

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1610**

Première édition
First edition
1995-11

**Images imprimées et transparents obtenus
à partir des sources électroniques –
Evaluation de la qualité de l'image**

**Prints and transparencies produced
from electronic sources –
Assessment of image quality**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1610: 1995

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60 000.

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 60 000 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
1610**

Première édition
First edition
1995-11

**Images imprimées et transparents obtenus
à partir des sources électroniques –
Evaluation de la qualité de l'image**

**Prints and transparencies produced
from electronic sources –
Assessment of image quality**

© CEI 1995 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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



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	4
Articles	
1 Domaine d'application	6
2 Références normatives	6
3 Termes et définitions	8
4 Conditions	10
4.1 Conditions d'environnement	10
4.2 Conditions de mesures	10
4.3 Conditions de calcul	12
5 Méthodes de mesures	14
5.1 Gamme de couleurs	14
5.2 Couleurs reproduites	24
5.3 Rendu des couleurs	30
5.4 Equilibrage du gris	32
5.5 Reproduction de l'échelle des gris (reproduction des tons)	34
5.6 Non-uniformité du gris	36
5.7 Résolution	40
5.8 Stabilité de l'image pour une exposition à la lumière (solidité à la lumière)	42
5.9 Stabilité de l'image pour une exposition à la chaleur (solidité à la chaleur)	46
5.10 Format des dimensions à reproduire	48
5.11 Modulation en champ uniforme	50
5.12 Profil	56
5.13 Linéarité spatiale	58
5.14 Mauvais enregistrement	60
Annexes	
A Caractéristiques du signal d'entrée pour la mesure des couleurs reproduites ..	66
B Bibliographie	68

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 Scope	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	9
4 Conditions	11
4.1 Environmental conditions	11
4.2 Conditions of measurement	11
4.3 Conditions of calculation	13
5 Methods of measurements	15
5.1 Gamut of colours	15
5.2 Reproduced colours	25
5.3 Colour rendering	31
5.4 Grey balance	33
5.5 Grey scale reproduction (tone reproduction)	35
5.6 Grey non-uniformity	37
5.7 Resolution	41
5.8 Image stability under exposure to light (light fastness)	43
5.9 Image stability under exposure to heat (heat fastness)	47
5.10 Reproducible dimensional range	49
5.11 Flat field modulation	51
5.12 Contouring	57
5.13 Spatial linearity	59
5.14 Misregistration	61
Annexes	
A Specification of the input signal for the measurement of reproduced colours .	67
B Bibliography	69

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

IMAGES IMPRIMÉES ET TRANSPARENTS OBTENUS À PARTIR DES SOURCES ÉLECTRONIQUES – ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DE L'IMAGE

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique 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, 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 recommandation de la CEI et la norme nationale 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 1610 a été établie par le comité d'études 84 de la CEI: Equipements et systèmes dans le domaine des techniques audio, vidéo et audiovisuelles.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
84/399 /FDIS	84 /443/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.

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

L'annexe B est donnée uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**PRINTS AND TRANSPARENCIES
PRODUCED FROM ELECTRONIC SOURCES –
ASSESSMENT OF IMAGE QUALITY**

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 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. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 1610 has been prepared by IEC technical committee 84: Equipment and systems in the field of audio, video and audiovisual engineering.

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

FDIS	Report on voting
84/399 /FDIS	84 /443/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.

Annex A forms an integral part of this standard.

Annex B is for information only.

IMAGES IMPRIMÉES ET TRANSPARENTS OBTENUS À PARTIR DES SOURCES ÉLECTRONIQUES – ÉVALUATION DE LA QUALITÉ DE L'IMAGE

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale s'applique à l'évaluation des attributs des images produites à partir de sources électroniques sur des imprimés ou des transparents. L'évaluation du matériel produisant les imprimés et les transparents est exclue du domaine d'application.

La présente norme spécifie les signaux d'essai, les conditions de mesure et la manière de présenter les résultats dans le but de rendre possible la comparaison du résultat des mesures. Les méthodes de mesures sont conçues pour rendre possible l'évaluation de la qualité des images produites par des sources électroniques sur des imprimés et des transparents. Les sources électroniques sont des signaux analogiques ou numériques de format défini dont les images correspondantes sont reproduites sur des supports transparents ou non.

Les méthodes de mesures de cette norme sont conçues pour s'appliquer à une grande variété de qualité d'imprimés et de transparents en couleur. Cette variété englobe un ensemble allant du petit morceau d'image pour une utilisation grand public, à une image précise de grande dimension destinée aux professionnels. Les imprimés et les transparents peuvent être produits par des imprimantes vidéo couleur ayant des entrées analogiques, en vue d'une utilisation grand public, ou par des imprimantes couleur professionnelles ayant des entrées numériques ou par tout autre moyen électronique.

La présente norme ne spécifie pas les valeurs limites des différents 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 Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente norme sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 50(845): 1987, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 845: Eclairage*

ISO 5-1: 1984, *Photographie – Mesurage des densités – Partie 1: Termes, symboles et notations*

ISO 5-2: 1991, *Photographie – Mesurage des densités – Partie 2: Conditions géométriques pour la densité instrumentale par transmission*

ISO 5-3: 1984, *Photographie – Mesurage des densités – Partie 3: Conditions spectrales*

ISO 5-4: 1983, *Photographie – Mesurage des densités – Partie 4: Conditions géométriques pour la densité instrumentale par réflexion*

ISO/CIE¹⁾ 10526: 1991, *Illuminants colorimétriques normalisés CIE*

¹⁾ CIE correspond à la Commission Internationale de l'Eclairage.

PRINTS AND TRANSPARENCIES PRODUCED FROM ELECTRONIC SOURCES – ASSESSMENT OF IMAGE QUALITY

1 Scope

This International Standard applies to the assessment of image attributes on prints and transparencies produced from electronic sources. Assessment of the equipment itself which produces prints and transparencies is outside the scope.

This standard specifies test signals, measurement conditions and forms of reporting the results so as to make possible the comparison of the results of measurements. The methods of measurement are designed to make possible the assessment of the image quality of prints and transparencies produced from electronic sources. The electronic sources are either analogue or digital signals of defined format, whose corresponding images are reproduced on either a transparent or a non-transparent medium.

The methods of measurement in this standard are designed to be applicable to a wide quality range of colour prints and transparencies. This range runs from a small piece of image for consumer use to a large and precise image for professional use. The prints and transparencies may be produced either by colour video printers with analogue inputs for consumer use, by professional colour image printers with digital inputs or by any other electronic means.

This standard 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 International Standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 50(845): 1987, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 845: Lighting*

ISO 5-1: 1984, *Photography – Density measurements – Part 1: Terms, symbols and notations*

ISO 5-2: 1991, *Photography – Density measurements – Part 2: Geometric conditions for transmission density*

ISO 5-3: 1984, *Photography – Density measurements – Part 3: Spectral conditions*

ISO 5-4: 1983, *Photography – Density measurements – Part 4: Geometric conditions for reflection density*

ISO/CIE¹ 10526: 1991, *CIE standard for colorimetric illuminants*

¹⁾ CIE stands for the International Commission on Illumination.

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

CIE 15.1: 1972, *Indice de métamérisme spécial : Changement de l'illuminant*

CIE 15.2: 1986, *Colorimétrie*

CIE Rapport technique 80: 1989, *Indice de métamérisme spécial : Changement de l'observateur*

UIT-R ¹⁾ Recommandation BT 471-1: 1990, *Nomenclature et description des signaux à barres de couleur*

3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale les définitions suivantes s'appliquent.

3.1 **image:** Représentation visible en deux dimensions de signaux électroniques destinés à former une image.

3.2 **source électronique:** Appareil qui fournit des signaux électroniques sous forme analogique ou numérique, transportant des informations colorimétriques à utiliser comme signaux d'entrée dans un matériel produisant des images couleur.

3.3 **support:** Substance dans laquelle le matériel produit une image.

3.4 **substrat:** Substance constituant le support.

3.5 **signal d'essai:** Signal de sortie d'une source électronique permettant d'évaluer le rendement de l'équipement fabriquant les images.

3.6 **imprimé:** Image reproduite formée sur un substrat opaque.

3.7 **transparent:** Image reproduite formée sur un substrat transparent.

3.8 **qualité d'image:** Qualité objective d'une image.

3.9 **densité intégrée:** Logarithme décimal de l'inverse de l'intégrale définie du produit spectral de la fonction efficacité lumineuse standard de la CIE avec la réflexion ou la transmission spectrale.

NOTE - Pour éviter des confusions, les notations concernant les densités intégrées sont différentes de celles spécifiées dans la partie 1 de l'ISO 5.

3.10 **gamme de couleurs:** Etendue maximale tridimensionnelle des couleurs reproductibles indiquée dans l'espace chromatique $L^*a^*b^*$ CIE 1976, défini dans la CIE 15.2.

3.11 **couleurs primaires:** Couleurs produites par des signaux provenant de la source électronique qui, s'ils sont formés par procédé additif, sont le rouge, le vert et le bleu ou, s'ils sont formés par procédé soustractif le jaune, le cyan et le magenta.

3.12 **couleurs secondaires:** Couleurs produites par un mélange de deux couleurs primaires.

3.13 **couleurs saturées:** Couleurs primaires et couleurs secondaires reproduites.

NOTE – Saturation signifie pureté d'excitation maximale (chromaticité), limitée par chaque système particulier.

¹⁾ Précédemment, recommandation du CCIR.

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

CIE 15.1: 1972, *Special metamerism index: Change in illuminant*

CIE 15.2: 1986, *Colorimetry*

CIE Technical Report 80: 1989, *Special metamerism index: Change in observer*

ITU-R¹⁾ Recommendation BT 471-1: 1990, *Nomenclature and description of colour bar signals*

3 Terms and definitions

For the purpose of this International Standard, the following definitions apply.

3.1 **image:** Visible, two-dimensional representation of electronic signals intended to form a picture.

3.2 **electronic source:** Apparatus which supplies electronic signals of analogue or digital form carrying colorimetric information to be used as input to equipment that produces coloured images.

3.3 **medium:** Substance within which the equipment produces an image.

3.4 **substrate:** Substance providing support for a medium.

3.5 **test signal:** Output of an electronic source to enable the performance of the image-making equipment to be assessed.

3.6 **print:** Reproduced image formed on an opaque substrate.

3.7 **transparency:** Reproduced image formed on a transparent substrate.

3.8 **image quality:** Objective quality of an image.

3.9 **integrated density:** Logarithm to base ten of the reciprocal of definite integral of the spectral product of the CIE standard luminous efficiency function with the spectral reflectance or spectral transmittance.

NOTE – The notations for integrated densities are modified from those specified in ISO 5-1 for the sake of avoiding confusion.

3.10 **gamut of colours:** Three-dimensional maximum range of reproducible colours expressed in CIE 1976 $L^*a^*b^*$ colour space defined in CIE 15.2.

3.11 **primary colours:** Colours produced by signals from the electronic source, which when formed by the additive process are red, green and blue, or by the subtractive process are yellow, cyan and magenta.

3.12 **secondary colours:** Colours produced by a mixture of two primary colours.

3.13 **saturated colours:** Reproduced primary colours and secondary colours.

NOTE – Saturation means the maximum excitation purity (chromaticity), limited by each specific system.

¹⁾ Formerly CCIR Recommendation.

3.14 mire de barres de couleur: Signal d'essai portant les informations colorimétriques relatives au noir ou blanc et aux couleurs saturées.

3.15 couleurs reproduites: Informations colorimétriques mesurées à partir de l'image reproduite, exprimées par l'espace chromatique $L^*a^*b^*$ CIE 1976 défini dans la CIE 15.2.

3.16 reproduction des tons: Relation colorimétrique entre un signal d'essai destiné à reproduire une image achromatique et l'image réellement produite.

4 Conditions

4.1 Conditions d'environnement

Sauf spécification contraire dans la présente norme, toutes les mesures doivent être faites dans les conditions d'environnement fixées par le fabricant du matériel produisant les imprimés et les transparents.

Les conditions d'environnement pendant les mesures, soit au minimum la température et l'humidité relative ambiantes, doivent être notées avec la présentation du résultat des mesures.

4.2 Conditions de mesures

Tous les paramètres réglables doivent être réglés aux valeurs recommandées, ou aux valeurs par défaut, du fabricant. Un temps d'échauffement convenable doit être respecté.

Les images d'essai doivent être produites en appliquant les signaux d'essai au matériel selon les spécifications du fabricant. Le support sur lequel les images sont produites doit être celui spécifié par le fabricant du matériel.

Les mesures de la qualité des images sur les imprimés et les transparents doivent être effectuées en mesurant respectivement les caractéristiques optiques des facteurs de réflexion et des facteurs de transmission. Dans la présente norme on peut utiliser, pour des mesures particulières, la densité optique spectrale et la densité optique intégrée.

Chaque signal d'essai ayant des caractéristiques connues doit être généré, afin de produire l'image qui est spécifiée dans cette norme. Sauf spécification contraire, on doit mesurer l'image sans interruption. Pour les lampes incandescentes ou fluorescentes, il convient de mesurer respectivement le rayonnement spectral ou le facteur de réflexion spectral pour les longueurs d'onde comprises entre 360 nm et 780 nm, mais on doit le faire au moins entre 400 nm et 700 nm, par pas de 10 nm et 5 nm.

Si le signal d'entrée de l'équipement produisant les imprimés ou les transparents est exprimé par un tableau de codes numériques, dont les valeurs, exprimées en coordonnées colorimétriques correspondant aux quatre couleurs (blanc, rouge, vert et bleu) du diagramme de chromaticité xy CIE 1931 défini dans la CIE 15.2, sont différentes de celles correspondant aux couleurs normalisées des systèmes courants de télévision [1]*, ces valeurs doivent être spécifiées par le fabricant de l'équipement pour les quatre couleurs, blanc, rouge, vert et bleu. Pour obtenir les coefficients de conversion, on doit utiliser les valeurs en coordonnées (colorimétriques) pour transformer les informations d'entrée réelles de telle sorte qu'elles correspondent aux valeurs des coordonnées trichromatiques, selon la méthode donnée en [2].

* Les chiffres entre crochets renvoient à l'annexe B, Bibliographie.

3.14 colour bars: Test signal which carries colorimetric information on black, white and saturated colours.

3.15 reproduced colours: Colorimetric information measured from the reproduced image expressed in CIE 1976 $L^*a^*b^*$ colour space which is defined in CIE 15.2.

3.16 tone reproduction: Colorimetric relation between a test signal which is intended to produce an achromatic image and the image actually produced.

4 Conditions

4.1 *Environmental conditions*

All measurements shall be carried out within the environmental conditions as specified by the manufacturer of the equipment which produces prints and transparencies, unless otherwise specified by this standard.

The environmental conditions during measurement, at least the room temperature and the relative humidity, shall be reported together with the presentation of the results of measurements.

4.2 *Conditions of measurement*

Any adjustable parameters shall be set to the manufacturer's recommended or defaults values. An adequate warm-up time shall be allowed.

The test images shall be produced by applying the test signals to the equipment following the manufacturer's specification. The medium on which the images are produced shall be the one specified by the manufacturer of the equipment.

The measurements of image quality of prints and transparencies shall be carried out by measuring the optical characteristics of reflectance or transmittance, respectively. Optical spectral density and integrated density may be used for specific measurements in this standard.

Each test signal of known characteristics shall be generated to produce the image which is specified in this standard. The image shall be measured without any time interval, unless otherwise specified. Spectral radiation or spectral reflectance should be measured over the wavelengths from 360 nm to 780 nm, but shall be measured at least from 400 nm to 700 nm in 10 nm, and 5 nm steps for incandescent lamps and fluorescent lamps, respectively.

If the input signal to equipment which produces prints or transparencies is expressed in a set of digital codes whose colorimetric coordinate values for four colours (white, red, green and blue) in the CIE 1931 xy chromaticity diagram defined in CIE 15.2 are different from those corresponding to the standard colours for conventional television systems [1]*, these values shall be specified by the manufacturer of the equipment for the four colours: white, red, green, and blue. These coordinate values shall be used to translate the actual input information to corresponding tristimulus values by the method given in [2] to obtain the conversion coefficients.

* Numbers in square brackets refer to annex B, Bibliography.

NOTES

1 Il convient de mesurer le facteur de réflexion spectrale en utilisant un spectrophotomètre ayant une géométrie 0/45 ou 45/0, comme cela est indiqué dans l'ISO 5-4.

2 La densité optique par réflexion est définie comme le logarithme décimal de l'inverse du facteur de réflexion [VEI 845-04-65]. Le VEI établit aussi que le facteur de réflexion se compose du facteur de réflexion régulière et du facteur de réflexion diffuse et que les résultats de mesure de ces facteurs dépendent des instruments et des techniques utilisés [VEI 845-04-62]. Il en est de même pour la densité optique par transmission [VEI 845-04-66, VEI 845-04-59 et VEI 845-04-63].

4.3 Conditions de calcul

4.3.1 Les illuminants et les observateurs colorimétriques

Pour calculer les valeurs des coordonnées trichromatiques, il convient d'utiliser l'illuminant C ou D_{65} de référence CIE défini dans l'ISO/CIE 10526 et l'observateur de référence colorimétrique CIE 1931 défini pour un angle de vue de 2° dans l'ISO/CIE 10527. Si un autre illuminant est utilisé, cela doit être noté. Pour certaines mesures, on peut utiliser la densité optique par transmission et la densité optique par réflexion, mais il convient de noter que les valeurs mesurées dépendent des appareils utilisés pour les mesures.

4.3.2 Valeurs trichromatiques

Les valeurs des coordonnées trichromatiques des couleurs d'objets et des couleurs de l'illuminant doivent être calculées par les sommes des produits du rayonnement spectral de l'illuminant de référence, $S(\lambda)$, par le facteur de transmission ou de réflexion spectrale, $\rho(\lambda)$, et par les fonctions correspondant aux couleurs $x(\lambda)$, $y(\lambda)$, $z(\lambda)$. Ces valeurs sont définies par les formules suivantes:

$$X = \frac{1}{K} \int_{\text{vis}} S(\lambda) \rho(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda$$

$$Y = \frac{1}{K} \int_{\text{vis}} S(\lambda) \rho(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda$$

$$Z = \frac{1}{K} \int_{\text{vis}} S(\lambda) \rho(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda$$

où

$$K = \int_{\text{vis}} S(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda$$

$\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$ et $\bar{z}(\lambda)$ sont les fonctions spécifiées avec l'observateur de référence colorimétrique CIE 1931 pour un angle de vue de 2° (voir ISO/CIE 10527).

4.3.3 Relation entre valeurs d'entrée et valeurs trichromatiques

Lorsque le signal d'entrée est le signal analogique ou numérique de référence, il convient d'utiliser la spécification colorimétrique appropriée pour transformer les valeurs des coordonnées trichromatiques correspondantes. Les conversions de R , V , B en valeurs des coordonnées trichromatiques doivent être réalisées par les équations ci-après qui dépendent des systèmes vidéo utilisés.

NOTES

1 The spectral reflectance should be measured using a spectrophotometer with either 0/5 or 45/0 geometry as stated in ISO 5-4.

2 Reflectance (optical) density is defined as logarithm to base ten of the reciprocal of the reflectance [IEV 845-04-65]. The IEC also states that the reflectance is composed of regular reflectance and diffuse reflectance, and that the results of measurements of these reflectances depend on the instruments and the measuring techniques used [IEV 845-04-62]. The same applies for transmittance (optical) density [IEV 845-04-66, IEC 845-04-59, IEC 845-04-63].

4.3 Conditions of calculation

4.3.1 Illuminants and colorimetric observers

The CIE standard illuminant C or D_{65} defined in ISO/CIE 10526 and the CIE 1931 standard colorimetric observer defined for a view angle of 2° in ISO/CIE 10527 should be used for calculation of the tristimulus values. If any another illuminant is used, it shall be reported. For some measurements, optical transmittance density and reflective density may be used, but it should be noted that the measured values depend on the instruments used for the measurement.

4.3.2 Tristimulus values

The tristimulus values for object colours and illuminant colours shall be calculated by the summations of the products of the spectral radiation, $S(\lambda)$, of the standard illuminant, the spectral transmittance or reflectance, $\rho(\lambda)$, and the colour matching functions, $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$, $\bar{z}(\lambda)$ as defined by the following formulae:

$$X = \frac{1}{K} \int_{\text{vis}} S(\lambda) \rho(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda$$

$$Y = \frac{1}{K} \int_{\text{vis}} S(\lambda) \rho(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda$$

$$Z = \frac{1}{K} \int_{\text{vis}} S(\lambda) \rho(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda$$

where

$$K = \int_{\text{vis}} S(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda$$

$\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$ and $\bar{z}(\lambda)$ are the functions specified as the CIE 1931 standard colorimetric observer for a view angle of 2° (see ISO/CIE 10527).

4.3.3 Relation between input values and tristimulus values

When the input signal is a standard analogue or digital video signal, the appropriate colorimetric specification should be used to transform corresponding tristimulus values. The conversions from R , G , B to the tristimulus values shall be made by the following equations according to the video standard used.

Pour les systèmes NTSC avec l'illuminant *C*

$$X = 0,60674 R + 0,17353 V + 0,20025 B$$

$$Y = 0,29884 R + 0,58673 V + 0,11443 B$$

$$Z = 0,00000 R + 0,06611 V + 1,11566 B$$

Pour les systèmes PAL/SECAM avec l'illuminant D_{65}

$$X = 0,43066 R + 0,34155 V + 0,17819 B$$

$$Y = 0,22206 R + 0,70666 V + 0,07128 B$$

$$Z = 0,02019 R + 0,12956 V + 0,93848 B$$

Pour tous les systèmes TVHD

Il convient d'utiliser les équations en conformité avec les valeurs des coordonnées trichromatiques pour des couleurs primaires d'entrée, et pour le blanc de référence en conformité avec la méthode décrite en [2].

5 Méthodes de mesures

5.1 Gamme de couleurs

5.1.1 Caractéristiques à déterminer

L'étendue maximale des couleurs reproductibles en termes de clarté psychométrique et de chromaticité.

5.1.2 Mode opératoire pour les mesures

- a) Les signaux d'essai contenant les couleurs saturées d'entrée doivent être générés comme spécifié par la présente norme. Les signaux doivent correspondre aux couleurs blanc, jaune, cyan, vert, magenta, rouge, bleu et noir, telles que sur les imprimés et les transparents.

Le niveau de chaque signal d'entrée doit être conforme au tableau 1.

For standard NTSC system with standard illuminant C

$$X = 0,60674 R + 0,17353 G + 0,20025 B$$

$$Y = 0,29884 R + 0,58673 G + 0,11443 B$$

$$Z = 0,00000 R + 0,06611 G + 1,11566 B$$

For standard PAL/SECAM systems with standard illuminant D_{65}

$$X = 0,43066 R + 0,34155 G + 0,17819 B$$

$$Y = 0,22206 R + 0,70666 G + 0,07128 B$$

$$Z = 0,02019 R + 0,12956 G + 0,93848 B$$

For any standard HDTV system

The equations should be decided in accordance with the chromaticity coordinate values for the input primary colours, and for the reference white, in accordance with the method described in [2].

5 Methods of measurements

5.1 Gamut of colours

5.1.1 Characteristics to be determined

The maximum reproducible colour range in terms of the psychometric lightness and chromaticity.

5.1.2 Measurement procedure

a) The test signals containing input saturated colours shall be generated as specified by this standard. The signals shall correspond to the colours white, yellow, cyan, green, magenta, red, blue, and black as prints and transparencies.

The level of each input signal shall be in accordance with table 1.

Tableau 1 – Spécification des signaux d'entrée

Couleurs	Signaux d'entrée %		
	<i>R</i>	<i>V</i>	<i>B</i>
1 Blanc	100	100	100
2 Jaune	100	100	0
3 Cyan	0	100	100
4 Vert	0	100	0
5 Magenta	100	0	100
6 Rouge	100	0	0
7 Bleu	0	0	100
8 Noir	0	0	0

Si le matériel accepte les signaux vidéo de référence, on peut utiliser la mire de barres de couleur de référence pour produire la mire de barre (a) 100/0/100/0 (voir la recommandation UIT-R BT 471-1).

b) La densité spectrale $d(\lambda)$, ou le facteur de réflexion ou de transmission spectrale $\rho(\lambda)$, pour les couleurs des objets des imprimés ou les couleurs de l'illuminant des transparents, correspondant aux signaux d'essai doivent être mesurés pour des longueurs d'onde comprises entre 400 nm et 700 nm, par pas de 10 nm.

Si la densité spectrale est adoptée pour les mesures, elle doit être convertie en facteur de réflexion ou de transmission spectrale par la formule suivante:

$$\rho(\lambda) = 10^{-d(\lambda)}$$

c) Les valeurs des coordonnées trichromatiques, *X*, *Y*, *Z*, doivent être calculées pour chaque couleur (voir 4.3.2).

5.1.3 Présentation des résultats

Les caractéristiques spectrales mesurées pour les huit couleurs, y compris le blanc et le noir doivent être reportées sous forme de courbes (voir figure 1). Les valeurs des coordonnées trichromatiques calculées doivent être converties en valeurs $L^*a^*b^*$ pour être situées dans l'espace chromatique de la CIE 1976, définies pour les huit couleurs dans la CEI 15.2 (voir la note). Les valeurs $L^*a^*b^*$ doivent être notées sous forme de tableau (voir tableau 2), associées avec le type d'illuminant de référence utilisé pour les calculs. Les résultats doivent également être présentés sous forme de graphiques comme indiqué à la figure 2.

$$L^* = 116,0 Y'^{1/3} - 16,0$$

$$a^* = 500,0(X' - Y')$$

$$b^* = 200,0(Y' - Z')$$

Table 1 – Input signal specification

Colours	Input signals %		
	<i>R</i>	<i>G</i>	<i>B</i>
1 White	100	100	100
2 Yellow	100	100	0
3 Cyan	0	100	100
4 Green	0	100	0
5 Magenta	100	0	100
6 Red	100	0	0
7 Blue	0	0	100
8 Black	0	0	0

If the equipment accepts standard video signals, the standard colour bar generator to produce colour bars (a) 100/0/100/0 (see ITU-R Recommendation BT 471-1) may be used.

b) The spectral density $d(\lambda)$, or spectral reflectance or spectral transmittance $\rho(\lambda)$, for object colours of the prints or illuminant colours of transparencies, corresponding to the test signals, shall be measured for wavelengths from 400 nm to 700 nm in 10 nm steps.

If spectral density is adopted for the measurement, it shall be converted to spectral reflectance or transmittance by the following formula:

$$\rho(\lambda) = 10^{-d(\lambda)}$$

c) The tristimulus values, *X*, *Y*, *Z* shall be calculated for each colour (see 4.3.2).

5.1.3 Presentation of results

The measured spectral characteristics for the eight colours, including white and black, shall be plotted as the curves (see figure 1). The calculated tristimulus values shall be converted to values in the CIE 1976 colour space, $L^*a^*b^*$ as defined in CIE 15.2 for eight colours. They shall be reported as a table (see table 2), together with the kind of the standard illuminant used for calculation. The results shall also be presented as graphs, as shown in figure 2.

$$L^* = 116,0 Y'^{16,0}$$

$$a^* = 500,0(X' - Y')$$

$$b^* = 200,0(Y' - Z')$$

où

$$X' = \left(\frac{X}{X_n}\right)^{\frac{1}{3}} \quad \text{pour} \quad \frac{X}{X_n} \geq 0,008856$$

$$Y' = \left(\frac{Y}{Y_n}\right)^{\frac{1}{3}} \quad \text{pour} \quad \frac{Y}{Y_n} \geq 0,008856$$

$$Z' = \left(\frac{Z}{Z_n}\right)^{\frac{1}{3}} \quad \text{pour} \quad \frac{Z}{Z_n} \geq 0,008856$$

et

$$X' = 7,787 \frac{X}{X_n} + \frac{16,0}{116,0} \quad \text{pour} \quad \frac{X}{X_n} \leq 0,008856$$

$$Y' = 7,787 \frac{Y}{Y_n} + \frac{16,0}{116,0} \quad \text{pour} \quad \frac{Y}{Y_n} \leq 0,008856$$

$$Z' = 7,787 \frac{Z}{Z_n} + \frac{16,0}{116,0} \quad \text{pour} \quad \frac{Z}{Z_n} \leq 0,008856$$

et où X_n , Y_n , Z_n sont les valeurs des coordonnées trichromatiques de l'illuminant du système colorimétrique adopté pour le signal d'entrée.

Pour les systèmes NTSC:

$$X_n = 0,98054$$

$$Y_n = 1,00000$$

$$Z_n = 1,18181$$

Pour les systèmes PAL/SECAM:

$$X_n = 0,95041$$

$$Y_n = 1,00000$$

$$Z_n = 1,08825$$

Pour les systèmes autres que ceux indiqués ci-dessus, tenir compte de l'illuminant particulier, $S(\lambda)$:

$$X_n = \frac{\int_{\text{vis}} S(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda}{\int_{\text{vis}} S(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda}$$

$$Y_n = 1,00000$$

$$Z_n = \frac{\int_{\text{vis}} S(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda}{\int_{\text{vis}} S(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda}$$

where

$$X' = \left(\frac{X}{X_n}\right)^{\frac{1}{3}} \quad \text{for} \quad \frac{X}{X_n} \geq 0,008856$$

$$Y' = \left(\frac{Y}{Y_n}\right)^{\frac{1}{3}} \quad \text{for} \quad \frac{Y}{Y_n} \geq 0,008856$$

$$Z' = \left(\frac{Z}{Z_n}\right)^{\frac{1}{3}} \quad \text{for} \quad \frac{Z}{Z_n} \geq 0,008856$$

and

$$X' = 7,787 \frac{X}{X_n} + \frac{16,0}{116,0} \quad \text{for} \quad \frac{X}{X_n} \leq 0,008856$$

$$Y' = 7,787 \frac{Y}{Y_n} + \frac{16,0}{116,0} \quad \text{for} \quad \frac{Y}{Y_n} \leq 0,008856$$

$$Z' = 7,787 \frac{Z}{Z_n} + \frac{16,0}{116,0} \quad \text{for} \quad \frac{Z}{Z_n} \leq 0,008856$$

and where X_n , Y_n , Z_n are the tristimulus values for the illuminant of the colorimetric system adopted for the input signal.

For the NTSC system:

$$X_n = 0,98054$$

$$Y_n = 1,00000$$

$$Z_n = 1,18181$$

For the PAL/SECAM system:

$$X_n = 0,95041$$

$$Y_n = 1,00000$$

$$Z_n = 1,08825$$

For the systems other than the above, taking into account the specific illuminant, $S(\lambda)$:

$$X_n = \frac{\int_{\text{vis}} S(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda}{\int_{\text{vis}} S(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda}$$

$$Y_n = 1,00000$$

$$Z_n = \frac{\int_{\text{vis}} S(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda}{\int_{\text{vis}} S(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda}$$

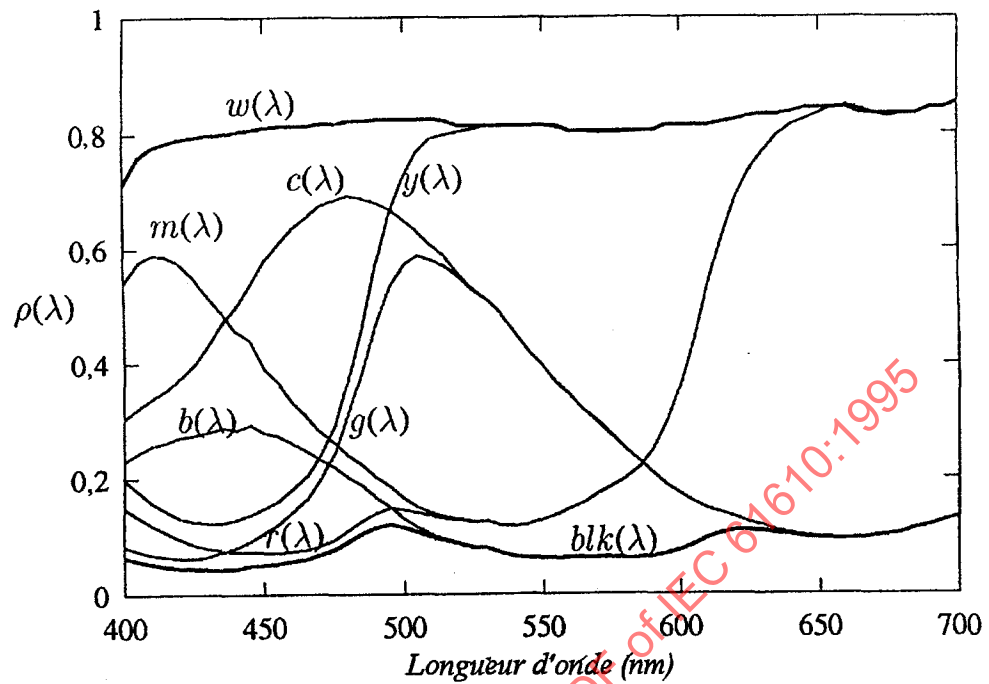


Figure 1 – Caractéristiques spectrales des couleurs saturées

Tableau 2 – Présentation tabulaire de la gamme des couleurs

Couleurs	L^*	a^*	b^*
Blanc			
Jaune			
Cyan			
Vert			
Magenta			
Rouge			
Bleu			
Noir			
Illuminant de référence: _____			

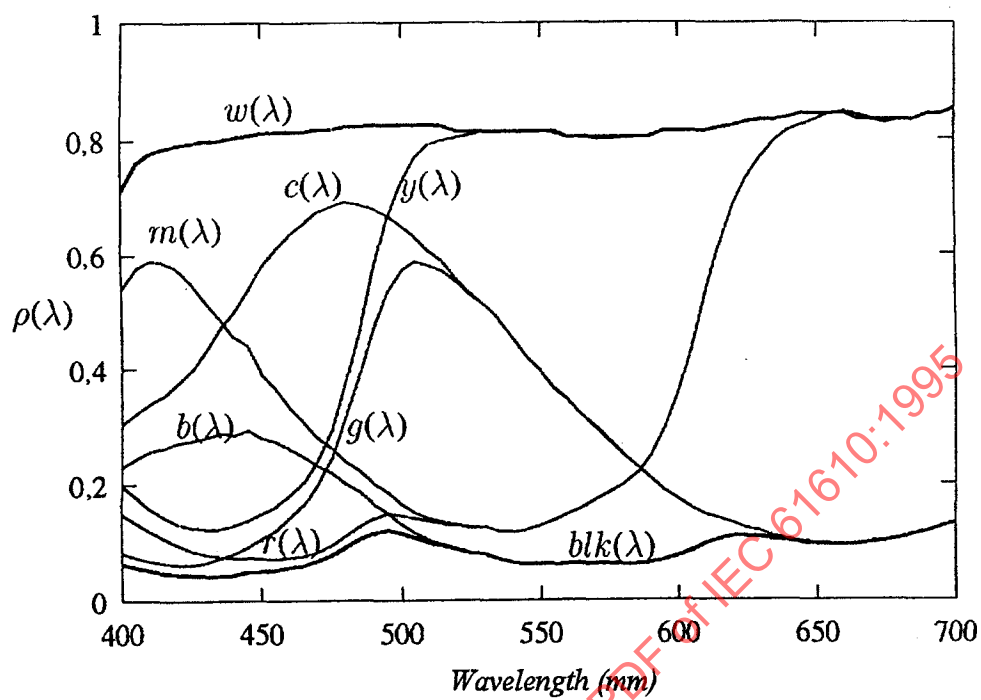


Figure 1 – Spectral characteristics of saturated colours

Table 2 – Tabular report for gamut of colours

Colours	L^*	a^*	b^*
White			
Yellow			
Cyan			
Green			
Magenta			
Red			
Blue			
Black			
Standard illuminant: _____			

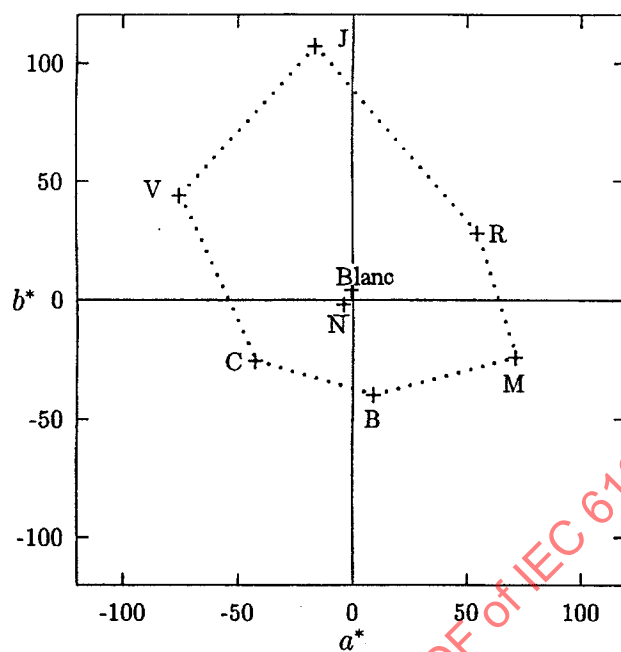


Figure 2a – Gamme des couleurs exprimée dans le plan (a^*, b^*)

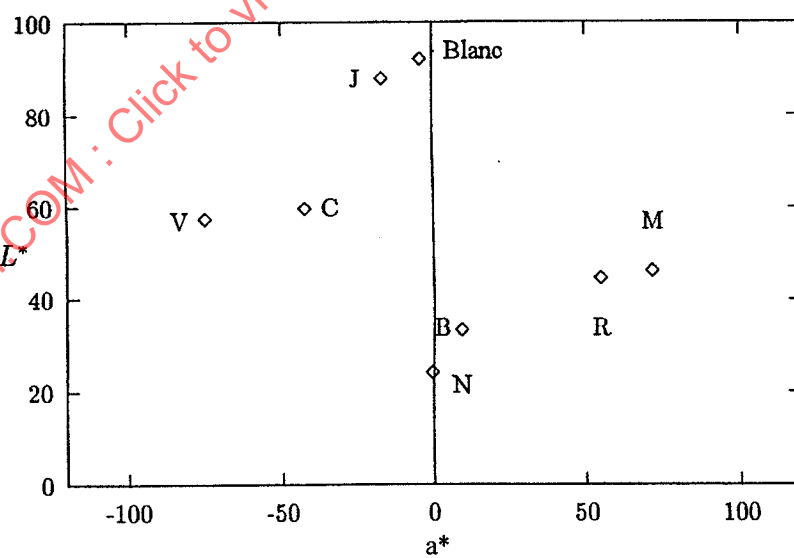


Figure 2b - Gamme des couleurs exprimée dans le plan (a^*, L^*)

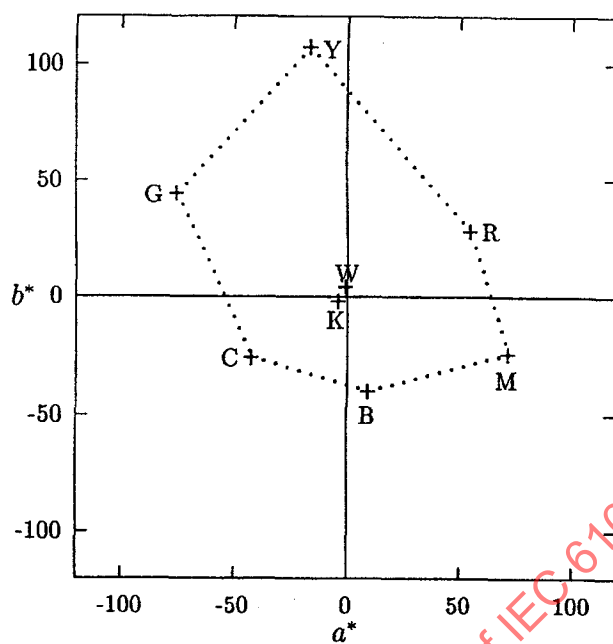


Figure 2a – Gamut of colours expressed in (a^*, b^*) plane

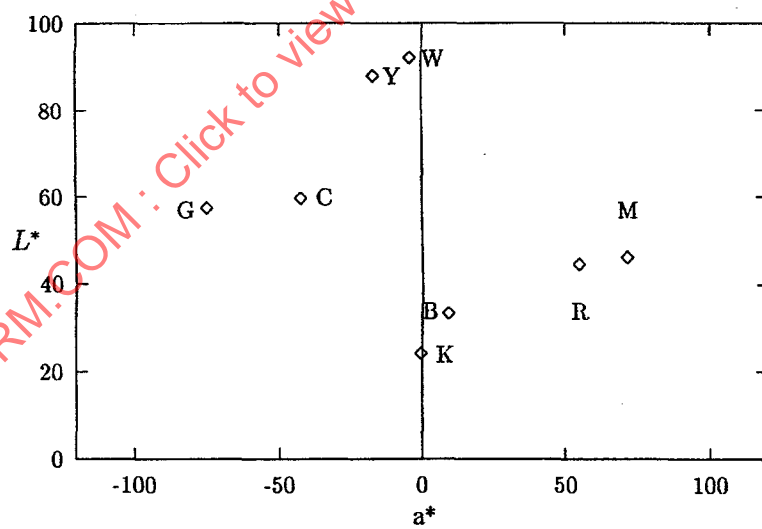


Figure 2b - Gamut of colours expressed in (a^*, L^*) plane

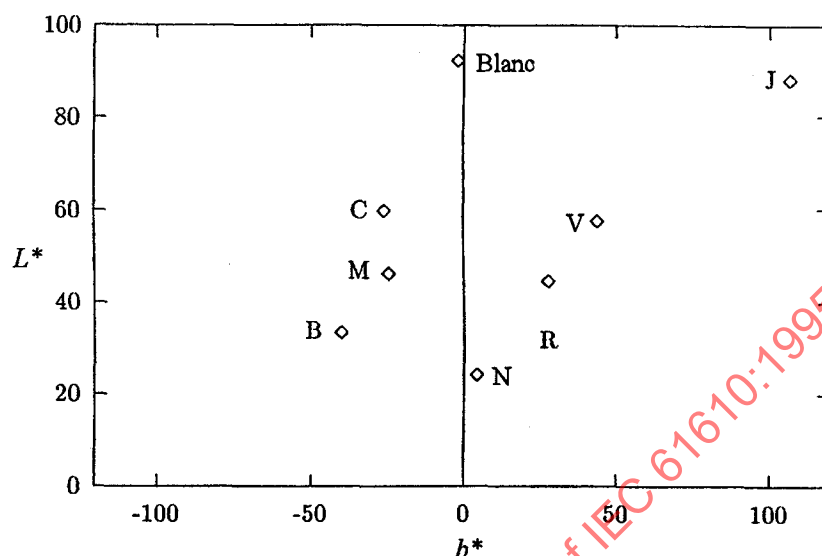


Figure 2c - Gamme des couleurs exprimée dans le plan (b^* , L^*)

Figure 2 – Gamme des couleurs

5.2 Couleurs reproduites

5.2.1 Caractéristiques à déterminer

Quand les signaux spécifiés d'entrée sont appliqués à l'appareil produisant les imprimés et les transparents, les caractéristiques à spécifier sont les coordonnées dans l'espace chromatique $L^*a^*b^*$ CIE 1976 (défini dans la publication CIE 15.2) des couleurs primaires non saturées, jaune, magenta et cyan, et des couleurs secondaires non saturées rouge, vert et bleu, et blanc.

5.2.2 Mode opératoire pour les mesures

- Les signaux d'essai contenant les informations colorimétriques X_0 , Y_0 , Z_0 , exprimées en valeurs des coordonnées trichromatiques spécifiées dans la présente norme, doivent être générés pour produire les imprimés et les transparents. Les spécifications des valeurs des coordonnées trichromatiques sont indiquées en annexe A.

Si le matériel accepte un signal vidéo couleur composite, le signal correspondant peut être généré par le générateur de mire de barres de couleurs de référence 100/0/100/0, pour générer une mire (a) de la recommandation UIT-R BT 471-1 avec un niveau de signal de chrominance d'une amplitude atténuée de moitié, et avec un niveau de signal de luminance inchangé. Si le matériel accepte la vidéo à composantes, le signal d'essai R , V , B doit être conforme au tableau de l'annexe A.

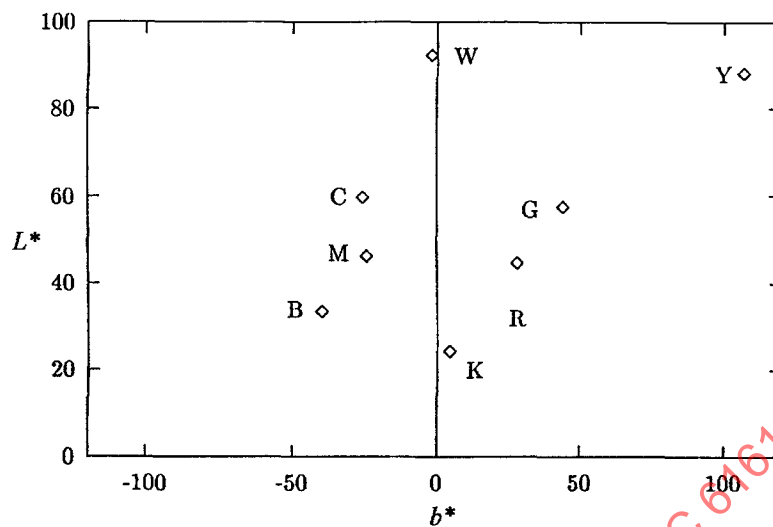
Figure 2c - Gamut of colours expressed in (b^* , L^*) plane

Figure 2 – Gamut of colours

5.2 Reproduced colours

5.2.1 Characteristics to be determined

Coordinate points in CIE 1976 $L^*a^*b^*$ colour space (defined in CIE 15.2) of unsaturated primary colours, yellow, magenta and cyan, and unsaturated secondary colours, red, green and blue, and white, when the specified input signals are applied to the equipment which produces prints or transparencies.

5.2.2 Measurement procedure

- The test signals containing colorimetric information, X_o , Y_o , Z_o , in tristimulus values specified in this standard shall be generated to produce prints and transparencies. The specifications of the tristimulus values are stated in annex A.

If the equipment accepts a composite colour video signal, the corresponding signal may be generated by the standard 100/0/100/0 colour bar generator to generate test pattern (a) of ITU-R Recommendation BT 471-1 with the chrominance signal level attenuated by one-half in amplitude, and with the luminance signal level unchanged. If the equipment accepts component video, the R, G, B test signal shall be in accordance with the table in annex A.

b) Les imprimés et les transparents correspondant aux signaux d'essai doivent être mesurés pour obtenir les valeurs des coordonnées trichromatiques X_m , Y_m , Z_m , pour les couleurs de l'illuminant et pour les couleurs objets (voir 4.3.1 et 4.3.2).

c) Les valeurs des coordonnées trichromatiques des couleurs reproduites X_m , Y_m , Z_m , doivent être converties en espace chromatique $L^*a^*b^*$ CIE 1976 (voir 5.1.3).

5.2.3 Présentation des résultats

L'espace $L^*a^*b^*$ calculé doit être noté avec l'illuminant de référence utilisé pour les calculs, comme dans le tableau 3. Les coordonnées des échelles de chromaticité en deux dimensions doivent être notées comme indiqué sur la figure 3.

Tableau 3 – Présentation tabulaire des couleurs reproduites

Couleurs	L^*	a^*	b^*
Blanc			
Jaune			
Cyan			
Vert			
Magenta			
Rouge			
Bleu			
Noir			
Illuminant de référence: _____			

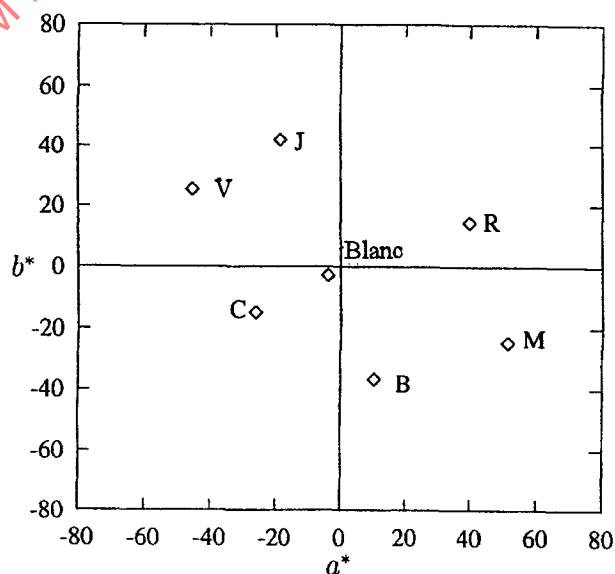


Figure 3a - Couleurs reproduites dans le plan (a^* , b^*)

b) The prints and transparencies corresponding to the test signals shall be measured to obtain the tristimulus values, X_m , Y_m , Z_m , for illuminant colours and for object colours, respectively (see 4.3.1 and 4.3.2).

c) The tristimulus values of the reproduced colours, X_m , Y_m , Z_m , shall be converted to the CIE 1976 colour space, $L^*a^*b^*$ (see 5.1.3).

5.2.3 Presentation of results

The calculated $L^*a^*b^*$ shall be reported together with the standard illuminant used in calculation, as in table 3. The coordinate points in the two-dimensional chromaticity scales shall also be reported as shown in figure 3.

Table 3 – Tabular report for reproduced colours

Couleurs	L^*	a^*	b^*
White			
Yellow			
Cyan			
Green			
Magenta			
Red			
Blue			
Black			
Standard illuminant: _____			

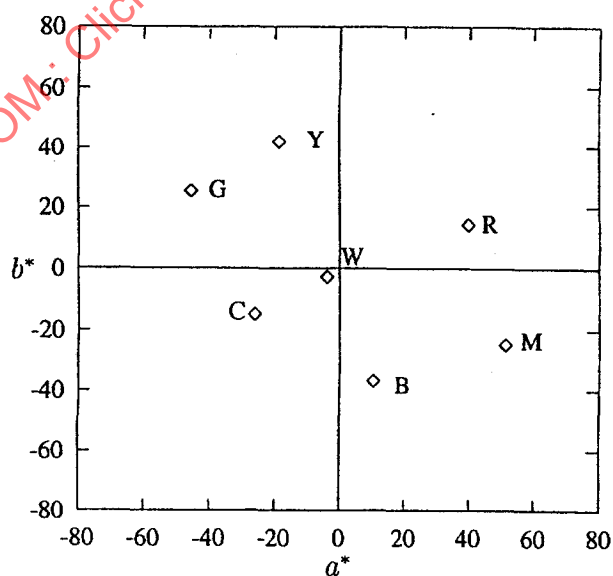


Figure 3a - Reproduced colours in (a^*, b^*) plane

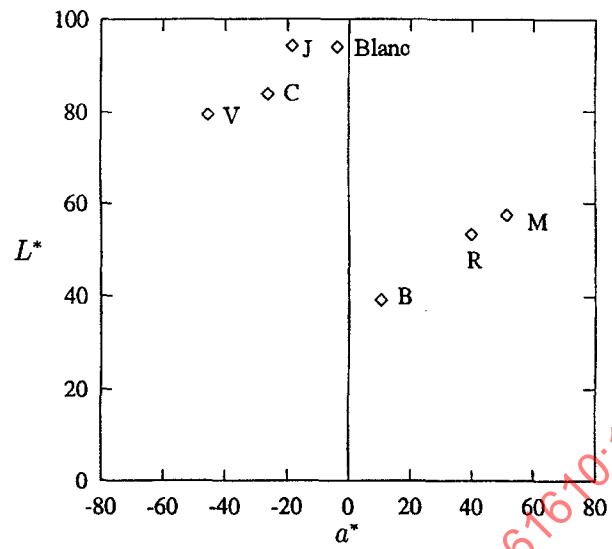


Figure 3b - Couleurs reproduites dans le plan (a^*, L^*)

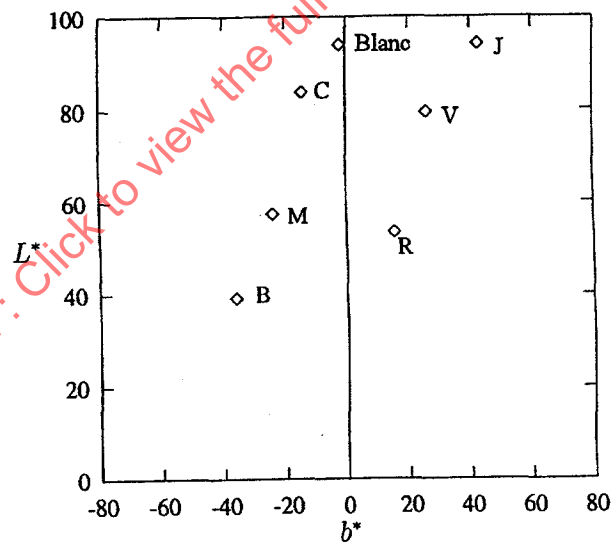


Figure 3c - Couleurs reproduites dans le plan (b^*, L^*)

Figure 3 – Reproduction des couleurs

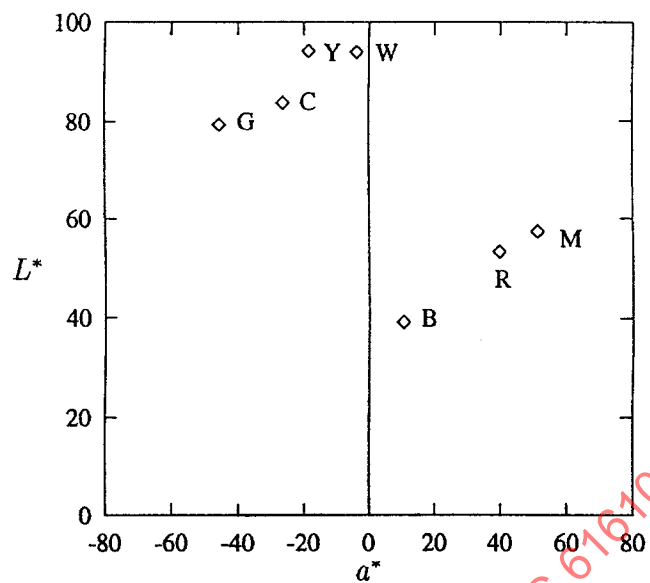


Figure 3b - Reproduced colours in (a^*, L^*) plane

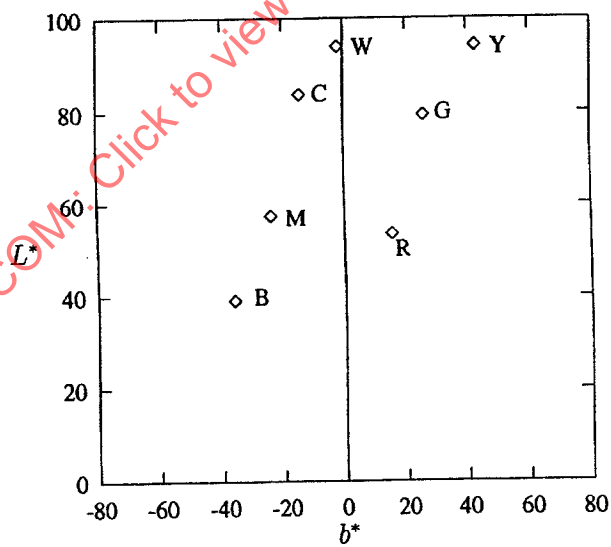


Figure 3c - Reproduced colours in (b^*, L^*) plane

Figure 3 - Reproduction of colours

5.3 Rendu des couleurs

Les images couleur sont parfois vues dans des conditions colorimétriques différentes, notamment sous des illuminants autres que l'illuminant de référence particulier et par des observateurs d'âges variés, qui sont modélisés comme l'observateur déviant de référence, tels que défini dans le Rapport Technique 80 de la CIE. Ces modifications provoquent des distorsions colorimétriques apparentes pour les couleurs envisagées.

5.3.1 Caractéristiques à déterminer

La distorsion colorimétrique apparente de l'image couleur reproduite, distorsion consécutive aux changements de l'illuminant ou de l'observateur.

5.3.2 Modes opératoires pour les mesures

a) Rendu des couleurs insuffisant par suite d'un changement d'illuminant

- 1) Les facteurs de réflexion spectrale et de transmission spectrale, $\rho(\lambda)$, des couleurs reproduites respectivement sur des imprimés et des transparents à partir des couleurs reproduites de 5.2, doivent être utilisées avec des illuminants différents, $S'(\lambda)$, autres que les illuminants C ou D_{65} , pour calculer les distorsions des coordonnées trichromatiques.
- 2) Les distorsions des coordonnées trichromatiques doivent être calculées pour les illuminants suivants: l'illuminant de référence A de la CIE, l'illuminant de référence complémentaire D_{50} de la CIE et les trois illuminants complémentaires, $F2$ (lampes fluorescentes normales), $F7$ (lampes fluorescentes à haut rendement) et $F11$ (lampes fluorescentes à trois longueurs d'onde), comme recommandé par la CIE 15.1.
- 3) La distorsion colorimétrique ΔL^* , Δa^* , Δb^* à partir de la couleur reproduite d'origine doit être obtenue pour chaque couleur dans l'espace couleur $L^*a^*b^*$ de la CIE 1976.

b) Rendu des couleurs insuffisant par suite d'un changement d'observateur

- 1) Le facteur de réflexion spectrale et de transmission spectrale, $\rho(\lambda)$, des couleurs reproduites respectivement sur les imprimés et les transparents pour des couleurs reproduites de 5.2 doit être utilisé avec l'observateur déviant de référence CIE défini dans le Rapport technique 80 de la CIE avec les illuminants standard C ou D_{65} pour calculer les valeurs des coordonnées trichromatiques distordues, comme dans les formules suivantes:

$$X = \frac{1}{K} \int_{\text{vis}} S(\lambda) \rho(\lambda) (\bar{x}(\lambda) + \Delta \bar{x}_1(\lambda)) d\lambda$$

$$Y = \frac{1}{K} \int_{\text{vis}} S(\lambda) \rho(\lambda) (\bar{y}(\lambda) + \Delta \bar{y}_1(\lambda)) d\lambda$$

$$Z = \frac{1}{K} \int_{\text{vis}} S(\lambda) \rho(\lambda) (\bar{z}(\lambda) + \Delta \bar{z}_1(\lambda)) d\lambda$$

5.3 Colour rendering

The colour images are sometimes viewed in different colorimetric conditions, namely under illuminants other than the specific standard illuminant and by observers of various ages, which are modelled as the standard deviate observer as defined in CIE Technical Report 80. They cause an apparent colour shift from the intended colour.

5.3.1 Characteristics to be determined

The apparent colour shift of the reproduced colour image due to changes in illuminant or in observer.

5.3.2 Measurement procedures

a) Lack of colour rendering under change in illuminants

- 1) The spectral reflectance and the spectral transmittance, $\rho(\lambda)$, of the reproduced colours in prints and transparencies, respectively, produced for the reproduced colours of 5.2 shall be used with different illuminants, $S'(\lambda)$, other than the standard illuminants C or D_{65} , to calculate the shifted tristimulus values.
- 2) The shifted tristimulus values shall be calculated for the following illuminants: the CIE standard illuminant A , the CIE supplementary standard illuminant D_{50} and three additional illuminants, $F2$ (normal fluorescent lamps), $F7$ (high-rendition fluorescent lamps), and $F11$ (three-wavelength fluorescent lamps) as recommended by CIE 15.1.
- 3) The colour shift, ΔL^* , Δa^* , Δb^* from the original reproduced colour shall be obtained in the CIE 1976 colour space $L^*a^*b^*$ for each colour.

b) Lack of colour rendering under change in observer

- 1) The spectral reflectance and the spectral transmittance, $\rho(\lambda)$, of the reproduced colours in prints and transparencies, respectively, produced for the reproduced colours of 5.2 shall be used with the CIE standard deviate observer defined in CIE Technical Report 80 and with the standard illuminants C or D_{65} , to calculate the shifted tristimulus values as in the following formulas:

$$X = \frac{1}{K} \int_{\text{vis}} S(\lambda) \rho(\lambda) (\bar{x}(\lambda) + \Delta \bar{x}_1(\lambda)) d\lambda$$

$$Y = \frac{1}{K} \int_{\text{vis}} S(\lambda) \rho(\lambda) (\bar{y}(\lambda) + \Delta \bar{y}_1(\lambda)) d\lambda$$

$$Z = \frac{1}{K} \int_{\text{vis}} S(\lambda) \rho(\lambda) (\bar{z}(\lambda) + \Delta \bar{z}_1(\lambda)) d\lambda$$

où $\overline{\Delta x_1(\lambda)}$, $\overline{\Delta y_1(\lambda)}$ et $\overline{\Delta z_1(\lambda)}$ sont des fonctions pour caractériser l'observateur déviant de référence et

$$K = \int_{\text{vis}} S(\lambda) \overline{y}(\lambda) d\lambda$$

2) La distorsion colorimétrique ΔL^* , Δa^* , Δb^* de la couleur reproduite d'origine doit être déterminée dans l'espace couleur $L^*a^*b^*$ de la CIE 1976 pour chaque couleur.

5.3.3 Présentation des résultats

Le degré de distorsion colorimétrique provoquée par le changement des illuminants et d'observateur doit être noté, avec l'illuminant de référence dans un tableau semblable au tableau 4.

Tableau 4 – Distorsions colorimétriques

Illuminants	ΔL^*	Δa^*	Δb^*
A D_{50} F2 F7 F11			
Illuminant de référence: _____			
Distorsions colorimétriques provoquées par le changement d'illuminant $\Delta L^* = \dots$; $\Delta a^* = \dots$; $\Delta b^* = \dots$; $\Delta E^*_{ab} = \dots$			

5.4 Equilibrage du gris

5.4.1 Caractéristiques à déterminer

Le degré de l'équilibrage achromatique lorsque des signaux d'entrée achromatiques sont appliqués à l'équipement pour être reproduits sur des imprimés ou des transparents.

5.4.2 Mode opératoire pour les mesures

- Le signal achromatique que spécifie le fabricant du matériel doit être généré.
- Le signal achromatique doit comprendre des niveaux de gris variant entre 0 % et 100 % dans les limites de l'échelle totale d'entrée par paliers de 20 %.
NOTE – Les niveaux des signaux achromatiques sont déterminés par les équations indiquées en 4.3.3 quand ce sont des signaux vidéo de référence, ou selon 4.3.2 quand ils sont arbitrairement définis.
- Les images doivent être mesurées en relevant leur facteur de transmission spectrale pour les transparents, ou de réflexion spectrale pour les imprimés.
- Les valeurs des coordonnées trichromatiques correspondant à chaque niveau de gris doivent être calculées et converties en valeurs de coordonnées de l'espace chromatique $L^*a^*b^*$ de la CIE 1976 (voir 5.1.3).

where $\Delta\bar{x}_1(\lambda)$, $\Delta\bar{y}_1(\lambda)$ and $\Delta\bar{z}_1(\lambda)$ are the functions to characterize the standard deviate observer, and

$$K = \int_{\text{vis}} S(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda$$

2) The colour shift ΔL^* , Δa^* , Δb^* from the original reproduced colour shall be determined in the CIE 1976 colour space $L^*a^*b^*$ for each colour.

5.3.3 Presentation of results

The degree of colour shift under changes in illuminants and in observer shall be reported together with the standard illuminant in a table such as table 4.

Table 4 – Colour shift report

Illuminant	ΔL^*	Δa^*	Δb^*
A			
D_{50}			
F2			
F7			
F11			
Standard illuminant: _____			
Colour shift caused by the change in observer $\Delta L^* = \dots\dots\dots; \Delta a^* = \dots\dots\dots; \Delta b^* = \dots\dots\dots; \Delta E^*_{ab} = \dots\dots\dots$			

5.4 Grey balance

5.4.1 Characteristics to be determined

The degree of achromatic balance when achromatic input signals are reproduced as prints or transparencies.

5.4.2 Measurement procedure

- The achromatic signal shall be generated following what the manufacturer specifies for the equipment.
- The achromatic signal shall include grey levels from 0 % to 100 % of the input full-scale ranges in 20 % steps inclusively.

NOTE – The achromatic signal levels are calculated by the equations shown in 4.3.3 when they are of the standard video signals, or in accordance with 4.3.2 when they are arbitrarily defined.

- The images shall be measured for their spectral transmittance of transparencies or spectral reflectance of prints.
- The tristimulus values corresponding to each grey level shall be calculated and converted to coordinate values in the CIE 1976 colour space $L^*a^*b^*$ (see 5.1.3).

5.4.3 Présentation des résultats

Le degré d'équilibrage achromatique doit être tracé sur les plans de coordonnées (a^*, b^*) et (C^*, L^*) , où C^* est défini comme étant:

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

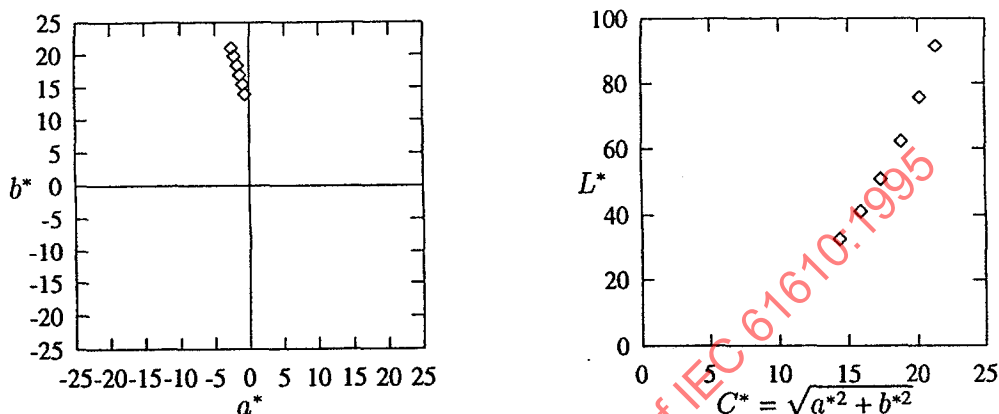


Figure 4 – Présentation de l'équilibrage des gris

5.5 Reproduction de l'échelle des gris (reproduction des tons)

5.5.1 Caractéristiques à déterminer

La linéarité de la clarté psychométrique quand des signaux d'entrée achromatiques de niveaux différents sont reproduits.

5.5.2 Mode opératoire pour les mesures

- Le signal achromatique que spécifie le fabricant du matériel doit être généré.
- Le signal achromatique doit être composé de niveaux de gris variant entre 0 % et 100 % dans les limites de l'échelle totale d'entrée par paliers de 10 %.

NOTE – Les niveaux des signaux achromatiques sont déterminés par les équations indiquées en 4.3.3 quand ce sont des signaux vidéo de référence, ou selon 4.3.2 quand ils sont arbitrairement définis.

- Les images reproduites doivent être mesurées en relevant respectivement leurs densités optiques par réflexion, $D_r(S_A:V)_i$ dans le cas des imprimés, ou leurs densités optiques par transmission, $D_t(S_H:V_T)_i$, dans le cas des transparents, ceci pour chaque palier i . Pour la notation voir l'ISO 5-1.

L'appareil de mesure doit avoir un produit spectral, réponse Π_v , égal au produit spectral de la fonction efficacité lumineuse de référence de la CIE, $V(\lambda)$ (voir ISO/CIE 10257) par le spectre de l'illuminant A de référence de la CIE (voir ISO/CEI 10256).

5.4.3 Presentation of results

The degree of achromatic balance shall be reported as plots on the (a^*, b^*) coordinates and as plots on the (C^*, L^*) coordinates, where C^* is defined as:

$$C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$$

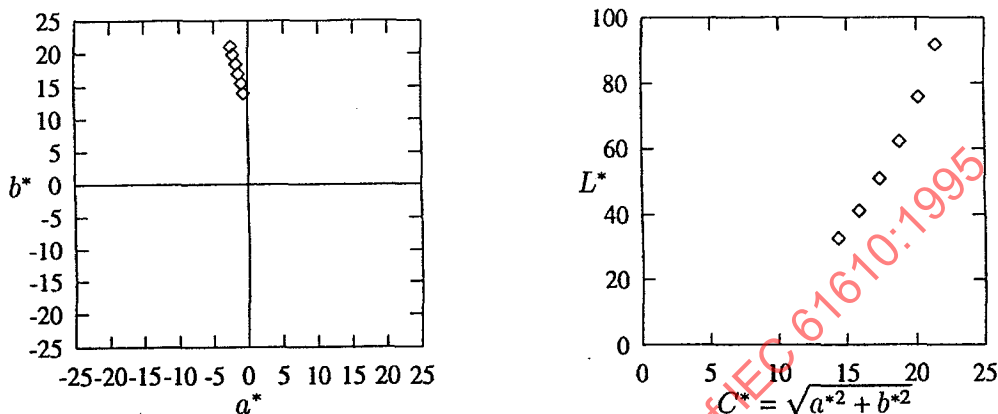


Figure 4 – Presentation of grey balance

5.5 Grey scale reproduction (tone reproduction)

5.5.1 Characteristics to be determined

The linearity of the psychometric lightness when achromatic input signals of various levels are reproduced.

5.5.2 Measurement procedure

- The achromatic signal shall be generated following what the manufacturer specifies for the equipment.
- The achromatic signal shall be composed of grey levels from 0 % to 100 % of the input full-scale ranges in 10 % steps, inclusively.

NOTE – The achromatic signal levels are calculated by the equations shown in 4.3.3 when they are of the standard video signals, or in accordance with 4.3.2 when they are arbitrarily defined.

- The reproduced images shall be measured by their reflectance optical densities $D_r (S_A : V)_i$ for prints, or transmittance optical densities $D_t (S_H : V_T)_i$ for transparencies, for each step i . For the notations, see ISO 5-1.

The measuring instrument shall have a spectral product, Π_v response, equal to the spectral product of the CIE standard luminous efficiency function, $V(\lambda)$ (see ISO/CIE 10257) and the spectrum of the CIE standard illuminant A (see ISO/CIE 10256).

NOTE – On peut mesurer une des valeurs des coordonnées trichromatiques Y_i , au lieu de la densité. Si c'est le cas, il convient de calculer la densité D_i par l'équation suivante:

$$D_i = -\log_{10} Y_i.$$

5.5.3 Présentation des résultats

Les résultats doivent être présentés sous forme d'une courbe donnant la densité mesurée, $D_r(S_A:V)_i$ pour les imprimés ou $D_t(S_H:V_T)_i$ pour les transparents, en fonction des niveaux des signaux d'entrée.

NOTE – Les niveaux des signaux achromatiques sont déterminés par les équations indiquées en 4.3.3 quand ce sont des signaux vidéo de référence, ou selon 4.3.2 quand ils sont arbitrairement définis.

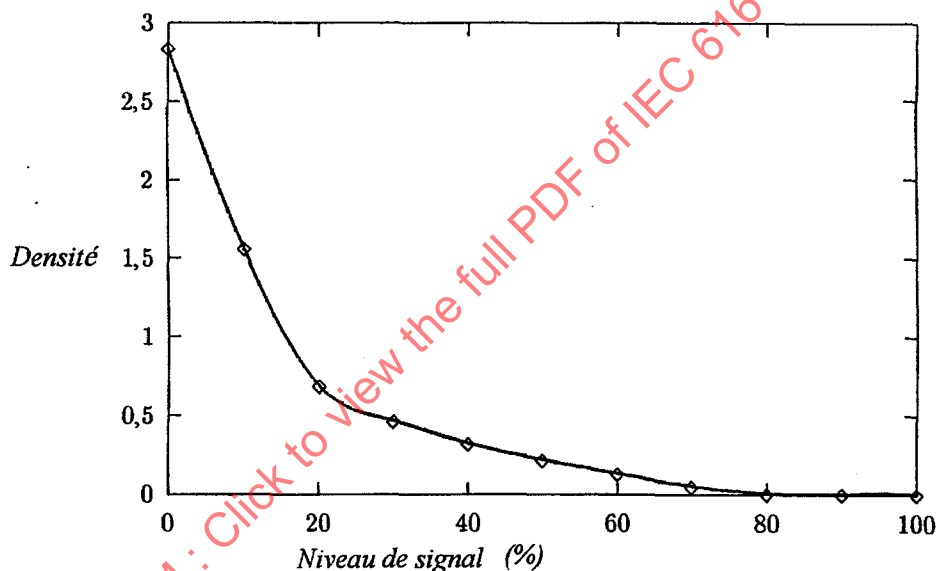


Figure 5 – Présentation de la reproduction de l'échelle des gris

5.6 Non-uniformité du gris

5.6.1 Caractéristiques à déterminer

La non-uniformité de l'image entière quand un signal constant achromatique est reproduit sous forme d'imprimés ou de transparents uniformément gris.

5.6.2 Mode opératoire pour les mesures

a) Générer le signal achromatique qui produit des imprimés ou des transparents de densité optique par réflexion $D_r(S_A : V) = 0,3$ ou de densité optique par transmission $D_t(S_H : V_T) = 0,3$. L'appareil de mesure doit avoir la même réponse spectrale que la fonction d'efficacité lumineuse de référence de la CIE, $V(\lambda)$.

b) Le niveau de signal doit être réglé au niveau nécessaire à l'interpolation des données obtenues en 5.5.

NOTE – One of the tristimulus values Y_i may be measured instead of density. If this is the case, the density D_i should be calculated by the following equation:

$$D_i = -\log_{10} Y_i$$

5.5.3 Presentation of results

The measured density data, $D_r (S_A : V)_i$ for prints or $D_t (S_H : V_T)_i$ for transparencies, shall be plotted versus input signal levels.

NOTE – The achromatic signal levels are calculated by the equations shown in 4.3.3 when they are of the standard video signals, or in accordance with 4.3.2 when they are arbitrarily defined.

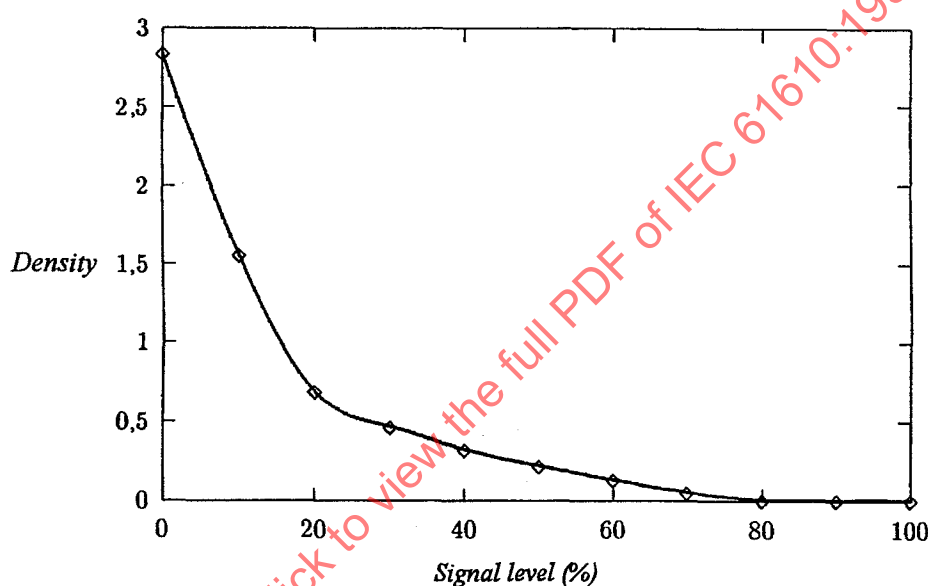


Figure 5 – Presentation of grey scale reproduction

5.6 Grey non-uniformity

5.6.1 Characteristics to be determined

The full image non-uniformity when a constant achromatic signal is reproduced as uniform grey prints or transparencies.

5.6.2 Measurement procedure

- Generate the achromatic signal which produces prints or transparencies of reflectance optical density $D_r (S_A : V) = 0,3$ or transmittance optical density $D_t (S_H : V_T) = 0,3$.

The measuring instrument shall have the same spectral response as the CIE standard luminous efficiency function, $V(\lambda)$.

- The signal level shall be adjusted to the required level by interpolating the data obtained in 5.5.

c) Les images reproduites doivent être mesurées en relevant leurs densités optiques par réflexion $D_r(S_A : V)_i$ pour les imprimés, ou leurs densités optiques par transmission $D_t(S_H : V_T)_i$ pour les transparents, ces mesures étant faites au centre ($i = 0$) et à proximité des quatre coins, les positions ($i = 1, 2, 3, 4$) indiquées à la figure 6.

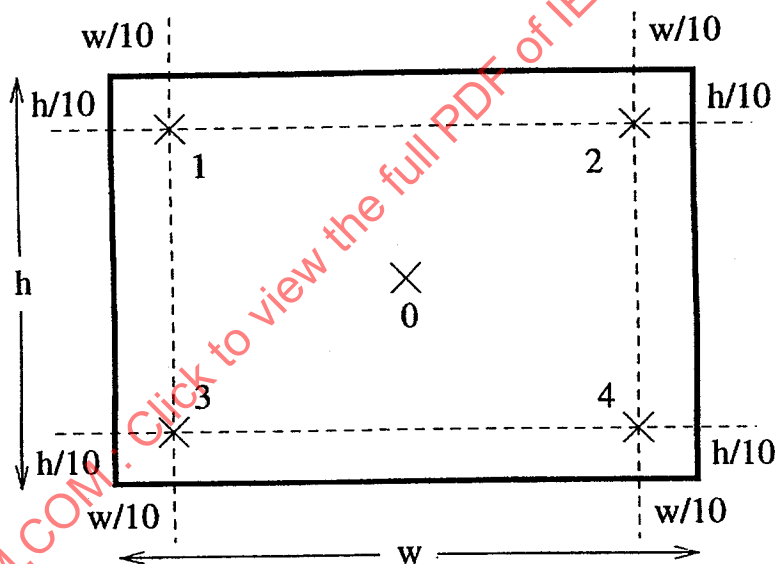
NOTE – Les niveaux des signaux achromatiques sont déterminés par les équations indiquées en 4.3.3 quand ce sont des signaux vidéo de référence, ou selon 4.3.2 quand ils sont arbitrairement définis.

5.6.3 Présentation des résultats

Les non-uniformités en termes de densité optique pour les imprimés ou les transparents doivent être notées comme les variations ΔD_{ri} ou ΔD_{ti} des coins par rapport au centre pris comme référence (voir tableau 5).

$$\Delta D_{ri} = D_r(S_A : V)_i - D_r(S_A : V)_0$$

$$\Delta D_{ti} = D_t(S_H : V_T)_i - D_t(S_H : V_T)_0$$



NOTE – Les positions des points de mesure sont indiquées par des croix x

Figure 6 – Présentation des résultats de non-uniformité des gris

Tableau 5 – Non-uniformité des gris

Position i	ΔD_{ri} ou ΔD_{ti}
1	
2	
3	
4	

c) The reproduced images shall be measured by their reflectance optical densities $D_r(S_A : V)_i$ for prints, or transmittance optical densities $D_t(S_H : V_T)_i$ for transparencies, at the centre ($i=0$) and near the four corners, at the positions ($i=1,2,3,4$) shown in figure 6.

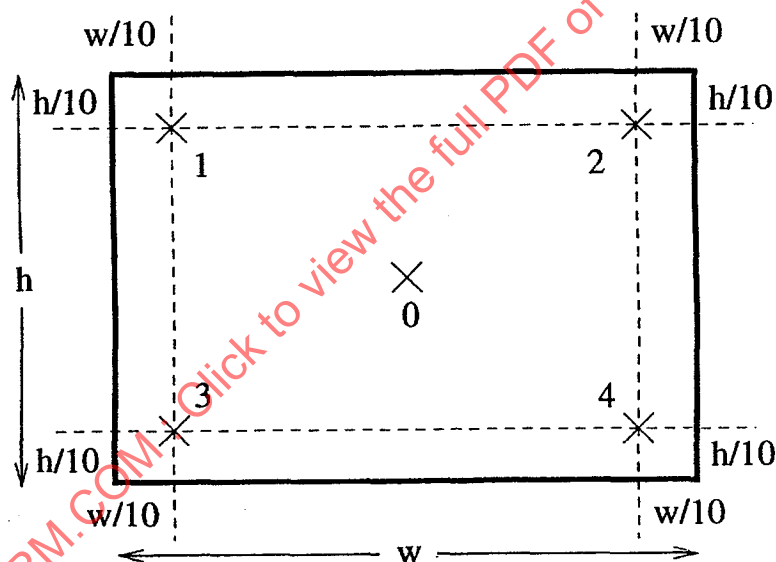
NOTE – The achromatic signal levels are calculated by the equations shown in 4.3.3 when they are of the standard video signals, or in accordance with 4.3.2 when they are arbitrarily defined.

5.6.3 Presentation of results

The non-uniformities in terms of optical density of prints or transparencies shall be reported as the differences, ΔD_{ri} or ΔD_{ti} , of the corners from the centre (see table 5).

$$\Delta D_{ri} = D_r(S_A : V)_i - D_r(S_A : V)_0$$

$$\Delta D_{ti} = D_t(S_H : V_T)_i - D_t(S_H : V_T)_0$$



NOTE – The test positions are indicated by ×

Figure 6 – Presentation of results of grey non-uniformity

Table 5 – Grey non-uniformity report

Position i	ΔD_{ri} or ΔD_{ti}
1	
2	
3	
4	

5.7 Résolution

La finesse d'une image dépend du pouvoir de résolution de l'équipement qui reproduit l'image, mais la résolution réelle de l'image reproduite est affectée par plusieurs facteurs.

5.7.1 Caractéristiques à déterminer

Un ensemble de données relatives à la finesse de l'image.

5.7.2 Mode opératoire pour les mesures

a) Un signal sinusoïdal achromatique doit être généré pour produire des images sinusoïdales dans le sens longitudinal et transversal à diverses fréquences.

b) La modulation du signal doit être de 100 % à partir du noir jusqu'au blanc crête. La plage de fréquences spatiales doit être comprise entre $0,1 \text{ mm}^{-1}$ et une fréquence plus élevée nécessaire pour l'évaluation.

Les mesures dans le sens longitudinal et transversal doivent être faites au moins pour des valeurs de fréquences dans la combinaison 1 - 2 - 5, par exemple $0,1 - 0,2 - 0,5 - 1,0 - 2,0 - 5,0 - 10,0 \text{ mm}^{-1}$.

c) L'image correspondant au signal doit être mesurée par sa densité optique de transmission ou de réflexion $D(s)$ en utilisant un microdensitomètre ayant la même réponse spectrale que la fonction d'efficacité lumineuse de référence de la CIE $V(\lambda)$ définie dans l'ISO/CIE 10527.

NOTE – Les niveaux des signaux achromatiques sont déterminés par les équations indiquées en 4.3.3 quand ce sont des signaux vidéo de référence, ou selon 4.3.2 quand ils sont arbitrairement définis.

d) Le rapport défini par l'équation suivante doit être calculé:

$$v(s) = \frac{D_{\max}(s) - D_{\min}(s)}{D_{\max}(0,1) - D_{\min}(0,1)}$$

où

$D_{\max}(s)$ et $D_{\min}(s)$ sont respectivement les densités optiques maximale et minimale à la fréquence spatiale s , et

$D_{\max}(0,1)$ et $D_{\min}(0,1)$ sont respectivement les densités optiques maximale et minimale à la fréquence spatiale $s = 0,1 \text{ mm}^{-1}$.

NOTE – Pour éviter la distorsion, il convient que la largeur l de l'ouverture soit donnée par $l \leq (2f_{\max})^{-1}$ où $f_{\max}$ est la fréquence spatiale la plus élevée à mesurer conformément au point b).

5.7.3 Présentation des résultats

Les résultats mesurés, $v(s)$, pour chaque fréquence spatiale doivent être notés sous forme de courbes illustrées par la figure 7.

La dimension de l'ouverture du microdensitomètre doit être notée en millimètres.

5.7 Resolution

The sharpness of an image depends on the potential resolution of the equipment that produces the image, but the actual resolution of the reproduced image is affected by many factors.

5.7.1 Characteristics to be determined

A set of data which relates to the sharpness of the image.

5.7.2 Measurement procedure

- a) Achromatic sinusoidal signals shall be generated to produce longitudinal and latitudinal sinusoidal images of various frequencies.
- b) The modulation of the signal shall be 100 % from black to peak white. The spatial frequency range shall be from 0,1 mm⁻¹ to whatever higher frequency is necessary for the assessment.

The measurement in the longitudinal and latitudinal directions shall be made at spatial frequency values of at least in a 1 - 2 - 5 system, for example, 0,1 - 0,2 - 0,5 - 1,0 - 2,0 - 5,0 - 10,0 mm⁻¹.

- c) The image corresponding to the signal shall be measured for its transmittance or reflectance optical density, $D(s)$, using a micro densitometer with the same spectral response as the CIE standard luminous efficiency function, $V(\lambda)$ defined in ISO/CIE 10527.

NOTE – The achromatic signal levels are calculated by the equations shown in 4.3.3 when they are of the standard video signals, or in accordance with 4.3.2 when they are arbitrarily defined.

- d) The ratio defined by the following equation shall be calculated.

$$v(s) = \frac{D_{\max}(s) - D_{\min}(s)}{D_{\max}(0,1) - D_{\min}(0,1)}$$

where

$D_{\max}(s)$ and $D_{\min}(s)$ are the maximum and the minimum optical densities at spatial frequency s , respectively;

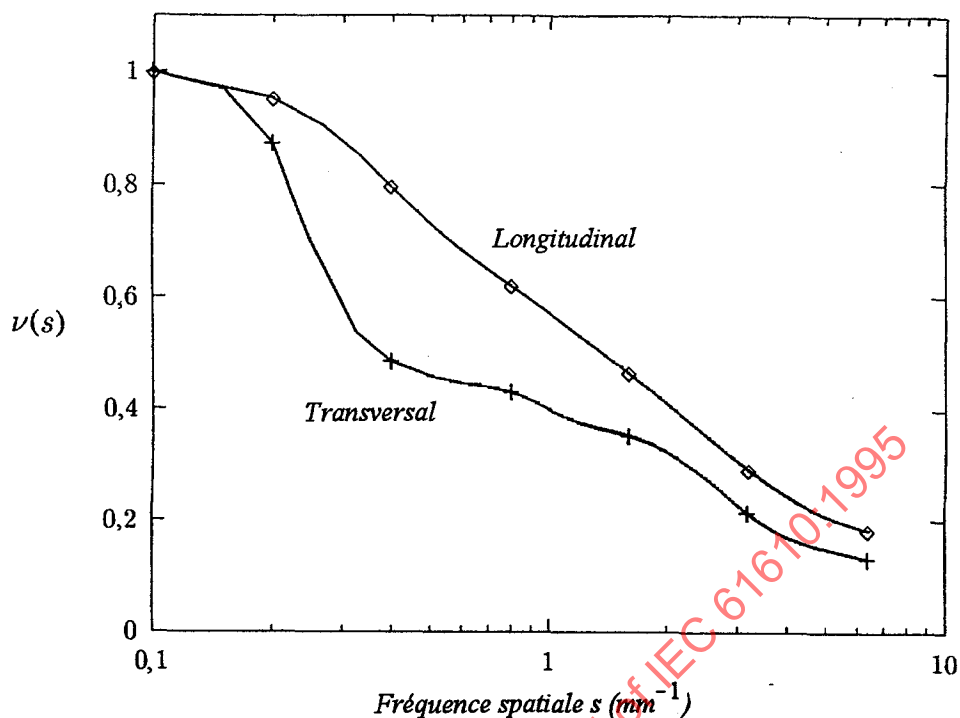
$D_{\max}(0,1)$ and $D_{\min}(0,1)$ are the maximum and the minimum optical densities at spatial frequency $s = 0,1$ mm⁻¹, respectively.

NOTE – To avoid aliasing, the aperture width w should be given by $w \leq (2f_{\max})^{-1}$ where $f_{\max}$ is the highest spatial frequency to be measured as determined in step b).

5.7.3 Presentation of results

The measured results, $v(s)$, for each spatial frequency shall be reported as curves exemplified in figure 7.

The aperture size of the micro densitometer shall be reported in millimetres.



NOTE – On peut changer la gamme des fréquences spatiales de manière à contenir la fréquence spatiale pour laquelle $\nu(s) = 0,3$.

Figure 7 – Résolution de la réponse en fréquence spatiale

5.8 Stabilité de l'image pour une exposition à la lumière (solidité à la lumière)

5.8.1 Caractéristiques à déterminer

La stabilité d'image quand les imprimés et les transparents sont exposés à des conditions normales d'éclairage ambiant.

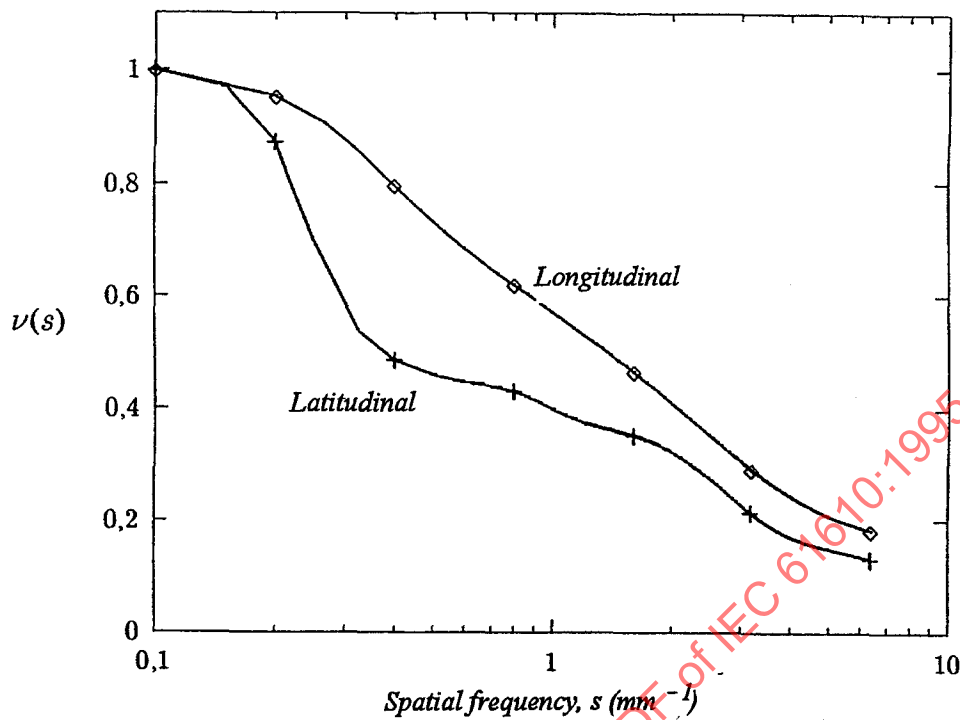
5.8.2 Mode opératoire pour les mesures

- Réaliser un exemplaire d'imprimé ou de transparent d'une image spécifiée. La spécification de l'image est indiquée à la figure 8. Le signal d'entrée correspondant est spécifié dans le tableau 6.

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

NOTE – Les nombres correspondent aux couleurs du tableau 6

Figure 8 – Configuration de l'image imprimée



NOTE – The spatial frequency range may be changed so as to cover the spatial frequency for $\nu(s) = 0,3$.

Figure 7 – Spatial frequency response resolution

5.8 Image stability under exposure to light (light fastness)

5.8.1 Characteristics to be determined

The image stability when the prints or transparencies are exposed to normal room lighting conditions.

5.8.2 Measurement procedure

- a) Produce a sample of print or transparency of the specified image. The specification of the image is shown in figure 8. The corresponding input signal is specified in table 6.

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

NOTE – The numbers correspond to the colours in table 6.

Figure 8 – Profile of printed image

Tableau 6 – Signal d'entrée pour la stabilité de l'image

Couleurs	Signaux d'entrée %		
	R	V	B
1 Blanc	100	100	100
2 Jaune	100	100	50
3 Cyan	50	100	100
4 Vert	50	100	50
5 Magenta	100	50	100
6 Rouge	100	50	50
7 Bleu	50	50	100
8 Noir	50	50	50

b) L'imprimé ou le transparent doit être coupé en deux morceaux semblables à travers les barres. L'un des morceaux doit être utilisé pour l'essai, et l'autre doit être conservé dans un environnement sombre, à une température inférieure à 300 K et sous une humidité relative de 50 (+10/0) % à titre de morceau témoin.

c) Le morceau soumis à l'essai doit être placé sous une plaque de verre de sodium de 6 mm d'épaisseur et doit être exposée pendant 7 jours sous une lampe au xénon donnant un éclairement énergétique de 0,22 W/m², à la longueur d'onde de 340 nm, avec une température ambiante comprise entre 300 K et 310 K et sous une humidité relative de 50 (+10/0) %.

d) Les densités optiques par transmission et les densités optiques par réflexion du morceau soumis à l'essai doivent être mesurées toutes les 24 h pendant 7 jours. Le microdensitomètre doit être conforme au status A comme spécifié dans l'ISO 5-3.

Les résultats des mesures $D_t(S_H : A_B)_d$, $D_t(S_H : A_G)_d$, $D_t(S_H : A_R)_d$ pour les densités optiques par transmission, ou $D_r(S_A : A'_B)_d$, $D_r(S_A : A'_G)_d$, $D_r(S_A : A'_R)_d$ pour les densités optiques par réflexion doivent être notées pour chaque couleur, pour les jours $d = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$ en même temps que les résultats mesurées sur le morceau témoin, ($d = 0$) après 7 jours.

5.8.3 Présentation des résultats

Les variations de densité optique par transmission ou par réflexion pour le rouge, le vert et le bleu doivent être notées sous forme de tableaux et de courbes. Un exemple de présentation de résultats en tableau pour le bleu est présenté dans le tableau 7.

Des tableaux et des courbes similaires doivent être faits pour le vert et le rouge.

Table 6 – Input signal specification for image stability

Colours	Input signals %		
	<i>R</i>	<i>G</i>	<i>B</i>
1 White	100	100	100
2 Yellow	100	100	50
3 Cyan	50	100	100
4 Green	50	100	50
5 Magenta	100	50	100
6 Red	100	50	50
7 Blue	50	50	100
8 Black	50	50	50

b) The print or transparency shall be cut across the bars into two similar pieces. One of the pieces shall be used for the test, and the other shall be kept in a dark environment at a temperature less than 300 K and at a relative humidity of 50 (+10/0) % as a control piece.

c) The test piece shall be placed underneath a sodium glass plate of thickness 6 mm and shall be kept for 7 days exposure to a xenon lamp giving an irradiance of 0,22 W/m² at a wavelength of 340 nm with an ambient temperature of between 300 K and 310 K and a relative humidity of 50 (+10/0) %.

d) The transmittance densities or reflectance densities of the test piece shall be measured every 24 h for 7 days. The microdensitometer shall be in accordance with status A as specified in ISO 5-3.

The results of the measurement, $D_t(S_H : A_B)_d$, $D_t(S_H : A_G)_d$, $D_t(S_H : A_R)_d$ for transmittance densities, or $D_r(S_A : A'_B)_d$, $D_r(S_A : A'_G)_d$, $D_r(S_A : A'_R)_d$ for reflectance densities, shall be noted for each colour, for days $d = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$, together with the measured results for the control piece ($d = 0$) after 7 days.

5.8.3 Presentation of results

The differences of the transmittance or reflectance densities for red, green and blue shall be reported as tables and graphs. An example of the presentation of results for blue, in a table, is shown in table 7.

Similar tables and curves shall be reported for green and red.

Les variations doivent être calculées à partir des équations suivantes :

$$\Delta D_{t_d} = D_{t_d} - D_{t_0}$$

$$\Delta D_{r_d} = D_{r_d} - D_{r_0}$$

Tableau 7 – Stabilité de l'image

Couleurs	Variations des densités pour le bleu $\Delta D_t(S_H : A_B)$ ou $\Delta D_r(S_A : A'_B)$						
	1	2	3	4	5	6	7
1 Blanc							
2 Jaune							
3 Cyan							
4 Vert							
5 Magenta							
6 Rouge							
7 Bleu							
8 Gris							

5.9 Stabilité de l'image pour une exposition à la chaleur (solidité à la chaleur)

5.9.1 Caractéristiques à déterminer

La stabilité d'image quand les imprimés ou les transparents sont stockés dans un environnement à température élevée.

5.9.2 Mode opératoire pour les mesures

- Réaliser un exemplaire d'imprimé ou de transparent d'une image spécifiée. La spécification de l'image est indiquée à la figure 8. Le signal d'entrée correspondant est spécifié dans le tableau 6.
- L'imprimé ou le transparent doit être coupé en deux morceaux semblables à travers les barres. L'un des morceaux doit être utilisé pour l'essai, et l'autre doit être conservé dans un environnement sombre, à une température inférieure à 300 K et sous une humidité relative de 50 (+10/0) % à titre de morceau témoin.
- Le morceau soumis à l'essai doit être conservé dans une chambre sombre, chauffée, pendant 4 semaines, à une température de 320 K et sous une humidité relative de 50 (+10/0) %.
- Les densités optiques par transmission et par réflexion du morceau soumis à l'essai doivent être mesurées, chaque semaine pendant 4 semaines. Le densitomètre doit être conforme au status A de l'ISO 5-3.

The deviations shall be calculated by the following equations:

$$\Delta D_{t_d} = D_{t_d} - D_{t_0}$$

$$\Delta D_{r_d} = D_{r_d} - D_{r_0}$$

Table 7 – Image stability report

Colours	Density deviations for blue $\Delta D_t (S_H : A_B)$ or $\Delta D_r (S_A : A'_B)$						
	1	2	3	4	5	6	7
1 White							
2 Yellow							
3 Cyan							
4 Green							
5 Magenta							
6 Red							
7 Blue							
8 Grey							

5.9 Image stability under exposure to heat (heat fastness)

5.9.1 Characteristics to be determined

The image stability when the prints or transparencies are stored in a high temperature environment.

5.9.2 Measurement procedure

- Produce a sample of print or transparency of the specified image. The specification of the image is outlined in figure 8. The corresponding input signal is specified in table 6.
- The print or transparency shall be cut across the bars into two similar pieces. One of the pieces shall be used for the test, and the other shall be kept in a dark environment at a temperature less than 300 K and at a relative humidity of 50 (+10/0) % as a control piece.
- The test piece shall be kept in the heated dark chamber for 4 weeks under a temperature of 320 K and relative humidity of 50 (+10/0) %.
- The transmittance densities or reflectance densities of the test piece shall be measured every week for 4 weeks. The microdensitometer shall be in accordance with status A as specified in ISO 5-3.

Les résultats des mesures $D_t(S_H : A_B)_w$, $D_t(S_H : A_G)_w$, $D_t(S_H : A_R)_w$ pour les densités optiques par transmission, $D_r(S_A : A'_B)_w$, $D_r(S_A : A'_G)_w$, $D_r(S_A : A'_R)_w$ pour les densités optiques par réflexion, doivent être notées pour chaque couleur, pour les semaines $w = 1, 2, 3, 4$, avec les résultats mesurés pour le morceau témoin ($w = 0$) après 4 semaines.

5.9.3 Présentation des résultats

Les variations de densités optiques par transmission ou par réflexion pour le rouge, le vert et le bleu doivent être notées sous forme de tableaux et de courbes comme spécifié en 5.8.3.

5.10 Format des dimensions à reproduire

5.10.1 Caractéristiques à déterminer

La grandeur effective de l'image sur l'imprimé ou le transparent par rapport à la grandeur d'origine, exprimée par le signal d'entrée appliqué à l'équipement produisant l'imprimé ou le transparent.

5.10.2 Mode opératoire pour les mesures

a) Le signal d'essai pour produire le modèle décrit à la figure 9 doit être généré pour obtenir l'image d'essai. Le rectangle en pointillés indique les dimensions théoriques définies par le signal d'entrée H_0 , W_0 . Le rectangle extérieur plein indique la zone reproduite réelle. La hauteur H_2 est la moitié de la hauteur théorique de l'image H_0 . La largeur W_2 est la moitié de la largeur théorique de l'image W_0 . Le tracé extérieur en traits pleins indique les dimensions maximales imprimables et le rectangle intérieur indique le contour de l'image de dimensions réduites à leur moitié.

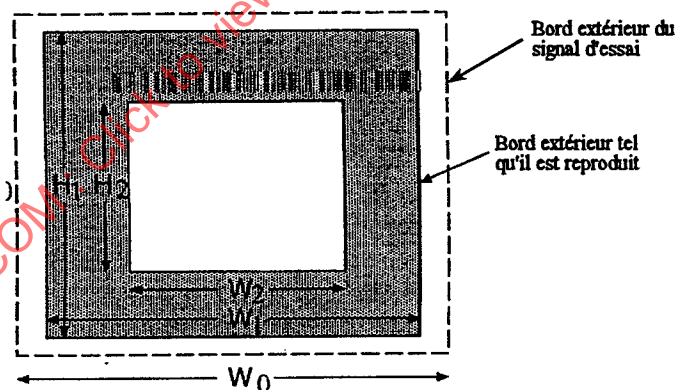


Figure 9 – Contour de l'image imprimée

b) Les dimensions horizontales et verticales de l'image reproduite doivent être mesurées respectivement comme H_1 et W_1 . Les dimensions du rectangle intérieur doivent également être mesurées comme H_2 et W_2 .

c) La surface dimensionnelle reproductible doit être calculée à partir des équations suivantes:

$$S_v = \frac{H_1}{2H_2} \times 100 \quad (\%)$$

$$S_H = \frac{W_1}{2W_2} \times 100 \quad (\%)$$

The results of the measurement, $D_t (S_H : A_B)_w$, $D_t (S_H : A_G)_w$, $D_t (S_H : A_R)_w$ for transmittance densities, $D_r (S_A : A'_B)_w$, $D_r (S_A : A'_G)_w$, $D_r (S_A : A'_R)_w$ for reflectance densities, shall be noted for each colour, for weeks $w = 1, 2, 3, 4$, together with the measured results for the control piece ($w = 0$) after 4 weeks.

5.9.3 Presentation of results

The deviation of the transmittance or reflectance densities for red, green and blue shall be reported as tables and graphs as specified in 5.8.3.

5.10 Reproducible dimensional range

5.10.1 Characteristics to be determined

The effective size of the image in print or transparency versus the original size expressed by the input signal to the equipment which produces the print or the transparency.

5.10.2 Measurement procedure

- a) The test signal to produce the pattern depicted in figure 9 shall be generated to obtain the test image. The broken rectangle signifies the theoretical dimensional range defined by the input signal, H_0 , W_0 . The outer solid rectangle signifies the actual area reproduced. The height H_2 is one-half of the theoretical image height, H_0 . The width W_2 is one-half of the theoretical image width, W_0 . The outer solid line shows the printable maximum dimension and the inner rectangle shows the linear half-sized image.

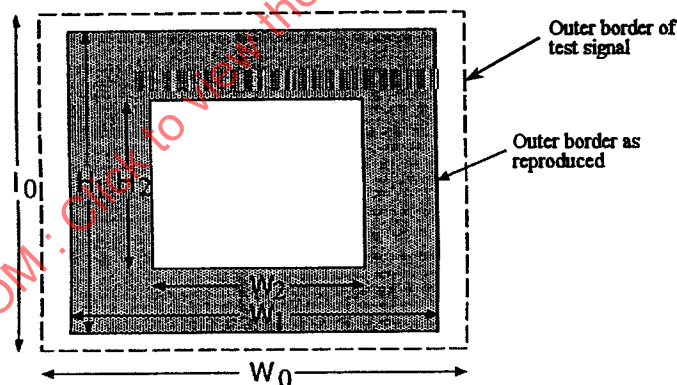


Figure 9 – Outline of printed image

- b) The horizontal and vertical dimensions of the reproduced image shall be measured as H_1 and W_1 , respectively. The dimensions of the inner rectangle shall also be measured as H_2 and W_2 .

- c) The reproducible dimensional range shall be calculated by the following equations:

$$S_v = \frac{H_1}{2H_2} \times 100 \quad (\%)$$

$$S_H = \frac{W_1}{2W_2} \times 100 \quad (\%)$$

5.10.3 Présentation des résultats

Les dimensions verticales et horizontales de l'image reproductible, S_V et S_H , doivent être notées en pour-cent.

Vertical: _____ %; Horizontal: _____ %

5.11 Modulation en champ uniforme

5.11.1 Caractéristiques à déterminer

La modulation de l'image quand un signal constant achromatique est reproduit sous forme d'imprimés ou de transparents uniformément gris.

5.11.2 Mode opératoire pour les mesures

a) Générer le signal achromatique qui produit les imprimés ou les transparents de densité optique par réflexion $D_r(S_A : V) = 0,8$ ou de densité optique par transmission $D_t(S_H : V_T) = 0,8$. L'appareil de mesure doit avoir la même réponse spectrale que la fonction d'efficacité lumineuse de référence de la CIE, $V(\lambda)$.

b) Le niveau de signal doit être réglé au niveau nécessaire à l'interpolation des données obtenues en 5.5.

c) Mesurer l'image à signal constant dans la direction longitudinale quant à sa densité optique par transmission ou par réflexion en utilisant un microdensitomètre à ouverture en fente de même réponse spectrale que la fonction d'efficacité lumineuse de référence de la CIE, $V(\lambda)$.

La largeur de la fente, x , doit respecter la relation:

$$x \leq \frac{1}{2f_H}$$

où f_H est la plus haute fréquence spatiale à détecter.

La longueur de la fente, y , doit respecter la relation:

$$y \geq Nx$$

où N est le nombre d'échantillons de données recueillies au cours du balayage.

La fente doit être déplacée pas à pas à travers l'image, le pas z valant $x/2$ comme l'indique la figure 10.

5.10.3 *Presentation of results*

The vertically and horizontally reproducible image sizes, S_V and S_H shall be reported in percentage points.

Vertical: _____ %; Horizontal: _____ %

5.11 *Flat field modulation*

5.11.1 *Characteristics to be determined*

The image modulation when a constant achromatic signal is reproduced as uniform grey prints or transparencies.

5.11.2 *Measurement procedure*

- a) The achromatic signal which produces prints or transparencies of reflectance optical density $D_r (S_A : V) = 0,8$ or transmittance optical density $D_t (S_H : V_T) = 0,8$ shall be generated. The measuring instrument shall have the same spectral response as the CIE standard luminous efficiency function, $V(\lambda)$.
- b) The signal level shall be adjusted to the required level by interpolating the data obtained in 5.5.
- c) The image corresponding to the constant signal shall be measured in the longitudinal direction for its transmittance or reflectance optical density using a micro densitometer with a slit aperture having the same spectral response as the CIE standard luminous efficiency function, $V(\lambda)$.

The width of the slit aperture, x , shall be constrained by:

$$x \leq \frac{1}{2f_H}$$

where f_H is the highest spatial frequency being detected.

The height of the slit, y , shall be constrained by:

$$y \geq Nx$$

where N is the number of data samples collected in the scan.

The slit shall be stepped across the image with a step pitch, z , given by $x/2$, as shown in figure 10.

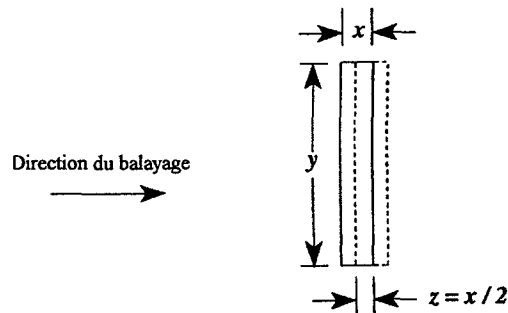


Figure 10 – Aspect de la fente et direction du balayage

Le nombre d'échantillons de données, N , doit respecter la relation:

$$N \geq \frac{1}{f_L z} = \frac{2}{f_L x}$$

où f_L est la fréquence spatiale la plus faible à détecter.

d) La moyenne, μ , de toutes les données recueillies au point c) doit être calculée et soustraite de la valeur de chaque donnée comme suit:

$$r_i = D_i - \mu \quad i = 0 \dots N-1$$

où

D est la donnée de l'échantillon;
 r est la donnée résiduelle.

e) Le carré du module de la transformée de Fourier discrète de la donnée résiduelle doit être calculé pour obtenir une première estimation de la modulation en champ uniforme S_j dans la direction longitudinale, donnée par:

$$S_j(j) = \left\| \sum_{k=0}^{N-1} r_k e^{-i \frac{2\pi}{N} kj} \right\|^2 \quad j = 0 \dots N-1$$

où

$\|$ correspond au module d'un nombre complexe;
 i est l'unité imaginaire telle que $i^2 = -1$.

f) Les étapes c) à e) doivent être répétées plus de 99 fois, sur des surfaces d'images ne se recouvrant pas et on doit calculer la moyenne générale sur 100 estimations de la modulation en champ uniforme par la formule:

$$S(j) = \frac{1}{100} \sum_{k=1}^{100} S_k(j) \quad j = 0 \dots N-1$$

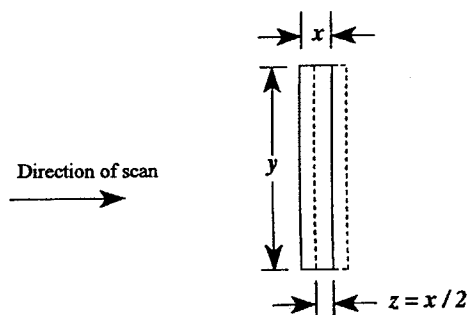


Figure 10 – Shape of slit and direction of scan

The number of data samples, N , shall be constrained by:

$$N \geq \frac{1}{f_L z} = \frac{2}{f_L x}$$

where f_L is the lowest spatial frequency being detected.

d) The average, μ , of all data values collected in step c) shall be computed and it shall be subtracted from each data value as follows:

$$r_i = D_i - \mu \quad i = 0 \dots N-1$$

where

D is the sample data;

r is the residual data.

e) The squared magnitude of the discrete fourier transform (DFT) of the residual data shall be computed to produce the first estimate of the flat field modulation, S_1 , in the longitudinal direction, given by:

$$S_1(j) = \left\| \sum_{k=0}^{N-1} r_k e^{-i \frac{2\pi}{N} kj} \right\|^2 \quad j = 0 \dots N-1$$

where

$\| \cdot \|$ indicates the magnitude of a complex number;

i is the imaginary unit satisfying $i^2 = -1$.

f) Steps c) through e) shall be repeated 99 more times over non-overlapping image areas and the ensemble average over all 100 estimates of the flat field modulation shall be computed, as indicated by the formula:

$$S(j) = \frac{1}{100} \sum_{k=1}^{100} S_k(j) \quad j = 0 \dots N-1$$

g) La modulation moyenne en champ uniforme doit être régularisée selon la formule:

$$S_N(j) = \frac{S(j)y}{\text{sinc}^2\left(\frac{jx}{Nz}\right)} = \frac{S(j)y}{\text{sinc}^2\left(\frac{2j}{N}\right)} \quad j = 0, \dots, \left(\frac{N}{4} - 1\right)$$

où y est exprimée en millimètres.

Pour la définition de la fonction $\text{sinc}(x)$ voir la note.

Le calcul régularise les données pour le choix des paramètres d'ouverture. Seules les premières valeurs pour $N/4$ doivent être régularisées puisque f_H est liée à f_s , la fréquence d'échantillonnage, par la formule:

$$\frac{1}{2f_H} \geq x = 2z = \frac{2}{f_s}$$

$$\therefore \frac{f_s}{4} \geq f_H$$

Cela garantit aussi que la fonction sinc^2 ne soit pas nulle dans le domaine envisagé.

NOTE – Afin de simplifier la notation, on a introduit une fonction $\text{sinc}(x)$ définie par:

$$\text{sinc}(x) = (\sin \pi x) / \pi x$$

Cette fonction a un maximum pour $x = 0$ et des valeurs nulles pour les valeurs entières de x , soit,

$$\text{sinc}(x) = 1 \text{ pour } x = 0$$

$$= 0 \text{ pour } x = \pm 1, \pm 2, \dots$$

Voir aussi la référence [3].

h) Les étapes c) à g) doivent être répétées avec des balayages transversaux afin d'obtenir une estimation de la modulation en champ uniforme dans le sens transversal.

5.11.3 Présentation des résultats

Les estimations des spectres de puissance, c'est-à-dire les seules données correspondant aux premières valeurs à la fréquence $N/4$, doivent être portées sur des graphiques analogues à ceux de la figure 11.

Il est recommandé que l'échelle des fréquences aille de 0,0 à une demi-fréquence de Nyquist, donnée par $(4z)^{-1}$. On doit aussi noter le nombre d'échantillons de données recueillis au cours d'un balayage, N , ainsi que la largeur et la longueur de l'ouverture du microdensitomètre, en millimètres.

g) The average flat field modulation shall be normalized according to the formula:

$$S_N(j) = \frac{S(j)y}{\text{sinc}^2\left(\frac{jx}{Nz}\right)} = \frac{S(j)y}{\text{sinc}^2\left(\frac{2j}{N}\right)} \quad j = 0, \dots, \left(\frac{N}{4}-1\right)$$

where y is expressed in millimetres.

For the definition of the function $\text{sinc}(x)$, see note.

This calculation normalizes the data for the choice of aperture parameters. Only the first $N/4$ values need to be normalized since f_H is related to f_s , the sampling frequency, by the formula:

$$\frac{1}{2f_H} \geq x = 2z = \frac{2}{f_s}$$

$$\therefore \frac{f_s}{4} \geq f_H$$

This also ensures that the sinc^2 function is not zero in the range of interest.

NOTE – To simplify the notation, a function sinc has been introduced defined by:

$$\text{sinc}(x) = (\sin \pi x) / \pi x$$

This function is a peak at $x=0$ and zero crossings at all other integer values of x , so that

$$\begin{aligned} \text{sinc}(x) &= 1 \text{ for } x = 0 \\ &= 0 \text{ for } x = \pm 1, \pm 2, \dots \end{aligned}$$

See also reference [3].

h) Steps c) through g) shall be repeated with latitudinal scans to produce an estimate of the flat field modulation in the latitudinal direction.

5.11.3 *Presentation of results*

The estimates of the power spectra, i.e., only the data corresponding to the first $N/4$ frequency values, shall be plotted as curves exemplified in figure 11.

The frequency axis should be labelled from 0,0 to one-half the Nyquist frequency, given by $(4z)^{-1}$. The number of data samples collected in a scan, N , as well as the width and height of the micro densitometer aperture in millimetres shall also be reported.