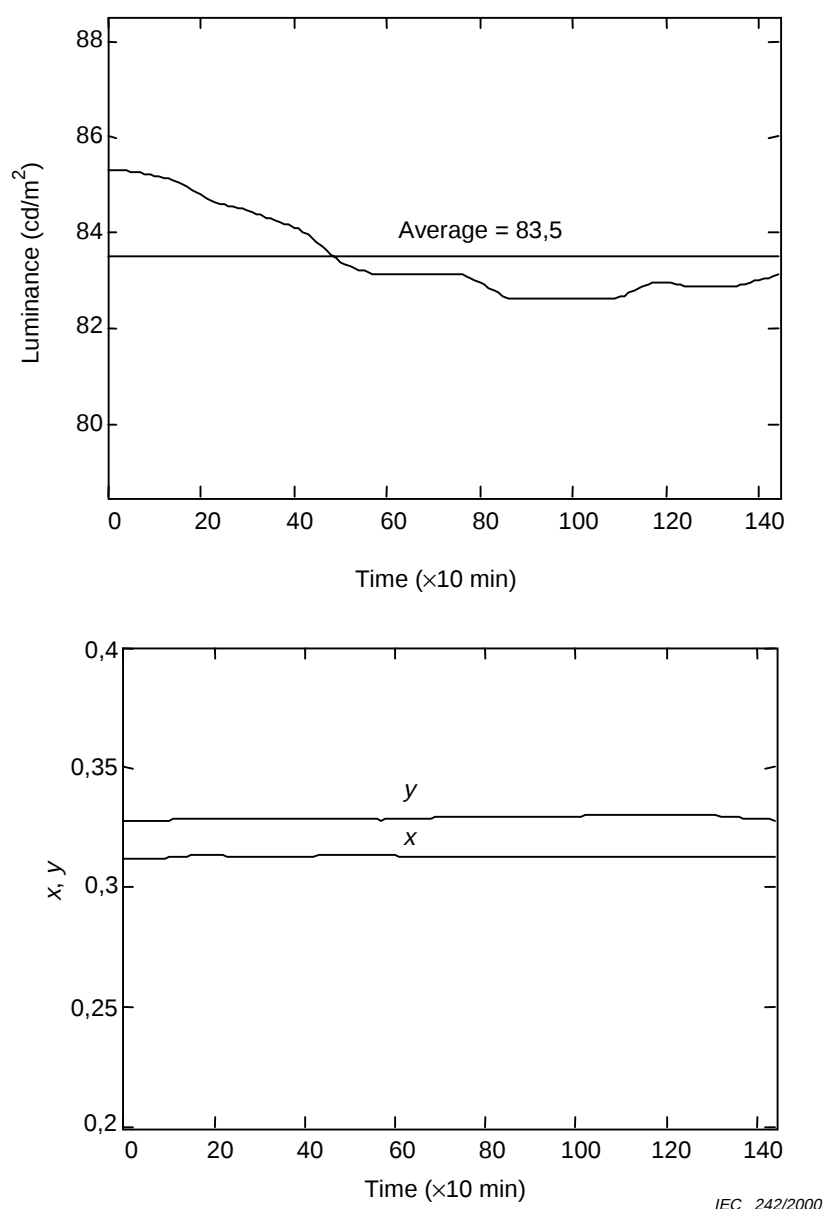


Figure 8 – Example plots for mid-term stability

13 Surface reflection

13.1 Characteristics to be measured

The luminance factor (IEV 845-04-69) of the CRT display surface.

13.2 Measurement conditions

The CRT display under measurement shall be powered down. The faceplate of the CRT display shall be illuminated and measured in the 45/0 geometry, according to ISO 5-4, as shown in Figure 9.

The light source shall be an incandescent source having a spectrum close to the CIE Standard Illuminant A ($2\,856\text{ K} \pm 100\text{ K}$) defined in ISO/CIE 10526. The size of the source and the distance to the display shall be chosen so that the angle subtended by the largest dimension of the source from the display centre is less than $5^\circ \pm 2,5^\circ$. The angle of incidence of the light

L'angle d'incidence de la source de lumière doit être réglé à $45^\circ \pm 3^\circ$. Le spectroradiomètre doit mesurer une zone circulaire d'un diamètre de $0,05 h$ à $0,15 h$ à une distance de $d \geq 4h$, où h est la hauteur effective d'écran. Le radiospectromètre doit être optiquement protégé de l'éclairage direct provenant de la source.

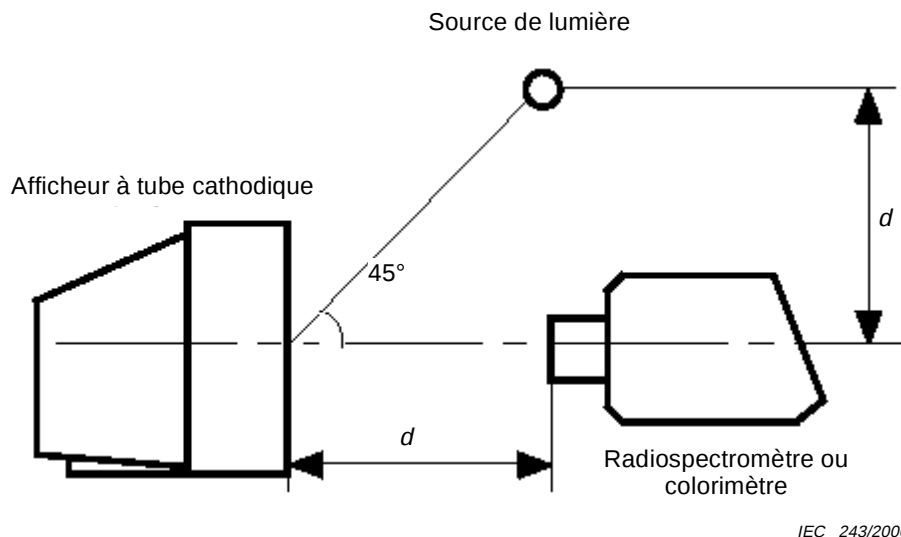


Figure 9 – Disposition de l'équipement

13.3 Méthode de mesure

- Un étalon de facteur de réflexion diffuse blanche (par exemple, du sulfate de baryum ou du polytétrafluoroéthylène (PTFE) comprimé/fritté), étalonnée pour un facteur de luminance de $45/0 \beta_p$, doit être introduit à la place de l'afficheur, et la luminance L_p doit être mesurée sous éclairage.
- L'afficheur en essai doit être ensuite placé et la luminance L_s doit être mesurée sous éclairage.
- Le facteur de luminance β_s doit être calculé au moyen de:

$$\beta_s = \frac{\beta_p L_s}{L_p}$$

NOTE 1 Il convient que le niveau d'éclairement soit réglé de manière à ce que la mesure puisse être effectuée à l'intérieur d'une plage de l'instrument de mesure qui soit lisible.

NOTE 2 L'annexe B donne une autre méthode de mesure.

13.4 Présentation des résultats

Le facteur de luminance β_s doit être consigné sous forme de pourcentage, comme au tableau 9.

Table 9 – Exemple de formulaire de compte rendu

Luminance cd/m ²		Facteur de luminance %
L_s	L_p	β_s
4,97	110,00	4,52

NOTE Voir aussi l'annexe C pour une suggestion d'interprétation du résultat mesuré.

source shall be set to $45^\circ \pm 3^\circ$. The spectroradiometer shall measure a circular area of a diameter of $0,05 h$ to $0,15 h$ at a distance of $d \geq 4h$, where h is the effective screen height. The spectroradiometer shall be optically shielded from direct illumination from the source.

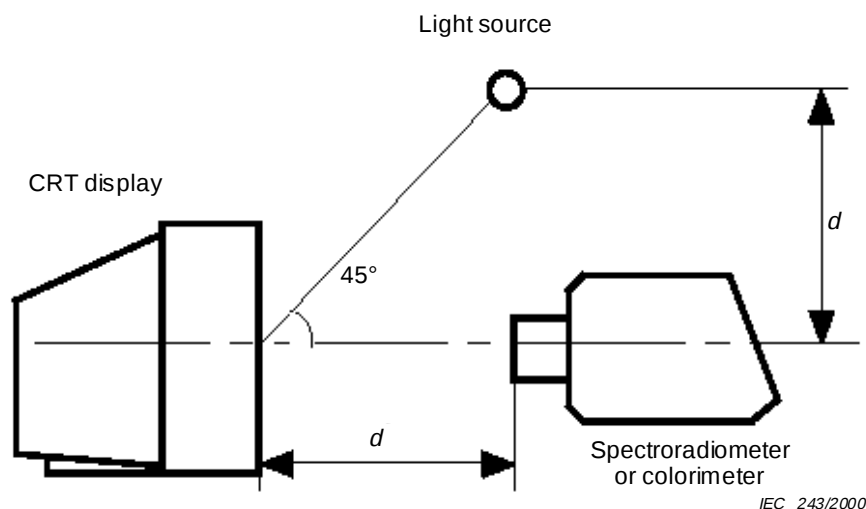


Figure 9 – Equipment arrangement

13.3 Method of measurement

- A white diffuse reflectance standard (for example, pressed/sintered polytetrafluoroethylene (PTFE) or barium sulfate), calibrated for 45/0 luminance factor β_p , shall be introduced in place of the CRT screen, and the luminance L_p shall be measured under the illumination.
- The CRT display under test shall be placed and the luminance L_s shall be measured under the illumination.
- The luminance factor β_s shall be calculated by

$$\beta_s = \frac{\beta_p L_s}{L_p}$$

NOTE 1 The level of the illumination should be adjusted so that the measurement can be conducted within readable range of the measuring instrument.

NOTE 2 For an alternative method of measurement, refer to annex B.

13.4 Presentation of the result

The luminance factor β_s shall be reported as a percentage point, as shown in Table 9.

Table 9 – Example of reporting form

Illuminance cd/m ²		Luminance factor %
L_s	L_p	β_s
4,97	110,00	4,52

NOTE See also annex C for a suggested interpretation of the measured result.

14 Distorsion de lumière parasite interne

14.1 Caractéristiques à mesurer

Le degré des changements colorimétriques au centre de l'écran en fonction de la luminosité du fond.

14.2 Conditions de mesure

- La disposition de l'équipement doit être conforme à la figure 1 ou à la figure 2.
- Les données d'entrée doivent être produites de manière à ce que le motif spécifié à la figure 3 soit mis en position au centre de l'écran en cours de mesure.

14.3 Méthode de mesure

- Les données d'entrée $D_R = 0$, $D_V = 0$, $D_B = 0$ pour la luminance de fond et les données pour le motif centré $D_R = 0$, $D_V = 0$, $D_B = 0$ doivent être produites par le générateur de signal, comme condition 1.
- Les composantes trichromatiques X_1, Y_1, Z_1 correspondant au motif du centre doivent être mesurées.
- Les données pour la luminance de fond doivent être commutées, comme condition 2, en $D_R = 2^{N-1}$, $D_V = 2^{N-1}$, $D_B = 2^{N-1}$, et ensuite les composantes trichromatiques X_2, Y_2, Z_2 correspondant au même motif du centre doivent être mesurées.

14.4 Présentation des résultats

La distorsion de couleur doit être calculée comme les différences des composantes trichromatiques, conformément à la CIE 15.2, comme:

$$\begin{aligned} X_s &= X_2 - X_1 \\ Y_s &= Y_2 - Y_1 \\ Z_s &= Z_2 - Z_1 \end{aligned}$$

et consignée comme au tableau 10.

NOTE Voir l'annexe D pour l'interprétation des résultats de mesure.

Table 10 – Exemple de changement colorimétrique

	X	Y	Z
Condition 2	0,0818	0,0900	0,1214
Condition 1	0,0000	0,0000	0,0000
Différence	0,0818	0,0900	0,1214

14 Internal flare

14.1 Characteristics to be measured

The degree of colorimetric changes at the centre of the screen depending on brightness of the background.

14.2 Measurement conditions

- The arrangement of equipment shall be as in Figure 1 or Figure 2.
- The input data shall be so generated that the patch specified in Figure 3 is positioned at the centre of the screen of the CRT display under measurement.

14.3 Method of measurement

- The input data $D_R = 0$, $D_G = 0$, $D_B = 0$ for background and the data for the centred patch $D_R = 0$, $D_G = 0$, $D_B = 0$ shall be generated by the signal generator as condition 1.
- The tristimulus values X_1 , Y_1 , Z_1 corresponding to the patch at the centre shall be measured.
- The data for background shall be switched, as condition 2, to $D_R = 2^{N-1}$, $D_G = 2^{N-1}$, $D_B = 2^{N-1}$, and then the tristimulus values X_2 , Y_2 , Z_2 corresponding to the same patch at the centre shall be measured.

14.4 Presentation of results

The colour shift shall be calculated as differences of the tristimulus values according to CIE 15.2 as in

$$\begin{aligned} X_s &= X_2 - X_1 \\ Y_s &= Y_2 - Y_1 \\ Z_s &= Z_2 - Z_1 \end{aligned}$$

and reported as shown in Table 10.

NOTE See annex D for an interpretation of the measured results.

Table 10 – An example of colorimetric change

	X	Y	Z
Condition 2	0,0818	0,0900	0,1214
Condition 1	0,0000	0,0000	0,0000
Difference	0,0818	0,0900	0,1214

Annexe A (normative)

Instruments colorimétriques nécessaires

Cette annexe est destinée à résumer les types d'appareils colorimétriques nécessaires en fonction des caractéristiques des mesures. Les appareils de type sans contact sont signalés par « figure 1 » et ceux de type à contact sont signalés par «figure 2».

Tableau A.1 – Types d'appareils

Article/ Paragraphe	Appareil colorimétriques nécessaires
7	Spectroradiomètre (figure 1)
9	Spectroradiomètre (figure 1) ou colorimètre (figure 1 ou figure 2)
10	Spectroradiomètre (figure 1) ou colorimètre (figure 1 ou figure 2)
11	Colorimètre (figure 2)
12	Spectroradiomètre (figure 1) ou colorimètre (figure 1 ou figure 2)
13	Spectroradiomètre (figure 1) ou colorimètre (figure 1)
14	Spectroradiomètre (figure 1) ou colorimètre (figure 1 ou figure 2)

Annex A (normative)

Required colorimetric instruments

This annex is intended to summarize the required types of colorimetric measuring instruments depending on the attributes of measurements. Non-contact types of instruments are designated by “Figure 1” and contact types of instruments are designated by “Figure 2”.

Table A.1 – Types of instruments

Clause/ subclause	Colorimetric instruments required
7	Spectroradiometer (Figure 1)
9	Spectroradiometer (Figure 1) or colorimeter (Figure 1 or Figure 2)
10	Spectroradiometer (Figure 1) or colorimeter (Figure 1 or Figure 2)
11	Colorimeter (Figure 2)
12	Spectroradiometer (Figure 1) or colorimeter (Figure 1 or Figure 2)
13	Spectroradiometer (Figure 1) or colorimeter (Figure 1)
14	Spectroradiometer (Figure 1) or colorimeter (Figure 1 or Figure 2)

Annexe B (normative)

Autre méthode de mesure de la réflexion en surface

A la place de la méthode de mesure spécifiée à l'article 13, la méthode suivante peut être utilisée, si elle est préférentielle.

- a) Un luxmètre doit être placé verticalement à la place de l'écran de l'afficheur et l'éclairement vertical E_p (lx) de l'éclairage doit être mesuré.
- b) L'écran de l'afficheur en essai doit être remis en place, et la luminance L_s doit être mesurée en cours d'éclairage.
- c) Le facteur de luminance β_s doit être calculé par

$$\beta_s = \frac{\pi L_s}{E_p}$$

Annex B

(normative)

Alternative method of measurement of surface reflection

Instead of the method of measurement specified in clause 13, the following method can be used if preferred.

- a) An illuminance meter shall be placed vertically in place of the CRT screen, and the vertical illuminance E_p (lx) from the illumination shall be measured.
- b) The CRT display under test shall be replaced, and the luminance L_s shall be measured under the illumination.
- c) The luminance factor β_s shall be calculated by

$$\beta_s = \frac{\pi L_s}{E_p}$$

Annexe C (informative)

Évaluation de l'effet de la source de lumière externe

Toutes les mesures, excepté celles de l'article 13, de la présente norme sont effectuées dans un environnement ambiant d'obscurité. Le facteur de luminance mesuré β_s pourrait être utilisé pour estimer les composantes trichromatiques (X_E, Y_E, Z_E) de la lumière réfléchie de l'éclairage ambiant comme:

$$\begin{aligned} X_E &= \frac{\beta_s E_a}{\pi} \frac{x_a}{y_a} \\ Y_E &= \frac{\beta_s E_a}{\pi} \\ Z_E &= \frac{\beta_s E_a}{\pi} \frac{1 - x_a - y_a}{y_a} \end{aligned}$$

où

E_a (lx) est l'éclairement vertical sur l'écran de l'afficheur, produit par l'éclairage ambiant;

(x_a, y_a) est la chromaticité de l'éclairage ambiant.

Annex C (informative)

Evaluation of effect of external light source

All the measurements in this standard, except those in clause 13, are performed in a dark-room environment. The measured luminance factor β_s could be used to estimate the tristimulus value components (X_E , Y_E , Z_E) of the reflected light from the room lighting as:

$$\begin{aligned} X_E &= \frac{\beta_s E_a}{\pi} \frac{x_a}{y_a} \\ Y_E &= \frac{\beta_s E_a}{\pi} \\ Z_E &= \frac{\beta_s E_a}{\pi} \frac{1 - x_a - y_a}{y_a} \end{aligned}$$

where

E_a (lx) is the vertical illuminance on the CRT display screen, produced by the room lighting;

(x_a , y_a) is the chromaticity of the room lighting.

Annexe D (informative)

Évaluation de la distorsion de lumière interne et externe

Les composantes trichromatiques générales X_O , Y_O , Z_O , correspondant à la sortie de lumière totale des afficheurs à tube cathodique peuvent être représentées selon le modèle suivant:

$$\begin{aligned} X_O &= (X_P + X_C + X_I) + X_E \\ Y_O &= (Y_P + Y_C + Y_I) + Y_E \\ Z_O &= (Z_P + Z_C + Z_I) + Z_E \end{aligned}$$

où

- (X_P , Y_P , Z_P) sont dus à l'émission primaire et dominante de luminophores rouges – verts – bleus;
- (X_C , Y_C , Z_C) sont dus à l'émission entre voies parmi les voies rouges – vertes – bleues;
(X_I , Y_I , Z_I) sont dus à la diffusion de la lumière interne (distorsion de lumière parasite interne);
- (X_E , Y_E , Z_E) sont dus à la réflexion en surface de l'éclairage ambiant (distorsion de lumière parasite externe).

Cependant cette partie 3 de la CEI 61966 spécifie les méthodes de mesure dans les conditions où l'éclairage ambiant n'intervient pas, sauf à l'article 13, et dans des conditions de luminance de fond noire avec des données numériques $D_R = 0$, $D_V = 0$, $D_B = 0$, sauf à l'article 14. Ainsi, les termes de la distorsion de lumière parasite externe (X_E , Y_E , Z_E) et ceux de la distorsion de lumière parasite interne (X_I , Y_I , Z_I) sont minimisés. Si les afficheurs à tube cathodique sont utilisés dans des conditions différentes, il convient que ces termes soient ajoutés aux composantes trichromatiques mesurées. Le terme (X_E , Y_E , Z_E) peut être mesuré à l'article 13 et le terme (X_I , Y_I , Z_I) peut être mesuré à l'article 14. L'effet du terme (X_C , Y_C , Z_C) pour l'émission inter-voies est obtenu à l'article 10.

Annex D (informative)

Evaluation of internal and external flare

The overall tristimulus values X_O , Y_O , Z_O , corresponding to the total light output from CRT displays, could be modelled as follows.

$$\begin{aligned} X_O &= (X_P + X_C + X_I) + X_E \\ Y_O &= (Y_P + Y_C + Y_I) + Y_E \\ Z_O &= (Z_P + Z_C + Z_I) + Z_E \end{aligned}$$

where

(X_P , Y_P , Z_P) are due to primary and dominant emission of red – green – blue phosphors;

(X_C , Y_C , Z_C) are due to cross-channel emission among red – green – blue channels;

(X_I , Y_I , Z_I) are due to internal light scattering (internal flare);

(X_E , Y_E , Z_E) are due to surface reflection of ambient illumination (external flare).

This part of IEC 61966, however, specifies the methods of measurement under the condition of no ambient illumination (except in clause 13) and of black background with digital data $D_R = 0, D_G = 0, D_B = 0$ (except in clause 14). Thus both the external flare terms (X_E , Y_E , Z_E) and the internal flare terms (X_I , Y_I , Z_I) are minimised. If CRT displays are used under different conditions, these terms should be added to the measured tristimulus values. The term (X_E , Y_E , Z_E) could be measured in clause 13 and the term (X_I , Y_I , Z_I) be measured in clause 14. The effect of the term (X_C , Y_C , Z_C) for inter-channel emission is obtained in clause 10.

Bibliographie

- [1] Y. Ohno, S.W. Brown: "Four-color matrix method for correction of tristimulus colorimeters – Part 2," *Proc. of 6th Color Imaging Conference*, pp. 65–68 (1998)
- [2] Y. Ohno, J.E. Hardis: "Four-color matrix method for correction of tristimulus colorimeters," *Proc. of IS&T/SID Color Imaging Conference*, pp. 301–305 (novembre 1997)
- [3] N. Katoh, T. Deguchi: "Reconsideration of CRT monitor characteristics," *Proc. of IS&T/SID Color Imaging Conference*, pp. 33–40 (novembre 1997)
- [4] R.S. Berns: "Methods for characterizing CRT displays," *Displays*, 16, pp. 173-182 (1996)
- [5] CIE 122 – 1996, *The relationship between digital and colorimetric data for computer controlled displays*
- [6] ASTM E 1455: 1996, *Standard practice for obtaining colorimetric data from a visual display unit using tristimulus colorimeter* (American Society of Testing and Materials)
- [7] JIS Z 8724: 1996, *Methods of measurement for light source colour*
- [8] P. Bodrogi and J. Schanda: "Testing a calibration method for colour CRT monitors. A method to characterise the extent of spatial interdependence and channel interdependence," *Displays* Vol.16, pp. 123–133 (1995)
- [9] ISO/CIE:1995, *Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure*
- [10] EBU tech. 3273-E: 1993, *Methods of measurement of the colorimetric performance of studio monitors*, European Broadcasting Union
- [11] R.S. Berns, R.J. Motta, and M.E. Gorzynski: "CRT colorimetry, part I: theory and practice," *Color Res. Appl.*, 18, pp. 299-314 (1993)
- [12] R.S. Berns, M.E. Gorzynski, and R.J. Motta: "CRT colorimetry, part II: metrology," *Color Res. Appl.*, 18, pp. 315-325 (1993)
- [13] ASTM designation E 1455-92:1992, *Standard Practice for Obtaining Colorimetric Data from a Visual Display Unit Using Tristimulus Colorimeters*, American Society of Testing and Materials
- [14] ASTM designation E 1336-91:1991, *Obtaining colorimetric data from a video display unit by spectroradiometry*, American Society of Testing and Materials
- [15] ASTM designation E 1341-91:1991, *Obtaining spectroradiometric data from radiant sources for Colorimetry*, American Society of Testing and Materials
- [16] CIE 87 – 1990, *Colorimetry of self-luminous displays – A bibliography*
- [17] CIE 60 – 1984, *Vision and the visual display unit work station*
- [18] A. R. Robertson: "Computation of correlated color temperature and distribution temperature," *J. Opt. Soc. Amer.*, Vol. 58, No. 11, pp. 1528–1535 (novembre, 1968)

Bibliography

- [1] Y. Ohno, S.W. Brown: "Four-color matrix method for correction of tristimulus colorimeters – Part 2," *Proc. of 6th Color Imaging Conference*, pp. 65–68 (1998)
- [2] Y. Ohno, J.E. Hardis: "Four-color matrix method for correction of tristimulus colorimeters," *Proc. of IS&T/SID Color Imaging Conference*, pp. 301–305 (November 1997)
- [3] N. Katoh, T. Deguchi: "Reconsideration of CRT monitor characteristics," *Proc. of IS&T/SID Color Imaging Conference*, pp. 33–40 (November 1997)
- [4] R.S. Berns: "Methods for characterizing CRT displays," *Displays*, 16, pp. 173-182 (1996)
- [5] CIE 122 - 1996, *The relationship between digital and colorimetric data for computer controlled displays*
- [6] ASTM E 1455:1996, *Standard practice for obtaining colorimetric data from a visual display unit using tristimulus colorimeter* (American Society of Testing and Materials)
- [7] JIS Z 8724:1996, *Methods of measurement for light source colour*
- [8] P. Bodrogi and J. Schanda: "Testing a calibration method for colour CRT monitors. A method to characterise the extent of spatial interdependence and channel interdependence," *Displays*, Vol.16, pp. 123–133 (1995)
- [9] ISO/IEC Guide to the expression of uncertainty in measurement (1995)
- [10] EBU tech. 3273-E:1993, *Methods of measurement of the colorimetric performance of studio monitors*, European Broadcasting Union
- [11] R.S. Berns, R.J. Motta, and M.E. Gorzynski: "CRT colorimetry, part I: theory and practice," *Color Res. Appl.*, 18, pp. 299-314 (1993)
- [12] R.S. Berns, M.E. Gorzynski, and R.J. Motta: "CRT colorimetry, part II: metrology," *Color Res. Appl.*, 18, pp. 315-325 (1993)
- [13] ASTM designation E 1455-92:1992, *Standard Practice for Obtaining Colorimetric Data from a Visual Display Unit Using Tristimulus Colorimeters*, American Society of Testing and Materials
- [14] ASTM designation E 1336-91:1991, *Obtaining colorimetric data from a video display unit by spectroradiometry*, American Society of Testing and Materials
- [15] ASTM designation E 1341-91:1991, *Obtaining spectroradiometric data from radiant sources for Colorimetry*, American Society of Testing and Materials
- [16] CIE 87 - 1990, *Colorimetry of self-luminous displays – A bibliography*
- [17] CIE 60 - 1984, *Vision and the visual display unit work station*
- [18] A. R. Robertson: "Computation of correlated color temperature and distribution temperature", *J. Opt. Soc. Amer.*, Vol. 58, No. 11, pp. 1528–1535 (November, 1968)



Standards Survey

The IEC would like to offer you the best quality standards possible. To make sure that we continue to meet your needs, your feedback is essential. Would you please take a minute to answer the questions overleaf and fax them to us at +41 22 919 03 00 or mail them to the address below. Thank you!

Customer Service Centre (CSC)

International Electrotechnical Commission

3, rue de Varembe
1211 Genève 20
Switzerland

or

Fax to: **IEC/CSC** at +41 22 919 03 00

Thank you for your contribution to the standards-making process.

A Prioritaire

Nicht frankieren
Ne pas affranchir



Non affrancare
No stamp required

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Customer Service Centre (CSC)
International Electrotechnical Commission
3, rue de Varembe
1211 GENEVA 20
Switzerland



Q1 Please report on **ONE STANDARD** and **ONE STANDARD ONLY**. Enter the exact number of the standard: (e.g. 60601-1-1)

.....

Q2 Please tell us in what capacity(ies) you bought the standard (tick all that apply). I am the/a:

- purchasing agent ☐
 librarian ☐
 researcher ☐
 design engineer ☐
 safety engineer ☐
 testing engineer ☐
 marketing specialist ☐
 other.....

Q3 I work for/in/as a:
(tick all that apply)

- manufacturing ☐
 consultant ☐
 government ☐
 test/certification facility ☐
 public utility ☐
 education ☐
 military ☐
 other.....

Q4 This standard will be used for:
(tick all that apply)

- general reference ☐
 product research ☐
 product design/development ☐
 specifications ☐
 tenders ☐
 quality assessment ☐
 certification ☐
 technical documentation ☐
 thesis ☐
 manufacturing ☐
 other.....

Q5 This standard meets my needs:
(tick one)

- not at all ☐
 nearly ☐
 fairly well ☐
 exactly ☐

Q6 If you ticked NOT AT ALL in Question 5 the reason is: (tick all that apply)

- standard is out of date ☐
 standard is incomplete ☐
 standard is too academic ☐
 standard is too superficial ☐
 title is misleading ☐
 I made the wrong choice ☐
 other

Q7 Please assess the standard in the following categories, using the numbers:

- (1) unacceptable,
 (2) below average,
 (3) average,
 (4) above average,
 (5) exceptional,
 (6) not applicable

- timeliness.....
 quality of writing.....
 technical contents.....
 logic of arrangement of contents
 tables, charts, graphs, figures.....
 other

Q8 I read/use the: (tick one)

- French text only ☐
 English text only ☐
 both English and French texts ☐

Q9 Please share any comment on any aspect of the IEC that you would like us to know:

.....





Enquête sur les normes

La CEI ambitionne de vous offrir les meilleures normes possibles. Pour nous assurer que nous continuons à répondre à votre attente, nous avons besoin de quelques renseignements de votre part. Nous vous demandons simplement de consacrer un instant pour répondre au questionnaire ci-après et de nous le retourner par fax au +41 22 919 03 00 ou par courrier à l'adresse ci-dessous. Merci !

Centre du Service Clientèle (CSC)

Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembé

1211 Genève 20

Suisse

ou

Télécopie: **CEI/CSC** +41 22 919 03 00

Nous vous remercions de la contribution que vous voudrez bien apporter ainsi à la Normalisation Internationale.

A Prioritaire

Nicht frankieren
Ne pas affranchir



Non affrancare
No stamp required

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Centre du Service Clientèle (CSC)

Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembé

1211 GENÈVE 20

Suisse

Q1 Veuillez ne mentionner qu'**UNE SEULE NORME** et indiquer son numéro exact:
(ex. 60601-1-1)
.....

Q2 En tant qu'acheteur de cette norme, quelle est votre fonction?
(cochez tout ce qui convient)
Je suis le/un:

- agent d'un service d'achat ☐
- bibliothécaire ☐
- chercheur ☐
- ingénieur concepteur ☐
- ingénieur sécurité ☐
- ingénieur d'essais ☐
- spécialiste en marketing ☐
- autre(s).....

Q3 Je travaille:
(cochez tout ce qui convient)

- dans l'industrie ☐
- comme consultant ☐
- pour un gouvernement ☐
- pour un organisme d'essais/ certification ☐
- dans un service public ☐
- dans l'enseignement ☐
- comme militaire ☐
- autre(s).....

Q4 Cette norme sera utilisée pour/comme
(cochez tout ce qui convient)

- ouvrage de référence ☐
- une recherche de produit ☐
- une étude/développement de produit ☐
- des spécifications ☐
- des soumissions ☐
- une évaluation de la qualité ☐
- une certification ☐
- une documentation technique ☐
- une thèse ☐
- la fabrication ☐
- autre(s).....

Q5 Cette norme répond-elle à vos besoins:
(une seule réponse)

- pas du tout ☐
- à peu près ☐
- assez bien ☐
- parfaitement ☐

Q6 Si vous avez répondu PAS DU TOUT à Q5, c'est pour la/les raison(s) suivantes:
(cochez tout ce qui convient)

- la norme a besoin d'être révisée ☐
- la norme est incomplète ☐
- la norme est trop théorique ☐
- la norme est trop superficielle ☐
- le titre est équivoque ☐
- je n'ai pas fait le bon choix ☐
- autre(s)

Q7 Veuillez évaluer chacun des critères ci-dessous en utilisant les chiffres
(1) inacceptable,
(2) au-dessous de la moyenne,
(3) moyen,
(4) au-dessus de la moyenne,
(5) exceptionnel,
(6) sans objet

- publication en temps opportun
- qualité de la rédaction.....
- contenu technique
- disposition logique du contenu
- tableaux, diagrammes, graphiques, figures
- autre(s)

Q8 Je lis/utilise: (une seule réponse)

- uniquement le texte français ☐
- uniquement le texte anglais ☐
- les textes anglais et français ☐

Q9 Veuillez nous faire part de vos observations éventuelles sur la CEI:

-
-
-
-
-



ISBN 2-8318-5181-5



ICS 33.160.60; 37.080
