

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Organic light emitting diode (OLED) displays –
Part 6-2: Measuring methods of visual quality and ambient performance**

**Afficheurs à diodes électroluminescentes organiques (OLED) –
Partie 6-2: Méthodes de mesure de la qualité visuelle et des caractéristiques de
fonctionnement sous conditions ambiantes**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2012 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...).

It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available on-line and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente. un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Liens utiles:

Recherche de publications CEI - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...).

Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Organic light emitting diode (OLED) displays –
Part 6-2: Measuring methods of visual quality and ambient performance**

**Afficheurs à diodes électroluminescentes organiques (OLED) –
Partie 6-2: Méthodes de mesure de la qualité visuelle et des caractéristiques de
fonctionnement sous conditions ambiantes**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 31.260

ISBN 978-2-88912-893-8

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms, definitions and abbreviations	6
3.1 Terms and definitions	6
3.2 Abbreviations	9
4 Structure of measuring equipment	9
5 Standard measuring conditions.....	9
5.1 Standard measuring environmental conditions.....	9
5.2 Standard lighting conditions	10
5.2.1 Dark-room conditions	10
5.2.2 Ambient illumination conditions.....	10
5.3 Standard setup conditions	15
5.3.1 General	15
5.3.2 Adjustment of OLED display modules	15
5.3.3 Starting conditions of measurements	16
5.3.4 Conditions of measuring equipment.....	16
6 Visual inspection of static images.....	17
6.1 General.....	17
6.2 Classification of visible defects.....	17
6.2.1 Classification scheme.....	17
6.2.2 Reference examples for subpixel defects.....	17
6.2.3 Reference example for line defects.....	19
6.2.4 Reference example for mura defects	19
6.3 Visual inspection method and criteria	20
6.3.1 Standard inspection conditions	20
6.3.2 Standard inspection method	21
6.3.3 Inspection criteria	23
7 Electro-optical measuring methods under ambient illumination	24
7.1 Reflection measurements	24
7.1.1 Purpose.....	24
7.1.2 Measuring conditions.....	24
7.1.3 Measuring the hemispherical diffuse reflectance factor	25
7.1.4 Measuring the reflectance factor for a directed light source	27
7.2 Ambient contrast ratio	29
7.2.1 Purpose.....	29
7.2.2 Measuring conditions.....	29
7.2.3 Measuring method	30
7.3 Ambient display colour	30
7.3.1 Purpose.....	30
7.3.2 Measuring conditions.....	30
7.3.3 Measuring method	30
7.4 Ambient colour gamut volume	31
7.4.1 Purpose.....	31
7.4.2 Measuring conditions.....	32
7.4.3 Measuring method	32

7.4.4 Reporting	33
Annex A (informative) Measuring relative photoluminescence contribution from displays	35
Annex B (informative) Calculation method of ambient colour gamut volume	38
Bibliography	44
Figure 1 – Example of visual inspection room setup for control of ambient room lighting and reflections	10
Figure 2 – Example of measurement geometries for diffuse illumination condition using an integrating sphere and sampling sphere	13
Figure 3 – Directional source measurement geometry using an isolated source	15
Figure 4 – Directional source measurement geometry using a ring light source	15
Figure 5 – Layout diagram of measurement set up	16
Figure 6 – Classification of visible defects	17
Figure 7 – Bright subpixel defects	18
Figure 8 – Criteria for classifying bright and dark subpixel defects	19
Figure 9 – Bright and dark line defects	19
Figure 10 – Sample image of line mura defect associated with TFT non-uniformity	20
Figure 11 – Example of spot mura defect in a grey background	20
Figure 12 – Setup condition for visual inspection of electro-optical visual defects	22
Figure 13 – Shape of scratch and dent defect	24
Figure 14 – An example of range in colours produced by a given display as represented by the CIELAB colour space	33
Figure A.1 – Scaled bi-spectral photoluminescence response from a display	36
Figure A.2 – Decomposed bi-spectral photoluminescence response from a display	36
Figure B.1 – Analysis flow chart for calculating the colour gamut volume	38
Figure B.2 – Graphical representation of the colour gamut volume for sRGB in the CIELAB colour space	39
Table 1 – Definitions for type of scratch and dent defects	24
Table 2 – Eigenvalues M_1 and M_2 for CIE Daylight Illuminants D50 and D75	26
Table 3 – Example of minimum colours required for gamut volume calculation of a 3-primary 8-bit display	32
Table 4 – Measured tristimulus values for the minimum set of colours (see Table 3) required for gamut volume calculation under the specified ambient illumination condition	34
Table 5 – Calculated white point in the darkened room and ambient condition	34
Table 6 – Colour gamut volume in the CIELAB colour space	34
Table B.1 – Tristimulus values of the sRGB primary colours	39
Table B.2 – Example of sRGB colour set represented in the CIELAB colour space	39
Table B.3 – Example of sRGB colour gamut volume in the CIELAB colour space	40

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ORGANIC LIGHT EMITTING DIODE (OLED) DISPLAYS –**Part 6-2: Measuring methods of visual quality and ambient performance****FOREWORD**

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of 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, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). 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. 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 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 IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62341-6-2 has been prepared by IEC technical committee 110: Electronic display devices.

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

FDIS	Report on voting
110/338/FDIS	110/353/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts of the IEC 62341 series, published under the general title *Organic light emitting diode (OLED) displays*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

Withdrawn
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62341-6-2:2012

ORGANIC LIGHT EMITTING DIODE (OLED) DISPLAYS –

Part 6-2: Measuring methods of visual quality and ambient performance

1 Scope

This part of IEC 62341 specifies the standard measurement conditions and measurement methods for determining the visual quality and ambient performance of organic light-emitting diode (OLED) display modules and panels. This document mainly applies to colour display modules.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary*
(available at <<http://www.electropedia.org>>)

IEC 60081, *Double-capped fluorescent lamps – Performance specifications*

IEC 61966-2-1, *Multimedia systems and equipment – Colour measurement and management – Part 2-1: Colour management – Default RGB colour space – sRGB*

IEC 62341-1-2, *Organic light emitting diode displays – Part 1-2: Terminology and letter symbols*

CIE 15:2004, *Colorimetry*

3 Terms, definitions and abbreviations

For the purposes of this document, the terms, definitions and abbreviations given in IEC 62341-1-2 and IEC 60050-845:1987 as well as the following apply.

3.1 Terms and definitions

3.1.1

visual inspection

a means for checking image quality by human visual observation for classification and comparison against limit sample criteria

3.1.2

subpixel defect

for colour displays, all or part of a single subpixel, the minimum colour element, which is visibly brighter or darker than surrounding subpixels of the same colour. They are classified depending on the number and configuration of multiple subpixel defects within a region of the display

3.1.3**dot defect**

for monochromatic displays, all or part of a single subpixel, the minimum dot element, which is visibly brighter or darker than surrounding dots. They are classified depending on the number and configuration of multiple subpixel defects within a region of the display

3.1.4**bright subpixel defect**

subpixels or dots which are visibly brighter than surrounding subpixels of the same colour when addressed with a uniform dark or grey background

3.1.5**dark subpixel defect**

subpixels or dots are visibly darker than surrounding subpixels of the same colour when addressed with a uniform bright background (e.g. > 50 % full screen luminance)

3.1.6**partial subpixel defect**

subpixel or dot with part of the emission area obscured such that a visible difference in brightness is observed in comparison with neighbouring subpixels of the same colour

3.1.7**clustered subpixel defects**

subpixel or dot defects gathered in specified area or within a specified distance. Also known as “close subpixel defect”

3.1.8**unstable subpixel**

subpixel or dot that changes luminance in an uncontrollable way

3.1.9**pixel shrinkage**

reduction in the active emissive area of one or more subpixels (or dots) over time

3.1.10**panel edge shrinkage**

reduction in the active emissive area from the edges of the display area over time

3.1.11**line defect**

vertical or horizontal bright or dark line parallel to a row or column observed against a dark or bright background, respectively

3.1.12**bright line defect**

a line appearing bright on a screen displaying a uniform dark or grey pattern

3.1.13**dark line defect**

a line appearing dark when displayed with a uniform bright or grey pattern

3.1.14**mura**

region(s) of luminance and colour non-uniformity that generally vary more gradually than subpixel level defects. For classification, the maximum dimension should be less than one fourth of the display width or height

3.1.15

line mura

variation in luminance consisting of one or more lines extending horizontally or vertically across all or a portion of the display (such as may be caused by TFT threshold voltage variation from laser induced crystallization)

3.1.16

colour mura

mura that appears primarily in only one colour channel and results in a local variation of the white point (or CCT)

3.1.17

spot mura

region of luminance variation larger than a single pixel appearing as a localized slightly darker or brighter region with a smoothly varying edge

3.1.18

stain mura

region of luminance variation larger than a single pixel appearing as clearly defined edge bordering a region of brighter or darker luminance than surrounding regions

3.1.19

mechanical defects

image artefacts arising from defects in protective and contrast enhancement films, coatings, mechanical fixturing, or other elements within in the active area of the display

3.1.20

scratch defect

defect appearing as fine single or multiple lines or scratches, generally light in appearance on a dark background, and independent of display state

3.1.21

dent defect

localized spot generally white or grey in appearance on dark background and independent of display state

3.1.22

foreign material

defect caused by foreign material like dust or thread in between contrast enhancement films, protective films, or on emitting surface within the active area of the display

3.1.23

bubble

defect caused by a cavity in or between sealing materials, adhesives, contrast enhancement films, protective films, or any other films within the visible area of the display

3.1.24

ambient contrast ratio

contrast ratio of a display with external natural or artificial illumination incident onto its surface

NOTE Includes indoor illumination from luminaires, or outdoor daylight illumination.

3.1.25

colour gamut boundary

surface determined by a colour gamut's extremes

3.1.26**colour gamut volume**

a single number for characterizing the colour response of a display device in a three-dimensional colour space

NOTE Typically the colour gamut volume is calculated in the CIELAB colour space.

3.1.27**ambient colour gamut volume**

number for characterizing the colour response of a display device, under a defined ambient illumination condition, in a three-dimensional colour space

NOTE Typically the colour gamut volume is calculated in the CIELAB colour space.

3.2 Abbreviations

CCT	correlated colour temperature
CIE	International Commission on Illumination (Commission internationale de l'éclairage)
CIELAB	CIE 1976 (L*a*b*) colour space
DUT	device under test
HD	high definition
ISO	International Organization for Standardization
LED	light emitting diode
LMD	light measuring device
LTPS	low temperature polysilicon
OLED	organic light emitting diode
PL	photoluminescence
QVGA	quarter video graphics array
RGB	red, green, blue
SDCM	standard deviation of colour matching
sRGB	a standard RGB colour space as defined in IEC 61966-2-1
TFT	thin film transistor
TV	television
UV	ultraviolet

4 Structure of measuring equipment

The system diagrams and/or operating conditions of the measuring equipment shall comply with the structure specified in each item.

5 Standard measuring conditions**5.1 Standard measuring environmental conditions**

Electro-optical measurements and visual inspection shall be carried out under the standard environmental conditions, using at a temperature of $25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$, a relative humidity of 25 % to 85 %, and pressure of 86 kPa to 106 kPa. When different environmental conditions are used, they shall be noted in the visual inspection or ambient performance report.

5.2 Standard lighting conditions

5.2.1 Dark-room conditions

The luminance contribution from the background illumination reflected off the test display shall be $\leq 0,01 \text{ cd/m}^2$ or less than 1/20 the display's black state luminance, whichever is lower. If these conditions are not satisfied, then background subtraction is required and it shall be noted in the ambient performance report. In addition, if the sensitivity of the LMD is inadequate to measure at these low levels, then the lower limit of the LMD shall be noted in the ambient performance report.

NOTE Unless stated otherwise, the standard lighting conditions shall be the dark-room conditions.

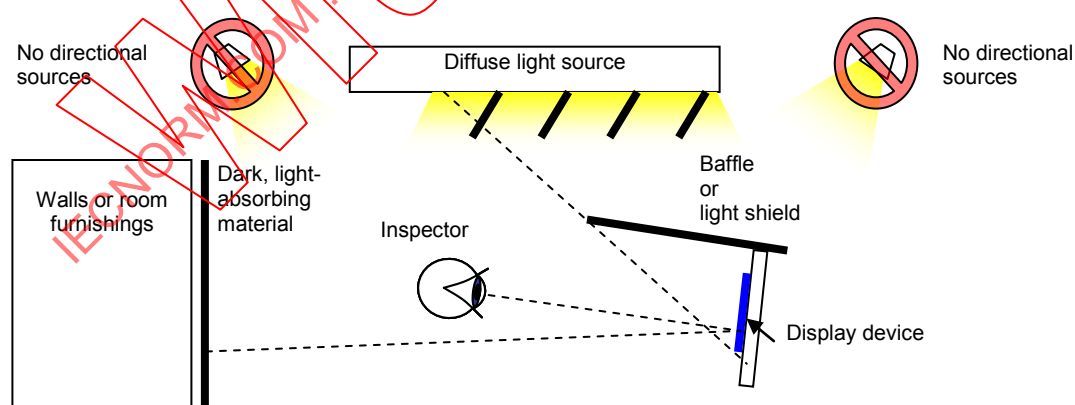
5.2.2 Ambient illumination conditions

5.2.2.1 Ambient illumination conditions for visual inspection

Ambient lighting conditions have a strong impact on the ability of the inspector to resolve defects and large variations of light intensity in the visual field can lead to inspector fatigue and a resulting loss of sensitivity to defects. Refer to ISO 9241-310 for general guidance on optimal illumination conditions for visual inspection of pixel defects [1].

For inspector comfort and consistency of inspection conditions an average ambient illuminance of between 50 lx and 150 lx is suggested in the inspector's work area. This ambient illuminance may be measured, for example, with an illuminance meter facing directly upward in a horizontal plane at the approximate eye level of the inspector. Care shall be taken to use diffuse illumination, and diffuse textures in the inspection environment, to avoid glare in the visual field of the inspector.

As shown in Figure 1, the display under test shall be placed to avoid direct illumination from ambient room light sources. In addition, dark light-absorbing materials shall be used to cover specular surfaces that may be viewed by the inspector in direct reflection from the display surface. In any case, to limit degradation of the display contrast from ambient light, the ambient illuminance incident from room light sources on the display surface measured with the display off shall be $\leq 20 \text{ lx}$. If ambient illuminance at the display surface is $> 20 \text{ lx}$, it shall be noted in the visual inspection report.



IEC 84/12

Figure 1 – Example of visual inspection room setup for control of ambient room lighting and reflections

¹ Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

5.2.2.2 Ambient illumination conditions for electro-optical measurements

The following illumination conditions are prescribed for electro-optical measurements of displays in ambient indoor or outdoor illumination conditions. Ambient indoor room illumination, and outdoor illumination of clear sky daylight, on a display shall be approximated by the combination of two illumination geometries [2]. Uniform hemispherical diffuse illumination will be used to simulate the background lighting in a room, or the hemispherical skylight incident on the display, with sun occluded. A directed source in a dark room will simulate the effect of directional illumination on a display by a luminaire in a room, or from direct sunlight.

Some displays can emit photoluminescence (PL) when exposed to certain light. The relative impact of PL on the reflection measurement can be determined, and is described in Annex A. An illumination condition that causes a significant reflection measurement error due to the presence of PL should be treated carefully. If the same illumination spectral distribution and illumination/detection geometry is used for the reflection measurements, and the calculation of ambient contrast ratio and colour, then the PL can be incorporated into the reflection coefficients. However, if the illumination spectra used in the calculations is significantly different, then the reflected component must be measured separately from the PL component. The latter case is not addressed in this document.

The following illumination conditions shall be used to simulate indoor and outdoor display viewing environments:

Indoor room illumination conditions:

- Uniform hemispherical diffuse illumination – Use a light source closely approximating CIE Standard Illuminant A, CIE Standard Illuminant D65, or fluorescent lamp FL1 as defined in CIE 15. The use of an infrared-blocking filter is also recommended to minimize sample heating from the illuminants. The UV region (< 380 nm) of all light sources shall be cut off. If FL1 is used as a light source, the chromaticity tolerance area of the lamp shall be less than 5 standard deviation of colour matching (SDCM, see IEC 60081). The fluorescent lamp shall be stabilized, for example, by ageing for 100 hours, and not used beyond 2 000 hours. Additional sources may also be used, depending on the intended application. For spectral measurements, if it can be demonstrated that the display does not exhibit significant PL ($< 1\%$ PL, see Annex A) for the selected reference source spectra, then a spectrally smooth broadband source (such as an approximation to CIE Standard Illuminant A) may be used to measure the spectral reflectance factor. Without significant PL, a measurement of the spectral reflectance factor using a broad source (like Illuminant A) enables the ambient contrast ratio and colour to be calculated later for the desired reference spectra (for example D65). The indoor room contrast ratio shall be calculated using 60 lx of hemispherical diffuse illumination (with specular included) incident on the display surface for a typical TV viewing room, and 300 lx for an office environment [3]. The actual hemispherical diffuse reflectance factor measurement may require higher illumination levels for better measurement accuracy. The results are then scaled to the required illumination levels.
- Directional illumination- The same source spectra shall be used as with hemispherical diffuse illumination. If a different spectral source is used, it shall be noted in the ambient performance report. The presence of significant PL (see Annex A) shall also be determined for the measured source, and the preceding limitations be applied when PL is present. The indoor room contrast ratio or colour shall be calculated using directional illumination of 40 lx incident on the display surface for a typical TV viewing room, and 200 lx for an office environment with the display in the vertical orientation. The actual reflectance factor measurement may require higher illumination levels for better measurement accuracy. The directed source shall be 35° above the surface normal ($\theta_s=35^\circ$, $\theta_d=0^\circ$, see Figure 3) and have an angular subtense of no more than 8° . The angular subtense is defined as the full angle span of the light source from the centre of the display's measurement area.

NOTE Other illumination levels may be used in addition to those defined above for calculating the ambient contrast ratio under indoor illumination conditions. However, approximately 60 % of the total illuminance should be hemispherical diffuse, and 40 % directional illumination.

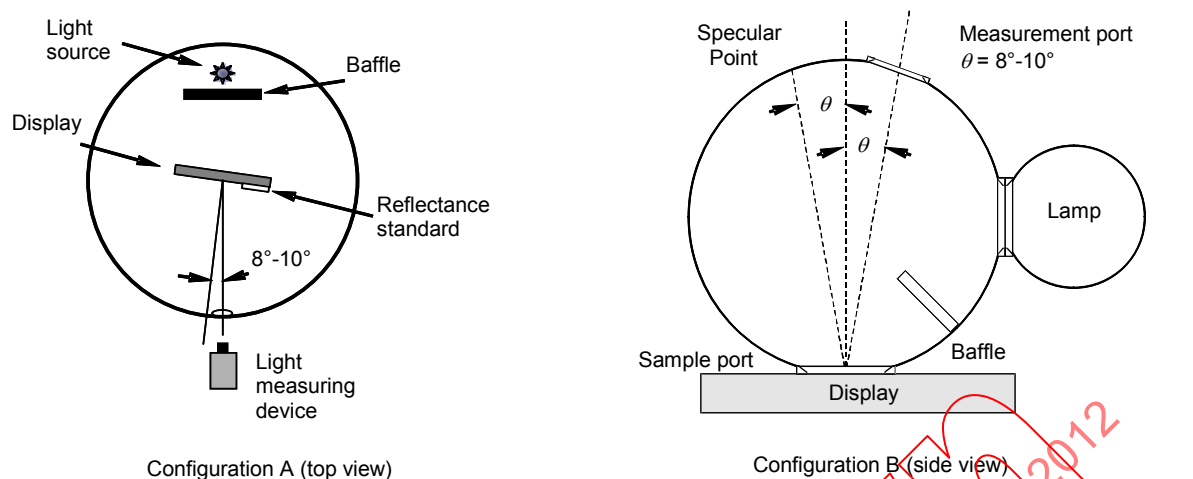
Daylight illumination conditions:

- Uniform hemispherical diffuse illumination – Use a light source closely approximating skylight with the spectral distribution of CIE Illuminant D75 [4]. Additional CIE daylight illuminants may also be used, depending on the intended application. An infrared-blocking filter is recommended to minimize sample heating. The UV region ($< 380 \text{ nm}$) of the light source shall be cut off. For spectral measurements, if it can be demonstrated that the display does not exhibit significant PL for a 7 500 K correlated colour temperature (CCT) source, then spectral reflectance factor measurements can be made using a spectrally smooth broadband source (such as an approximation to CIE Standard Illuminant A). The contrast ratio or colour can be calculated later for the D75 Illuminant spectra. The daylight contrast ratio and colour shall be calculated using 15 000 lx of hemispherical diffuse illumination (with specular included) incident on a display surface in a vertical orientation [4, 5]. The actual hemispherical diffuse reflectance factor measurement may be taken at lower illumination levels.
- Directional illumination – The directional light source shall approximate CIE daylight Illuminant D50 [4]. Additional CIE daylight illuminants may also be used, depending on the intended application. The use of an infrared-blocking filter is recommended to minimize sample heating. The UV region ($< 380 \text{ nm}$) of the light source shall be cut off. If it can be demonstrated that the display does not exhibit significant PL for a source approximating Illuminant D50, then a spectrally smooth broadband source (such as an approximation to CIE Standard Illuminant A) may be used for the reflectance factor measurement. The ambient contrast ratio or colour can be calculated later with the D50 Illuminant spectra. The daylight contrast ratio or colour shall be calculated using 65 000 lx for a directed source at an inclination angle of $\theta_s = 45^\circ$ to the display surface (see Figure 3) [4],[5]. The actual reflectance factor measurement may be taken at lower illumination levels, and the contrast ratio and colour calculated for the correct illuminance. The directed source shall have an angular subtense of approximately $0,5^\circ$.

For daylight contrast ratio and colour calculations from spectral reflectance factor measurements, the relative spectral distributions of CIE Illuminant A, lamp FL1, D65, D50 and D75 tabulated in CIE 15 shall be used. Additional CIE daylight illuminants shall be determined using the appropriate eigenfunctions, as defined in publication CIE 15.

5.2.2.3 Uniform hemispherical diffuse illumination

An integrating sphere, sampling sphere, or hemisphere shall be used to implement uniform hemispherical diffuse illumination conditions. Two possible examples of the measurement geometry are shown in Figure 2. If an integrating sphere that is at least seven times the physical outer diagonal of the display is available, the display can be mounted in the centre of the sphere (Figure 2, configuration A). For large displays, a sampling sphere (configuration B) or hemisphere would be more suitable. In all cases, the configuration shall follow the standard $d_i/8^\circ$ to $d_i/10^\circ$ illumination/detection geometry, where d_i is the standard notation for diffuse.



IEC 85/12

Figure 2 – Example of measurement geometries for diffuse illumination condition using an integrating sphere and sampling sphere

- The display is placed in the centre of an integrating sphere/hemisphere, or against the sample port of a sampling sphere. The reflected luminance off the display from the sphere shall be much greater than the luminance from the display-generated light. For displays without significant PL, the reflected luminance from the sphere can be estimated with the display turned OFF.
- For daylight measurements with an approximate 7 500 K CCT light source, an infrared-blocking filter is recommended to minimize sample heating. The colour temperature and illumination spectra can be measured from the reflected light of a white diffuse reflectance standard near the display measurement area (Figure 2, Configuration A), or the sampling sphere wall adjacent to the sample port (Figure 2, Configuration B.). The type of light source used, and its CCT, shall be noted in the ambient performance report.
- The light measuring device (LMD) is aligned to view the centre of the display through a measurement port in the sphere wall at an 8° (-0° , $+2^{\circ}$) angle from the display normal. The required LMD angle of inclination can also be realised by tilting the display within the integrating sphere. The LMD is focused on the display surface.
- The measurement port diameter shall be 20 % to 30 % larger than the effective aperture of the LMD lens. Care needs to be taken to avoid any direct light from the sources, or any bright reflections off any surface (other than the screen itself), from hitting the lens of the LMD in order to minimise veiling glare contamination of the reflected luminance measurement. The LMD shall be moved back from the hole so that the bright walls of the sphere are not visible to the LMD. In addition, the sample port diameter will typically need to be larger than 25mm in order for the luminance meter's or spectroradiometer's field of view to be completely contained within the sample port.
- The measurement port shall be bevelled away from the lens. The small diameter of the bevel is toward the LMD, and the large diameter on the inside of the sphere.
- The spectral irradiance or illuminance on the display can be measured using a white diffuse reflectance standard with known hemispherical diffuse spectral reflectance factor $R(\lambda)$, or the photopically-weighted (or luminous) hemispherical diffuse reflectance factor R . The white diffuse reflectance standard must be calibrated under uniform hemispherical diffuse illumination in an integrating sphere. When an integrating sphere (configuration A) or hemisphere is used, the white diffuse reflectance standard shall be placed on the display surface. If t is the thickness of the white diffuse reflectance standard, then it shall be placed on the surface a distance of $5*t$ to $7*t$ from the measurement area. The white reflectance standard can also be placed adjacent and in the same plane as the display if the sphere illumination is uniform over that distance. In the case of the sampling sphere, the spectral irradiance can be determined by a measurement of the interior sphere wall adjacent to the sample port.[6] The hemispherical diffuse spectral reflectance factor, or

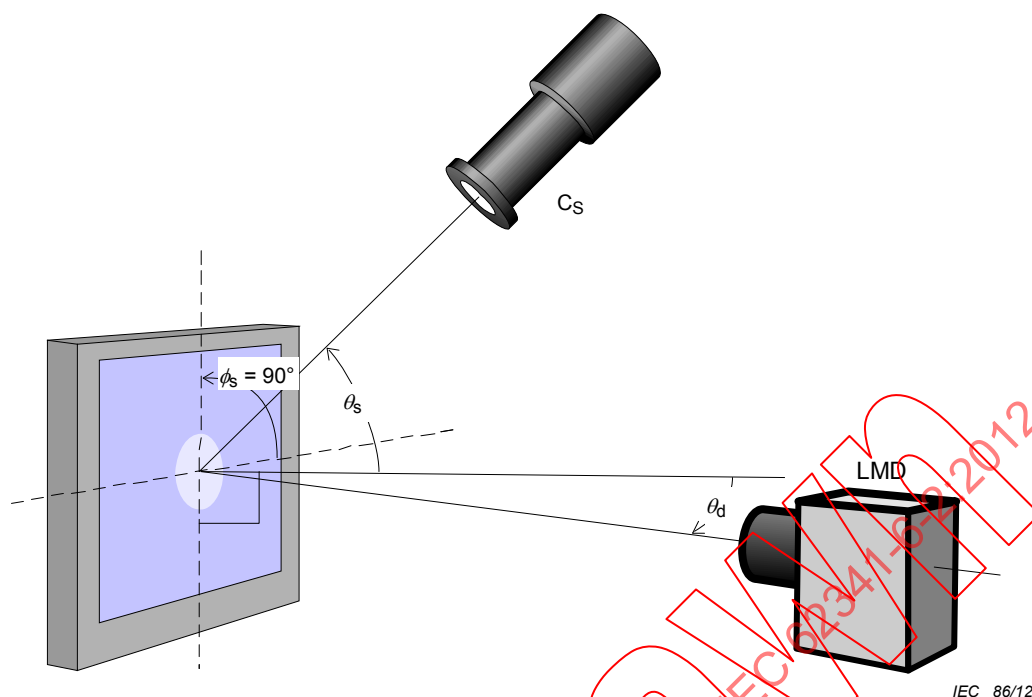
the luminous hemispherical diffuse reflectance factor, of the interior sphere wall can be determined by comparing the spectral radiance (or luminance) of the wall with that of a calibrated white diffuse reflectance standard placed at the sample port (i.e. $R_{\text{wall}} = R_{\text{std}} \cdot (L_{\text{wall}}/L_{\text{std}})$).

- g) If a sampling sphere is used, the display measurement area shall contain more than 500 display pixels. It is recommended that the sampling sphere be at least six times larger than the sample port diameter. If there is a significant distance between the display emitting surface and the sample port entrance, then the size of the sample port may need to be increased [7].
- h) The illuminance across the display measurement area shall vary less than $\pm 5\%$ from the average.

5.2.2.4 Directed source illumination

Directional illumination shall be simulated by an isolated directed source (Figure 3) at a defined angle of inclination to the display surface normal, or ring light (Figure 4) centred about the normal. This measurement shall be performed in a dark room, with all potential reflective room surfaces having a matt black coating. Light from the isolated directed source that is reflected off the display in the specular direction can be collected by a light trap to minimize its contribution to stray light contamination. The isolated directed source is the preferred directed source. If the display exhibits strong asymmetric scatter (matrix scatter [8]), then a ring light shall be used.

- a) Position the LMD normal ($\theta_d = 0^\circ$) to the display, and focus on the display surface. The isolated directed light source is aligned in the same vertical plane ($\phi_s = 0^\circ$) as the display normal and LMD, but at an inclination angle θ_s from the horizontal plane. The distance between the display and directed source C_s can be adjusted so that the light source has an angular subtense of $\leq 8^\circ$ for indoor applications, or approximately $0,5^\circ$ angular subtense from the center of the display measurement area for outdoor applications. For ring light sources, a fibre-optic ring light shall be used, with an emitter angular subtense of approximately $0,5^\circ$. The ring light emitting plane must be co-planar with the display surface and centred about the measurement area. The inclination of the light θ_s can be set by adjusting the ring light working distance to the display. The central clear aperture of the ring light shall be at least 30 % larger than the effective aperture of the LMD lens. Additional source/detector geometries can be used, but shall be noted in the ambient performance report.
- b) The reflected luminance off the display from the directed source shall be much greater (> 10) than the luminance from the display-generated light.
- c) The spectral radiance or illuminance at the display measurement position can be determined by a white diffuse reflectance standard with a known spectral reflectance factor or photopically weighted (or luminous) reflectance factor. The white diffuse reflectance standard shall be placed at the same measurement position as the display, which may require the display to be moved away for the measurement of the white diffuse reflectance standard. The white diffuse reflectance standard must be calibrated at the same source-detector geometry as the display measurement. For photometric measurements, the white diffuse reflectance standard shall be calibrated with the same source spectral distribution that is to be used for the contrast calculation. The type of light source used, and its correlated colour temperature, shall be noted in the ambient performance report.
- d) The illuminance across the display measurement area shall vary less than $\pm 5\%$ from the average.



NOTE The display may also be rotated 90° with the light source in the horizontal plane.

Figure 3 – Directional source measurement geometry using an isolated source

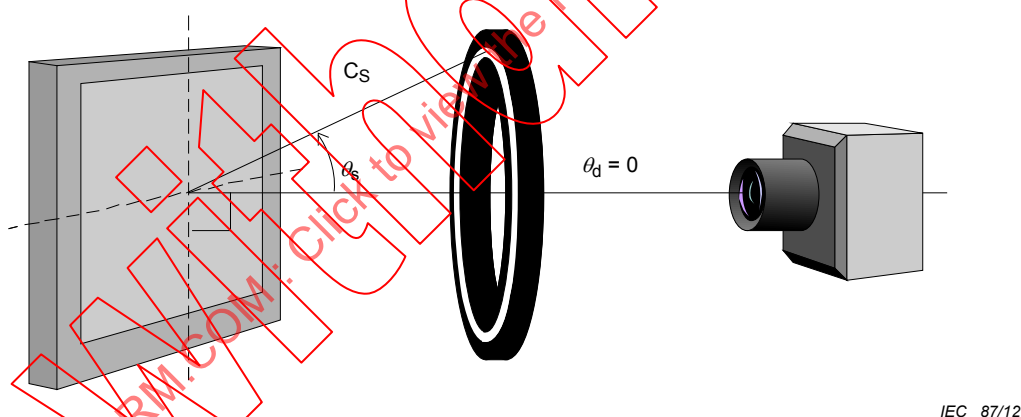


Figure 4 – Directional source measurement geometry using a ring light source

5.3 Standard setup conditions

5.3.1 General

Standard setup conditions are given below. Any deviations from these conditions shall be noted in the ambient performance report.

5.3.2 Adjustment of OLED display modules

The display luminance, contrast ratio, correlated colour temperature of the white point and other relevant parameters shall to be adjusted to nominal values, and shall be noted in detail on the ambient performance report. For a full colour display, white colour chromaticity shall also be adjusted to the nominal product design values. When there is no level specified, the maximum contrast or luminance level shall be used and the settings noted in the ambient performance report. These adjustments shall be held constant for all measurements, unless stated otherwise.

5.3.3 Starting conditions of measurements

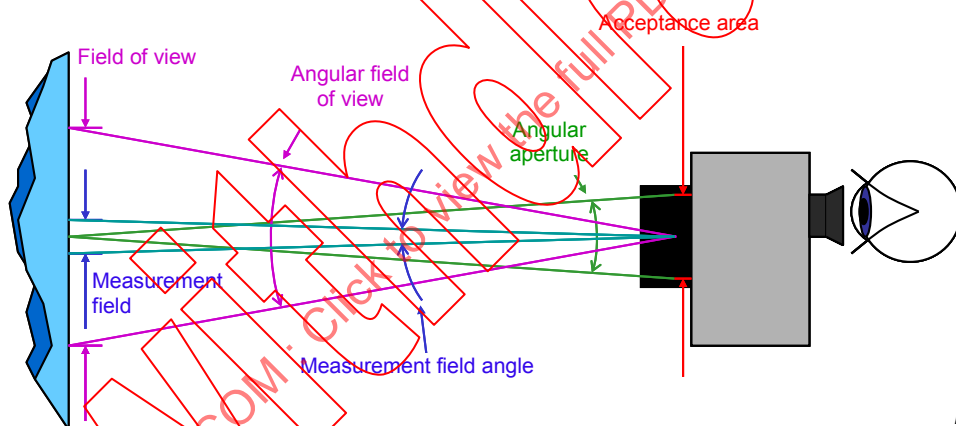
Measurements shall be started after the OLED display modules and measuring instruments achieve stability. Sufficient warm-up time has to be allowed for the OLED display modules to reach a luminance stability level of less than $\pm 5\%$ over the entire measurement for a given display image.

5.3.4 Conditions of measuring equipment

- a) The standard measurement setup is shown in Figure 5. The LMD must be a luminance meter, or a spectroradiometer capable of measuring spectral radiance over at least the 380 nm to 780 nm wavelength range, with a maximum bandwidth of 10 nm for smooth broadband spectra. For light sources that have sharp spectral features, like LEDs and fluorescent lamps, the maximum bandwidth shall be ≤ 5 nm. The spectral bandwidth of the spectroradiometer shall be an integer multiple of the sampling interval. For example, a 5 nm sampling interval can be used for a 5 nm or 10 nm bandwidth.

Care shall be taken to ensure that the device has enough sensitivity and dynamic range to perform the required task. The measured LMD signal shall be at least ten times greater than the dark level of the LMD.

- b) The light-measuring device shall be focused on the image plane of the display and aligned perpendicular to its surface, unless stated otherwise.
- c) The relative uncertainty and repeatability of all the measuring devices shall be maintained by following the instrument supplier's recommended calibration schedule.



IEC 88/12

Figure 5 – Layout diagram of measurement set up

- d) The LMD integration time shall be an integer number of frame periods, synchronized to the frame rate, or the integration time shall be greater than two hundred frame periods.
- e) When measuring matrix displays, the light measuring devices shall be set to a measurement field that includes more than 500 pixels. If smaller measurement areas are necessary, equivalence to 500 pixels shall be confirmed.
- f) The standard measuring distance I_{x0} is $2,5 \times V$ (for $V \geq 20$ cm) or 50 cm (for $V < 20$ cm), where V is the height of the display active area, or the shorter dimension of the active area. The measuring distance shall be noted in the ambient performance report.
- g) The angular aperture shall be less than or equal to 5° , and measurement field angle shall be less than or equal to 2° (Figure 5). The measuring distance and the aperture angle may be adjusted to achieve a measuring field greater than 500 pixels if setting the above aperture angle is difficult.
- h) Display modules shall be operated at their design field frequency. When using separate driving signal equipment to operate a panel, the drive conditions shall be noted in the ambient performance report.

6 Visual inspection of static images

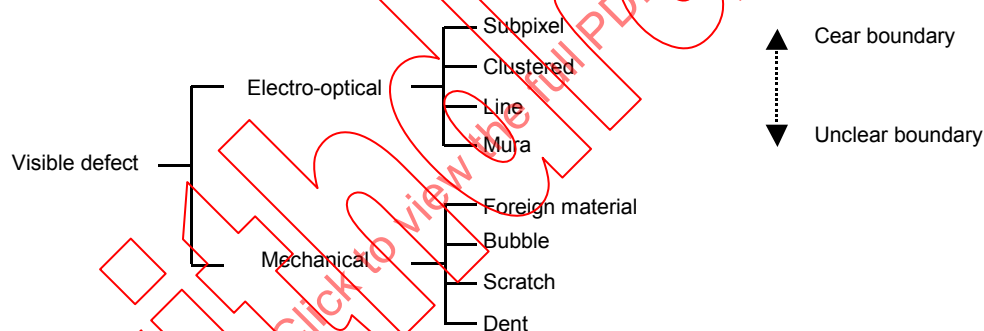
6.1 General

In recent years, efforts have been made to utilize automated machine vision inspection as a means of detecting visual defects, but at this time a rigorous system to connect the human physiological response to measured quantities is not complete for all classes of defects. Therefore, human visual inspection and comparison against limit samples remains the most universal system for grading and classification of visual defects. For purposes of communicating failure modes and setting specification criteria a standard classification scheme and measurement method for visual inspection of OLED display panels and modules is needed.

6.2 Classification of visible defects

6.2.1 Classification scheme

To aid in communicating and specifying visual defects, as well as in determining failure modes, it is useful to specify a classification scheme for visual defects. Figure 6 depicts a classification scheme. There are two general types of defects: those that depend on the electro-optical response and those that are mechanical in origin. Electro-optical defects are ordered from top to bottom based on the clarity of the defect edge typically observed. Mechanical defects generally originate from process damage or contamination.

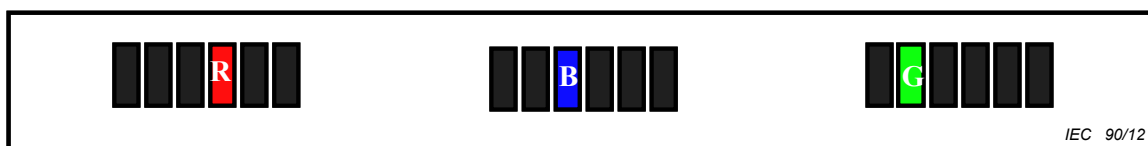


IEC 89/12

Figure 6 – Classification of visible defects

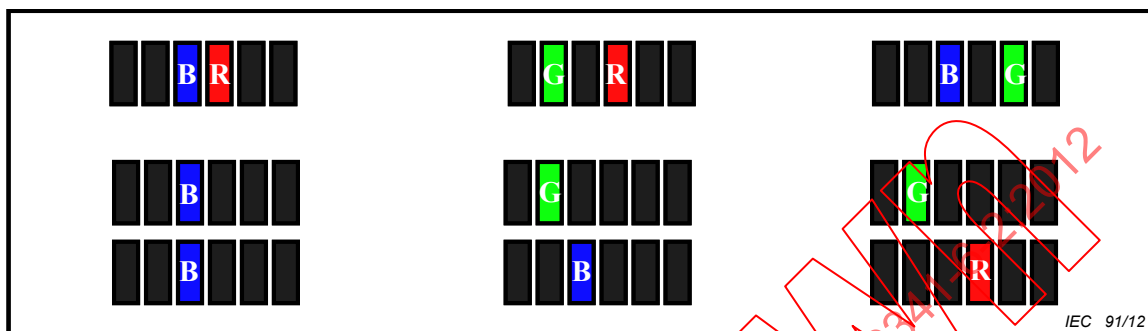
6.2.2 Reference examples for subpixel defects

Figure 7a provides an example of one subpixel bright defect of red, green and blue, respectively. It should be understood that the defect designations described here apply to other subpixel arrangements that may be contemplated (for example inclusion of a white subpixel). Figure 7b shows examples of two adjacent bright subpixel defects connected or disconnected in horizontal and vertical orientation. Figure 7c shows examples of three adjacent bright subpixel defects connected in horizontal and vertical orientations.



IEC 90/12

Figure 7a – Single bright subpixel defect



IEC 91/12

Figure 7b – Two adjacent bright subpixel defects



IEC 92/12

Figure 7c – Three adjacent bright subpixel defects

Figure 7 – Bright subpixel defects

If multiple subpixel defects are a specified distance apart, they are classified as individual subpixel defects. If they occur within a specified distance they are classified as a close (or cluster) subpixel defect. Figures 8a and 8b depict the criteria for classifying bright and dark subpixel defects respectively, located within a minimum specified distance d as close subpixel defects. Note that the specified distance d applies to the separation between subpixels along any direction.

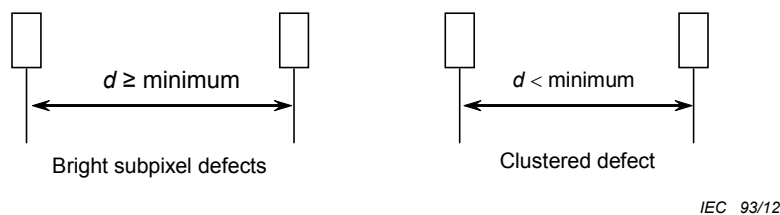


Figure 8a – Bright subpixel criteria for clustered defect classification

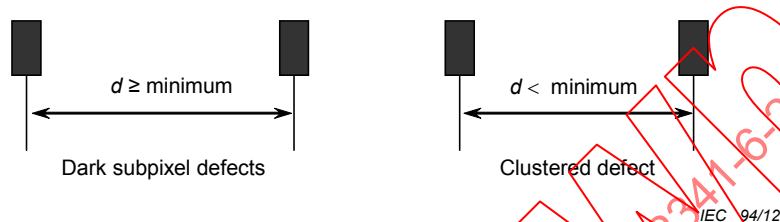
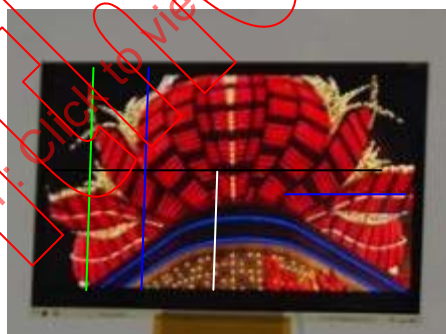


Figure 8b – Dark subpixel to dark subpixel

Figure 8 – Criteria for classifying bright and dark subpixel defects

6.2.3 Reference example for line defects

Line defects are evident as horizontal or vertical bright or dark lines extending partially or fully across the image and typically result from electrical shorts or disconnects. Figure 9 depicts an image with several bright and dark line defects.



IEC 95/12

Figure 9 – Bright and dark line defects

6.2.4 Reference example for mura defects

Mura defects comprise regions of luminance and colour non-uniformity that generally vary more gradually than subpixel level defects. The visibility of such defects is strongly dependent on the length scale of the defect as well as the local peak-to-peak luminance variation. Such features are visible for luminance variations as low as 1 % to 2 %. Typically the minimum width or height of such features is ~ 0,5 mm to 2 mm.

An example of a line mura defect resulting from non-uniform TFT characteristics for an OLED driven by an LTPS backplane is illustrated in Figure 10. Non-uniform lines run across the display when an image of a uniform white background is rendered on the display.



Figure 10 – Sample image of line mura defect associated with TFT non-uniformity

Non-uniform luminance variations with limited extent in both width and height are classified as spot mura. An example of a spot mura is illustrated in Figure 11. Line mura or spot mura defects that exhibit a non-uniformity in colour as well as luminance are classified as colour mura.

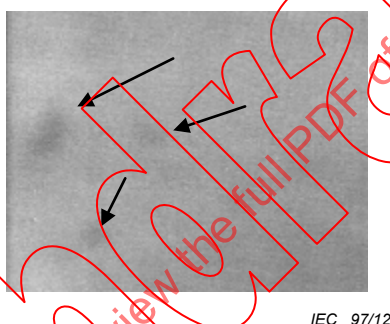


Figure 11 – Example of spot mura defect in a grey background

6.3 Visual inspection method and criteria

6.3.1 Standard inspection conditions

6.3.1.1 Environmental conditions

Unless stated otherwise, the standard environmental conditions for visual inspection will be used.

6.3.1.2 Ambient lighting conditions for visual inspection

Unless stated otherwise, the standard ambient lighting conditions for visual inspection shall be used. Any deviation from these conditions shall be noted in the visual inspection report.

It is recognized that specific ambient lighting conditions may depend on the inspection purpose or intended application use for the OLED display panels or modules even though such conditions may not be optimal for inspector comfort or sensitivity to defects. Any deviation from the standard room lighting conditions shall be noted in the visual inspection report and shall include measurement of the illuminance normal to the display surface, average ambient illuminance of the inspector work area (as described in 5.2.2.1) and any other details relevant to the application environment such as the use of a dark room environment or direct illumination sources.

Lighting conditions shall be maintained during the inspector's session and from inspector to inspector. Inspectors should be adapted to the lighting conditions for a period of 10 min prior to beginning an inspection session.

6.3.1.3 Visual conditions

6.3.1.3.1 Viewing direction

Visual inspection shall be conducted nominally viewing the display at normal incidence unless otherwise stated.

6.3.1.3.2 Viewing distance

The distance between OLED display panel or module and inspector's eyes shall be noted in the visual inspection report. Visual acuity of 1,0 corresponds to an ability of the inspector to resolve features of 0,3 mrad (1 arcmin) spacing. An optimal viewing distance, D_{opt} corresponding to twice the distance at which individual subpixels are resolved is recommended $D_{opt} = 2 \times L / 0,3 \text{ mrad}$, where L is the horizontal distance between subpixels. For example, a 2.2" (56 mm) diagonal QVGA (320 × 240) display with ~50 µm subpixel width is recommended to be viewed at 330 mm. For a 37" (940 mm) diagonal full HD display (1 920 × 1 080) with 140 µm subpixel width, the recommended viewing distance is 950 mm. The minimum viewing distance shall be 300 mm.

6.3.1.4 Human inspection

The inspector shall have normal colour vision and visual acuity (corrected to) $\geq 1,0$ in decimal notation as determined by a qualified eye care professional or physician using methods consistent with those defined by the International Council on Ophthalmology.[9,10]. For colour vision, the Ishihara test is recommended and for visual acuity the Snellen test or Landolt C test is recommended.

6.3.1.5 Electrical driving condition

6.3.1.5.1 Driving condition of OLED display panels or modules

Value of driving voltage shall be supplied on specification of OLED display panels or modules.

6.3.1.5.2 Test pattern

The test patterns to be used for visual inspection shall include full screen patterns with 0 %, 10 % to 30 %, and 100 % grey level depending on application requirements. Test patterns for single colour channels or monochrome displays shall include full screen patterns of all colour subpixels or dots (e.g. red, green, blue, or white) with 0 %, 10 % to 30 %, and 100 % grey level for each respective colour channel depending on application requirements. The grey level of the full screen pattern shall be specified in the detailed specification.

6.3.2 Standard inspection method

6.3.2.1 Set up the inspection equipment and OLED display panels or modules

DUT will be installed on fixture rotating the horizontal and vertical viewing angle. Turn on direct current power supply and pattern generator. Supply the driving current and pattern to OLED display panel or module as specified for each defect inspection.

The area surrounding the display subtending an angle of 70 ° from the point of the observer shall be made of a light absorbing diffuse material to control ambient light scattering into the visual field of the observer as shown in Figure 12.

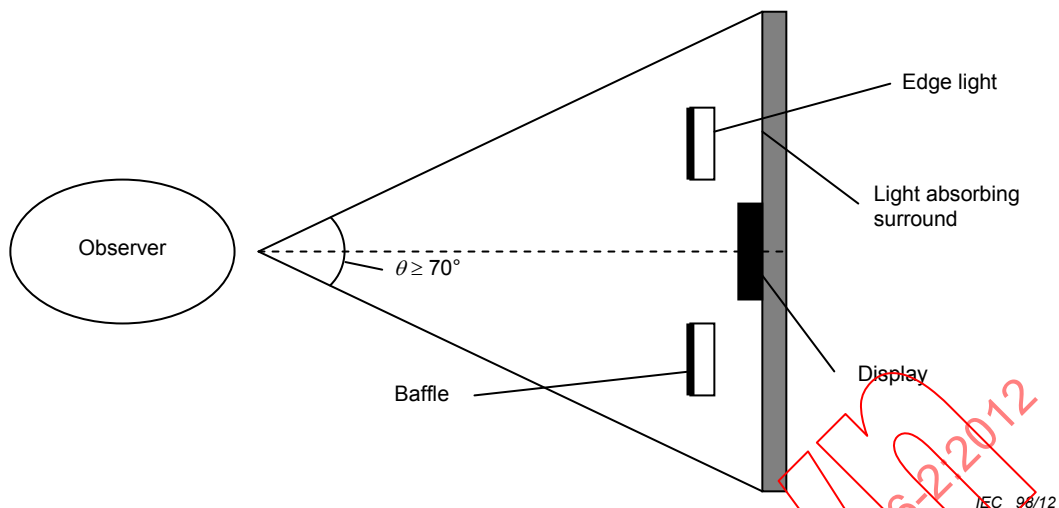


Figure 12 – Setup condition for visual inspection of electro-optical visual defects

6.3.2.2 Inspection method for electro-optic defects

A full screen black test pattern (0 % grey level, display in turned-on state) is applied to inspect for bright subpixel defects.

A full-screen test pattern of between 10 % and 30 % grey level is applied to inspect for mura defects. A grey level of 10 % shall be used unless otherwise specified in the detailed specification. The luminance level shall be recorded in the visual inspection report. Observed defects shall be compared against limit samples.

A test pattern of full screen white (100 % grey level) is applied to inspect for dark subpixel defects.

For colour displays, and if specified in the detailed specification, test patterns for individual colour channels may be applied to inspect for and clarify the nature of subpixel and mura defects.

Observed defects shall be recorded in the visual inspection report.

6.3.2.3 Inspection method for mechanical defects

Side illumination of the display using edge lighting (as shown in Figure 12) with an average illuminance of > 500 lx over the display area, measured normal to the display surface over the area of the display, is the preferred condition for inspection of mechanical defects. Inspection of mechanical defects shall be conducted over a wide range of viewing directions. Care shall be taken to block direct viewing of the light source by the inspector.

Two test patterns shall be applied for mechanical defect inspection: a full screen black signal (0 % grey level) to detect visible defects in films and coatings which scatter incident light and a full screen white signal (100 % grey level) to detect mechanical defects that occlude a portion of the display area. For the full screen white pattern, edge lighting shall be turned off.

The inspector shall record observations and classification of mechanical defects in the visual inspection report.

6.3.2.4 Inspector and limit sample for visual inspection

Inspector shall be periodically trained by a qualified person with a document of specified procedures and limit samples for visual inspection. Limit samples shall be maintained by a qualified person to ensure effectiveness.

6.3.2.5 Inspection and record of result

Inspector shall record the results of each test in the visual inspection report.

6.3.3 Inspection criteria

6.3.3.1 Bright subpixel defects

The maximum number of each bright defect shall be specified in specification.

Partial subpixel (any colour) -----Specified in the detail specification

Subpixel (any colour) -----Specified in detail specification

Clustered subpixels -----Specified in detail specification

Total number of bright subpixels ----- Specified in detail specification

6.3.3.2 Dark subpixel defects

The maximum number of each dark defect shall be specified in specification.

Partial subpixel (any colour) -----Specified in the detail specification

Subpixel (any colour) -----Specified in detail specification

Clustered subpixels -----Specified in detail specification

Total number of dark subpixels -----Specified in detail specification

6.3.3.3 Unstable subpixel

All kinds of unstable subpixel defects are not allowed.

6.3.3.4 Bright line defect

All kinds of bright line defects such as vertical, horizontal or cross are not allowed.

6.3.3.5 Dark line defect

All kinds of dark line defects such as vertical, horizontal or cross are not allowed.

6.3.3.6 Mura

A limit sample providing a variation in luminance or colour representative of various classifications of mura defects provides a reference for acceptable mura defects. The limit sample shall exhibit the same average luminance as the DUT within $\pm 20\%$. Colour mura limit samples shall exhibit the same chromaticity coordinates averaged over the display area as the DUT within $\Delta u'v' < 0,006$ as defined in CIE 15. All kinds of mura defects exceeding the limit sample shall be recorded in the visual inspection report.

6.3.3.7 Mechanical defects

The scratch, dent, foreign material, and bubble defect criteria are defined in Table 1 and Figure 13. The symbol of "a" and "b" indicates the major and minor axis of the defect.

Table 1 – Definitions for type of scratch and dent defects

Defect		Criteria
Scratches	Linear ($a > 2b$)	minimum $\leq$ width [mm] $\leq$ maximum, minimum $\leq$ length [mm] $\leq$ maximum, N(number of defects) $\leq$ maximum
Dent	Elliptical ($a \leq 2b$)	minimum $\leq$ average diameter, $(a+b)/2$ [mm] $\leq$ maximum, N(number of defects) $\leq$ maximum
Foreign materials		minimum $\leq$ a(major axis)[mm] $\leq$ maximum, N(number of defects) $\leq$ maximum
Bubble		minimum $\leq$ a(major axis)[mm] $\leq$ maximum, N(number of defects) $\leq$ maximum
NOTE 1 Extraneous substances which can be wiped off, like finger prints, particles, etc. are not considered as a defect.		
NOTE 2 Defects which are on the black matrix (outside of Active Area) are not considered defects.		

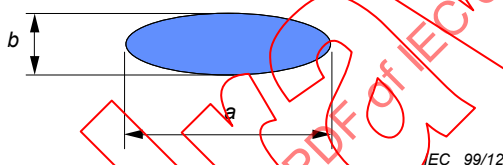


Figure 13 – Shape of scratch and dent defect

7 Electro-optical measuring methods under ambient illumination

7.1 Reflection measurements

7.1.1 Purpose

The purpose of this method is to measure the reflection properties of an OLED display module under defined indoor or daylight illumination conditions. If the OLED exhibits significant PL, the PL will also be incorporated into the reflection coefficient. In that case, this measuring method is still valid when the same illumination spectral distribution is used to calculate the ambient contrast ratio and colour.

7.1.2 Measuring conditions

a) Apparatus:

A driving power source; driving signal equipment; integrating sphere, sampling sphere, or hemisphere; and directional light source. For spectral measurements, a spectroradiometer that can measure luminance and spectral radiance is needed; and a white diffuse reflectance standard with known hemispherical diffuse spectral reflectance factor and directed spectral reflectance factor calibrated for the intended measurement geometry. For photometric measurements, a detector is required that can measure luminance; and a white diffuse reflectance standard is required with known luminous hemispherical diffuse reflectance factor and directed reflectance factor calibrated for the intended measurement geometry and source spectra.

b) Illuminance condition:

The standard ambient illumination conditions for an indoor room and clear sky daylight shall be used. Additional illumination conditions may also be used, depending on the application.

- c) Except for the standard ambient illumination conditions, all other conditions are the standard conditions.

7.1.3 Measuring the hemispherical diffuse reflectance factor

- a) Place the display in an integrating sphere or sampling sphere, as indicated in Figure 2. Turn ON the integrating sphere or sampling sphere hemispherical diffuse illumination to the desired CCT. Allow the light source to stabilize.

NOTE 1 Any change in sphere illuminance can be monitored by a photopic detector attached to the sphere.

- b) Set the test input signal to the display to generate a full white screen (100 % grey level). For natural static image and video applications, a 4 % area window at a 100 % grey level may also be used to characterize the contrast ratio, or a variety of display colours can be measured with the 4 % window to determine the colour gamut. The 4 % window shall be 1/5 the width and height dimensions of the active area, and located in the centre of the display. A contrast ratio measured with a small area window will be referred to as a highlight contrast ratio. The ambient performance report shall note when a highlight measurement is used.
- c) Align the LMD through the measurement port, focused at the centre of the display, and at an 8 ° to 10 ° angle to the display surface normal. Turn room lights OFF. Measure the spectral radiance $L_{W,hemi-ON}(\lambda)$ or luminance $L_{W,hemi-ON}$ at the centre of the white pattern with the hemispherical surround ON. For spectral measurements, the white display luminance $L_{W,hemi-ON}$ can be calculated using Equation (1).

$$L = 683 \int_{\lambda} L(\lambda) V(\lambda) d\lambda \quad (1)$$

where $V(\lambda)$ is the photopic luminous efficiency function as defined in publication CIE 15.

NOTE 2 In this document, spectral measurements like spectral radiance will be specifically identified by its wavelength dependence (e.g. $L_{W,hemi-ON}(\lambda)$), whereas its photometric equivalent luminance will have no explicit wavelength dependence (e.g. $L_{W,hemi-ON}$).

- d) Align the LMD to the centre of the calibrated white diffuse reflectance standard and measure its spectral radiance $S_{W,hemi-ON}(\lambda)$ or luminance $S_{W,hemi-ON}$ with the hemispherical surround ON and the display in its white state. For the sampling sphere case, the $S_{W,hemi-ON}(\lambda)$ or $S_{W,hemi-ON}$ is the spectral radiance and luminance, respectively, measured from the sphere wall adjacent to the sample port.
- e) Align the LMD to the centre of the display. Set the display to a 0 % grey level and measure the black screen spectral radiance $L_{K,hemi-ON}(\lambda)$ or luminance $L_{K,hemi-ON}$ in the centre of the display with the diffuse surround ON.
- f) Align the LMD to the centre of the calibrated white diffuse reflectance standard and measure its spectral radiance $S_{K,hemi-ON}(\lambda)$ or luminance $S_{K,hemi-ON}$ with the surround ON and the display in its black state.
- g) Turn OFF the integrating sphere or sampling sphere hemispherical diffuse illumination. This may be accomplished by turning off the light source. If the sphere light is input by a portable source (like an optical fibre bundle), then the light can be turned OFF by disconnecting at the light source end so that the interior conditions and performance of the sphere are not changed.
- h) Align the LMD to the centre of the display. Set the display to a 0 % grey level and measure the black screen spectral radiance $L_{K,hemi-OFF}(\lambda)$ or luminance $L_{K,hemi-OFF}$ in the centre of the display with the diffuse surround OFF.
- i) Align the LMD to the centre of the calibrated white diffuse reflectance standard and measure its spectral radiance $S_{K,hemi-OFF}(\lambda)$ or luminance $S_{K,hemi-OFF}$ with the surround OFF and the display in its black state.
- j) Align the LMD to the centre of the display. Re-establish the prior white pattern at the 100 % grey level, allow the display emission to stabilize, and measure the white screen

spectral radiance $L_{W,hemi-OFF}(\lambda)$ or luminance $L_{W,hemi-OFF}$ in the centre of the display with the diffuse surround OFF.

- k) Align the LMD to the centre of the calibrated white diffuse reflectance standard and measure its spectral radiance $S_{W,hemi-OFF}(\lambda)$ or luminance $S_{W,hemi-OFF}$ with the surround OFF and the display in its white state.
- l) Calculate the hemispherical diffuse spectral reflectance factor $R_W(\lambda)$, or luminous hemispherical diffuse reflectance R_W , of the white display pattern at the 100 % grey level for the measured illumination/detection geometry.

For spectral measurements, the following relation is used:

$$R_{W,hemi}(\lambda) = R_{std,hemi}(\lambda) \frac{L_{W,hemi-ON}(\lambda) - L_{W,hemi-OFF}(\lambda)}{S_{W,hemi-ON}(\lambda) - S_{W,hemi-OFF}(\lambda)} \quad (2)$$

where $R_{std,hemi}(\lambda)$ is the known hemispherical spectral reflectance factor for the white diffuse reflectance standard, or sampling sphere wall, in the same geometry. The luminous hemispherical diffuse reflectance factor $R_{W,hemi}$ of a display at 100 % grey level at the desired hemispherical diffuse illumination spectra is determined using the spectral reflectance factor $R_{W,hemi}(\lambda)$ in the following equation:

$$R_{W,hemi} = \frac{\int R_{W,hemi}(\lambda) E(\lambda) V(\lambda) d\lambda}{\int E(\lambda) V(\lambda) d\lambda} \quad (3)$$

where $E(\lambda)$ is the relative spectral distribution of the desired illumination. The spectral distributions of CIE Illuminant A, lamp FL1, D65, D50 and D75 tabulated in CIE 15 shall be used. If additional daylight illuminants are desired, the following relation from CIE 15 shall be used:

$$E(\lambda) = E_0(\lambda) + M_1 E_1(\lambda) + M_2 E_2(\lambda) \quad (4)$$

where the E_0 , E_1 , and E_2 eigenfunctions are tabulated in CIE 15, and M_1 and M_2 are eigenvalues defined in the same document. For example, M_1 and M_2 are given in Table 2 for the case of D50 and D75.

Table 2 – Eigenvalues M_1 and M_2 for CIE Daylight Illuminants D50 and D75

Eigenvalues	Correlated colour temperature	
	5 000K	7 500K
M_1	-1,0401	0,14358
M_2	0,36666	-0,75993

For luminance measurements, the photometric equivalent of Equation (2) is used:

$$R_{W,hemi} = R_{std,hemi} \frac{L_{W,hemi-ON} - L_{W,hemi-OFF}}{S_{W,hemi-ON} - S_{W,hemi-OFF}} \quad (5)$$

However, the luminous hemispherical diffuse reflectance factor $R_{W,hemi}$ of the display with a white screen, and the white diffuse reflectance standard $R_{std,hemi}$, shall only be used for hemispherical diffuse light sources with the same geometry and spectral distribution as that used in this measurement. Therefore, any ambient contrast ratio or colour calculation using the luminous hemispherical diffuse reflectance factor $R_{W,hemi}$ determined by the photometric method in Equation (5) is only valid for light sources with similar spectra and geometry.

NOTE 3 To ensure measurement integrity, the reflected component of the sphere illumination shall be much greater than the display emission (i.e. $L_{W,hemi-ON}(\lambda) \gg L_{W,hemi-OFF}(\lambda)$). The same applies for the photometric equivalents in Equation (5).

- m) Calculate the hemispherical diffuse spectral reflectance factor $R_{K,hemi}(\lambda)$, or luminous hemispherical diffuse reflectance factor $R_{K,hemi}$, of the black screen display at the 0 % grey level for the measured illumination/detection geometry.

For spectral measurements, the following relation is used:

$$R_{K,hemi}(\lambda) = R_{std,hemi}(\lambda) \frac{[L_{K,hemi-ON}(\lambda) - L_{K,hemi-OFF}(\lambda)]}{[S_{K,hemi-ON}(\lambda) - S_{K,hemi-OFF}(\lambda)]} \quad (6)$$

The luminous hemispherical diffuse reflectance factor $R_{K,hemi}$ of a display at 0 % grey level at the desired hemispherical diffuse illumination spectra is determined following the same form as Equations (3) and (4).

For luminance measurements, the photometric equivalent of Equation (6) is used:

$$R_{K,hemi} = R_{std,hemi} \frac{[L_{K,hemi-ON} - L_{K,hemi-OFF}]}{[S_{K,hemi-ON} - S_{K,hemi-OFF}]} \quad (7)$$

When the photometric method is used to determine $R_{K,hemi}$ via Equation (7), its use in the calculation of ambient contrast is only valid for light sources with similar spectra and geometry as that used in this measurement.

- n) Record the CCT of the display test illumination, the test configuration, $R_{K,hemi}$, $R_{W,hemi}$, and the illuminance $E_{K,hemi-ON}$ on the white diffuse reflectance standard with the display in its black state in the ambient performance report. For spectral measurements, the value of $E_{K,hemi-ON}$ is determined by using $S_{K,hemi-ON}(\lambda)$ in the following general equation:

$$E(\lambda) = \frac{\pi S(\lambda)}{R(\lambda)} \quad (8)$$

where $R(\lambda) = R_{std,hemi}(\lambda)$ in this case.

The illuminance E_V can be obtained from the spectral irradiance $E(\lambda)$ by

$$E_V = 683 \int_{\lambda} E(\lambda) V(\lambda) d\lambda \quad (9)$$

For luminance measurements, the illuminance $E_{K,hemi-ON}$ is obtained by the photometric equivalent of Equation (8) using the white standard luminance $S_{K,hemi-ON}$.

The colour temperature, illumination levels, detector parameters (incident angle, measurement field angle, and distance to sample) and illumination source geometry used in the measurements shall be recorded in the ambient performance report.

7.1.4 Measuring the reflectance factor for a directed light source

- a) Align the LMD perpendicular to the display. Measure the spectral radiance $L_K(\lambda)$ or luminance L_K in the centre of the display at the 0 % grey level for a full black screen under dark room conditions. For spectral measurements, the black screen luminance L_K can be calculated using Equation (1).
- b) Set the test input signal to the display to generate a full white screen (100 % grey level). For natural static image and video applications, a 4 % area window at a 100 % grey level may also be used to characterize the highlight contrast ratio. The 4 % window shall be 1/5 the width and height dimensions of the active area, and located in the centre of the display. The ambient performance report shall note when a highlight measurement is used. Measure the spectral radiance $L_W(\lambda)$, or luminance L_W , at the centre of the white pattern

under dark room conditions. For spectral measurements, the white display luminance L_W can be calculated using Equation (1).

- c) Position the directed source in the geometry defined for indoor or daylight illumination conditions. In general, the isolated directed source geometry shall be used, unless the display exhibits strong matrix scatter. Turn ON the directed light source at the desired CCT, and wait for the light source to stabilize. Adjust the source intensity so that the light reflected off the display produces a strong signal at the LMD. Remove the display and place the white diffuse reflectance standard in the same measurement plane of the LMD.
- d) Measure the spectral radiance $S_{W,dir}(\lambda)$ or luminance $S_{W,dir}$ from the calibrated white diffuse reflectance standard. For spectral measurements, the spectral irradiance $E_{W,dir}(\lambda)$ on the white diffuse reflectance standard and display can be determined by using Equation (8), with $E(\lambda) = E_{W,dir}(\lambda)$, $S(\lambda) = S_{W,dir}(\lambda)$, and where $R(\lambda) = R_{std,dir}(\lambda)$ is the known spectral reflectance factor for the white diffuse reflectance standard in the same geometry. The display illuminance $E_{W,dir}$ can be calculated using Equation (9). For photometric measurements, an analogous relation to Equation (8) is used to calculate the illuminance $E_{W,dir}$.
- e) Replace the display at the LMD measurement plane, and re-establish the prior white pattern at the 100 % grey level. Measure the spectral radiance $L_{W,dir}(\lambda)$ or the luminance $L_{W,dir}$ from the centre of the emitting display with directed source illumination ON. For spectral measurements, the luminance $L_{W,dir}$ from the display with direct illumination can be calculated using Equation (1).

NOTE 1 To ensure measurement integrity, the display ambient spectral radiance with directed source ON will be much greater than the display spectral radiance in a dark room (i.e. $L_{W,dir}(\lambda) \gg L_W(\lambda)$). The same applies for the photometric equivalents.

- f) Calculate the spectral reflectance factor $R_{W,dir}(\lambda)$, or luminous reflectance factor $R_{W,dir}$, of the white display pattern at the 100 % grey level with directed illumination for the measured illumination/detection geometry.

For spectral measurements, the spectral reflectance factor $R_{W,dir}(\lambda)$ is determined using the following equation [2]:

$$R_{W,dir}(\lambda) = \pi \frac{L_{W,dir}(\lambda) - L_W(\lambda)}{E_{W,dir}(\lambda)} \quad (10)$$

The following equation shall be used to calculate the luminous reflectance factor $R_{W,dir}$ for a white display pattern with directional illumination having the desired spectral distribution:

$$R_{W,dir} = \frac{\int_{\lambda} R_{W,dir}(\lambda) E(\lambda) V(\lambda) d\lambda}{\int_{\lambda} E(\lambda) V(\lambda) d\lambda} \quad (11)$$

where $E(\lambda)$ is the relative spectral distribution for the desired illumination spectra. For indoor contrast ratio measurements, the same source spectra shall be used in this calculation as for the hemispherical diffuse reflectance factor (Equation (3)). When calculating the outdoor ambient contrast ratio, CIE Illuminant D50 shall be used for $E(\lambda)$ following Equation (4).

For photometric measurements, an analogous relation to Equation (10) is used:

$$R_{W,dir} = \pi \frac{L_{W,dir} - L_W}{E_{W,dir}} \quad (12)$$

NOTE 2 The luminous reflectance factor in Equation (12) will only be used to calculate the ambient contrast of the same source spectra and geometry as that used in the measurement.

- g) Set the display to a 0 % grey level and measure the black screen spectral radiance $L_{K,dir}(\lambda)$ or luminance $L_{K,dir}$ in the centre of the screen with direct illumination ON. For spectral measurements, the black screen luminance $L_{K,dir}$ with direct illumination ON can be calculated using Equation (1).
- h) Remove the display and place the white diffuse reflectance standard in the same measurement plane of the LMD. Measure the spectral radiance $S_{K,dir}(\lambda)$ or luminance $S_{K,dir}$ from the calibrated white diffuse reflectance standard. The illuminance $E_{K,dir}$ on the black screen is determined by using Equations (8) and (9). For photometric measurements, the illuminance $E_{K,dir}$ is determined by using the S_K measurement with the photometric equivalent of Equation (8).
- i) Calculate the spectral reflectance factor $R_{K,dir}(\lambda)$, or luminous reflectance factor $R_{K,dir}$, of the white display pattern at the 0 % grey level with directed illumination for the measured illumination/detection geometry.

For spectral measurements, the spectral reflectance factor $R_{K,dir}(\lambda)$ of the black screen with direct illumination is determined using the following relation:

$$R_{K,dir}(\lambda) = \pi \frac{L_{K,dir}(\lambda) - L_K(\lambda)}{E_{K,dir}(\lambda)} \quad (13)$$

The luminous reflectance factor $R_{K,dir}$ for a black field display with directional illumination having the desired spectral distribution $E(\lambda)$ shall be calculated following the method in Equation (11).

For photometric measurements, the analogous relation to Equation (12) is used to determine the reflectance factor of the black screen $R_{K,dir}$.

NOTE 3 The luminous reflectance factor $R_{K,dir}$ determined through photometric measurements will only be used to calculate the ambient contrast of the same source spectra and geometry as that used in the measurement.

- j) Record the CCT of the display test illumination, the test configuration, $R_{W,dir}$, $R_{K,dir}$, and the measured illumination level $E_{K,dir}$ in the ambient performance report.

The colour temperature, illumination levels, detector parameters (incident angle, measurement field angle, distance to sample) and illumination source parameters (incident angle, angular subtense, distance to sample, beam divergence) used in the measurements shall be recorded in the ambient performance report.

7.2 Ambient contrast ratio

7.2.1 Purpose

The purpose of this method is to determine the ambient contrast ratio of an OLED display module under defined indoor or daylight illumination conditions.

NOTE If the OLED exhibits significant PL, then the ambient contrast ratio calculation is only valid for the same illumination spectra and geometry used to measure the reflection coefficients.

7.2.2 Measuring conditions

- a) Apparatus:

A luminance meter or spectroradiometer that can measure luminance; driving power source; and driving signal equipment.

- b) Illuminance condition:

The standard ambient illumination conditions for an indoor room or clear sky daylight shall be used. Additional illumination conditions may also be used, depending on the application.

- c) Except for the standard ambient illumination conditions, all other conditions are the standard conditions.

7.2.3 Measuring method

The ambient contrast ratio is determined from reflection measurements of the display under hemispherical diffuse and directed source illumination conditions [2]. The measuring method for hemispherical diffuse reflectance factor and directed reflectance factor of the display for the required illumination spectra is defined in the previous sections. These reflection parameters are used to calculate the combined (emitted and reflected) luminance of a display with a black screen and white screen at the required illuminance levels. The ambient contrast ratio is the ratio of the combined white screen luminance to the combined black screen luminance.

Measure the black luminance L_K at the centre and perpendicular to the display at a 0 % grey level for a full black screen under dark room conditions. Set the test input signal to the display to generate a 100 % grey level over the full screen or 4 % window located in the centre of the display (depending on the intended application). Measure the white luminance L_W at the centre and perpendicular to the white display pattern under dark room conditions. Calculate the indoor room or daylight contrast ratio of a full white screen, or the highlight ambient contrast ratio with a 4 % window, using the following equation [2]:

$$ACR = \frac{\left(L_W + \frac{R_{W,hemi} E_{hemi}}{\pi} + \frac{R_{W,dir} E_{dir} \cos \theta_s}{\pi} \right)}{\left(L_K + \frac{R_{K,hemi} E_{hemi}}{\pi} + \frac{R_{K,dir} E_{dir} \cos \theta_s}{\pi} \right)} \quad (14)$$

where the default parameters are $E_{hemi} = 60 \text{ lx}$, $\theta_s = 35^\circ$, and $E_{dir} \cos \theta_s = 40 \text{ lx}$ for a TV viewing room; $E_{hemi} = 300 \text{ lx}$, $\theta_s = 35^\circ$, and $E_{dir} \cos \theta_s = 200 \text{ lx}$ for an office; and $E_{hemi} = 15\,000 \text{ lx}$, $\theta_s = 45^\circ$, and $E_{dir} \cos \theta_s = 65\,000 \text{ lx}$ for the outdoor daylight contrast ratio. If additional geometries or illuminance levels are used, they shall be noted in the ambient performance report. All values used to calculate the ambient contrast ratio shall be recorded in the ambient performance report.

7.3 Ambient display colour

7.3.1 Purpose

The purpose of this method is to measure the ambient colour of an OLED display module under defined daylight illumination conditions.

NOTE If the OLED exhibits significant PL, then the ambient display colour calculation is only valid for the same illumination spectra and geometry used to measure the reflection coefficients.

7.3.2 Measuring conditions

a) Apparatus:

A spectroradiometer that can measure spectral radiance; driving power source; and driving signal equipment.

b) Illuminance condition:

The standard ambient illumination conditions for clear sky daylight shall be used. Additional illumination conditions may also be used, depending on the application.

c) Except for the standard ambient illumination conditions, all other conditions are the standard conditions.

7.3.3 Measuring method

The chromaticity of a display under hemispherical diffuse and directed illumination conditions is a combination of the display's intrinsic light emission and reflected ambient light. The ambient chromaticity of a display at a given colour state (e.g. white, black, red, green, or blue

screen) under illumination conditions is determined by its equivalent ambient tristimulus values. These values can be obtained from dark room measurements at the desired colour state, and reflection measurements of the display under hemispherical diffuse and directed source illumination conditions at that colour. The measuring methods for the hemispherical diffuse spectral reflectance factor and directed spectral reflectance factor of the display are described in previous sections.

Measure the spectral radiance $L_Q(\lambda)$ at the centre and perpendicular to the display at the desired colour state Q (e.g. white screen) under dark room conditions. The total ambient spectral radiance $L_{Q,amb}(\lambda)$ measured by a detector perpendicular to the display, with reflections from the hemispherical diffuse and directional sources included, will be:

$$L_{Q,amb}(\lambda) = L_Q(\lambda) + \frac{R_{Q,hemi}(\lambda)E_{hemi}(\lambda)}{\pi} + \frac{R_{Q,dir}(\lambda)E_{dir}(\lambda)\cos\theta_s}{\pi} \quad (15)$$

where E_{hemi} and E_{dir} are the irradiance spectra for the standard hemispherical diffuse and directed sources, respectively. The relative irradiance spectra of CIE Illuminants D75 and D50 for daylight illumination are defined by Equation (4) and Table 2. $E_{hemi}(\lambda)$ and $E_{dir}(\lambda)$ are obtained by multiplying the relative spectra by an appropriate constant that would produce the default illumination levels are $E_{hemi} = 15000$ lx and $E_{dir}\cos\theta_s = 65000$ lx at $\theta_s = 45^\circ$ for outdoor daylight under clear sky conditions when integrated using Equation (9). The effective ambient tristimulus values of the display under these illumination conditions are:

$$X_{Q,amb} = 683 \int_{\lambda} L_{Q,amb}(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda \quad (16)$$

$$Y_{Q,amb} = 683 \int_{\lambda} L_{Q,amb}(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda \quad (17)$$

$$Z_{Q,amb} = 683 \int_{\lambda} L_{Q,amb}(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda \quad (18)$$

where $\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$, and $\bar{z}(\lambda)$ are the colour matching functions (see CIE 15). The ambient 1931 CIE x and y chromaticity coordinates of the emitting display at the desired colour state Q under the defined ambient illumination conditions are:

$$x_Q = \frac{X_{Q,amb}}{X_{Q,amb} + Y_{Q,amb} + Z_{Q,amb}} \quad (19)$$

$$y_Q = \frac{Y_{Q,amb}}{X_{Q,amb} + Y_{Q,amb} + Z_{Q,amb}} \quad (20)$$

7.4 Ambient colour gamut volume

7.4.1 Purpose

The purpose of this method is to measure the ambient colour gamut volume of an OLED display module under defined daylight illumination conditions. This colour gamut volume shall be compared to the IEC sRGB standard (IEC 61966-2-1) colour gamut volume with a D65 white point. This method is limited to OLED display modules with RGB primaries.

NOTE If the OLED exhibits significant PL, then the ambient colour gamut volume calculation is only valid for the same illumination spectra and geometry used to measure the reflection coefficients.

7.4.2 Measuring conditions

a) Apparatus:

A spectroradiometer that can measure spectral radiance; driving power source; and driving signal equipment. The signal equipment shall be used to deliver the appropriate analog or digital output signal to the OLED display module in order to produce the required colour test pattern.

b) Illuminance condition:

The standard ambient illumination conditions for clear sky daylight shall be used (see 5.2.2.2). Additional illumination conditions may also be used, depending on the application.

c) Except for the standard ambient illumination conditions, all other conditions are the standard conditions.

7.4.3 Measuring method

The ambient colour gamut volume will be calculated from the reflectance factor and tristimulus values measured for each displayed colour following the procedures in the previous sections. The measurements and calculations shall be consistently performed for a 4 % box window colour on a black background.

The ambient colour gamut will be represented by the span of display colours under the defined ambient lighting conditions contained within the measured CIELAB colour space. The volume of that colour space under ambient display illumination is determined by the following procedure:

- a) Apply a 4 % box window pattern, for at least 8 defined colours. The colours shall uniformly sample the display's colour capability. For example, a 3-primary display shall be measured for at least red, green, blue, cyan, yellow, magenta, black and 100 % grey level white (see Table 3). Each colour (except black) is displayed at its maximum signal level.
- b) The dark room spectral radiance and spectral reflectance factor shall be measured for each display colour, as discussed in the previous sections. If it can be shown that the spectral reflectance factor is invariant to the displayed colour at maximum signal level, then a common hemispherical diffuse or directional spectral reflectance factor can be used for all the colours at maximum signal level. The ambient tristimulus values for each display colour under the desired illumination conditions are calculated using Equations (16) to (18).

Table 3 – Example of minimum colours required for gamut volume calculation of a 3-primary 8-bit display

Colour	8-bit Signal Level (V)
Red	Red= 255, Green= 0, Blue= 0
Green	Red= 0, Green= 255, Blue= 0
Blue	Red= 0, Green= 0, Blue= 255
Yellow	Red= 255, Green= 255, Blue= 0
Magenta	Red= 255, Green= 0, Blue= 255
Cyan	Red= 0, Green= 255, Blue= 255
White	Red= 255, Green= 255, Blue= 255
Black	Red= 0, Green= 0, Blue= 0

- c) The normalized ambient tristimulus values which are calculated for all defined display colours and signal levels shall be transformed into the three-dimensional, CIELAB colour space (see publication CIE 15). Additional three-dimensional uniform colour spaces may also be used, and identified in the ambient performance report. Each colour point can be

plotted on the L^* , a^* , and b^* axes of the CIELAB colour space by referencing the peak white ambient tristimulus values ($X_{W,amb}$, $Y_{W,amb}$ and $Z_{W,amb}$) and using the following transformation equations:

$$L^* = 116 \times f(Y_{Q,amb} / Y_{W,amb}) - 16 \quad (21)$$

$$a^* = 500 \times [f(X_{Q,amb} / X_{W,amb}) - f(Y_{Q,amb} / Y_{W,amb})] \quad (22)$$

$$b^* = 200 \times [f(Y_{Q,amb} / Y_{W,amb}) - f(Z_{Q,amb} / Z_{W,amb})] \quad (23)$$

where

$$f(t) = \begin{cases} t^{1/3} & t > (6/29)^3 \\ \frac{1}{3} \left(\frac{29}{6}\right)^2 t + \frac{16}{116} & \text{otherwise} \end{cases} \quad (24)$$

An example of the ambient colour data in the CIELAB uniform colour space is given in Figure 14.

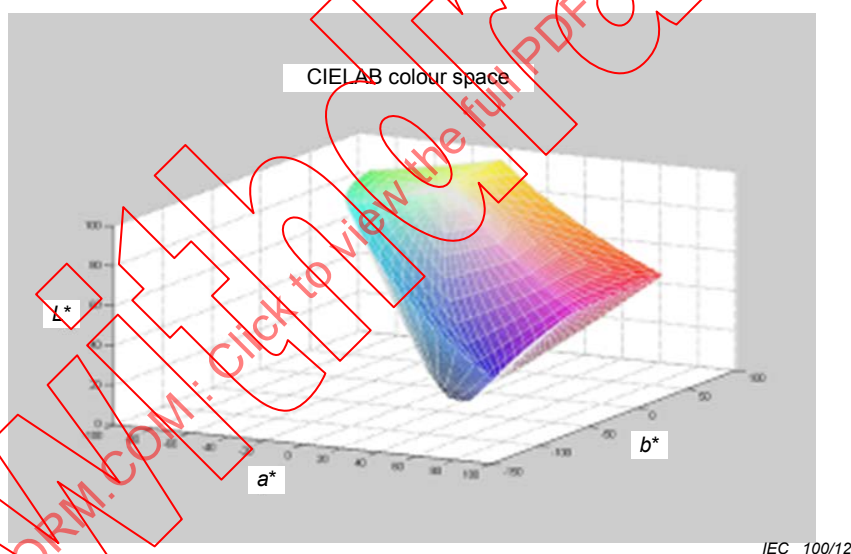


Figure 14 – An example of range in colours produced by a given display as represented by the CIELAB colour space

- d) Calculate the colour gamut volume corresponding to the possible range of ambient display colours as represented in the CIELAB colour space. See Annex B for a detailed description of the analysis recommended to calculate the colour gamut volume. Other gamut calculation methods may be used if they yield the same results as the reference method described in Annex B.

7.4.4 Reporting

The CIELAB colour gamut volume shall be reported in the ambient performance report along with the characteristics of the ambient illumination that were used. If additional colour spaces are used, they shall be reported as well. Report the spectral reflectance factors. The measured ambient tristimulus values shall all be reported as illustrated in Table 4. Table 4 shall indicate the original effective tristimulus values, i.e., shall not be normalized to 100. For each ambient illumination condition, a separate table is required. The CCT and white point, obtained by applying Equations (19) and (20) in the darkened room and ambient condition,

shall be reported in Table 5. The percent of colour gamut volume relative to the IEC sRGB standard colour space (IEC 61966-2-1) with a D65 white point shall be reported in a form described by Table 6.

Table 4 – Measured tristimulus values for the minimum set of colours (see Table 3) required for gamut volume calculation under the specified ambient illumination condition

Colour	$X_{Q,amb}$	$Y_{Q,amb}$	$Z_{Q,amb}$
Red			
Green			
Blue			
Yellow			
Magenta			
Cyan			
White			
Black			

Table 5 – Calculated white point in the darkened room and ambient condition

Colour	Surround	x	y	CCT
White	Dark room			
	Ambient condition			

Table 6 – Colour gamut volume in the CIELAB colour space

Colour Gamut Volume	
Ambient illumination	Percent relative to sRGB ($8,20 \times 10^5$)
Dark room	%
Clear sky daylight	%

Annex A (informative)

Measuring relative photoluminescence contribution from displays

A.1 Purpose

The purpose of this method is to estimate the relative amount of PL emitted by a display under illumination relative to the reflected component.

A.2 Measuring conditions

a) Apparatus:

A spectroradiometer that can measure spectral radiance over at least the 380 nm to 780 nm wavelength range; a spectrally tunable unpolarized light source capable of producing light from at least 380 nm to 780 nm. The tunable light source and detector shall be stable to $< 1\%$ over the time period of the measurement. The spectral bandwidth of the detector and light source shall not exceed 10 nm. The spectral bandwidth of the spectroradiometer shall be an integer multiple of the sampling interval.

b) Illuminance condition:

The standard ambient illumination conditions for clear sky daylight shall be used. The PL is assumed to be linear over the illuminance range of interest. Therefore, any illumination levels that provide a strong signal may be used. However, the results are only valid for the spectral distribution used in this measurement.

c) Except for the defined illumination sources, the measurements will be performed in a dark room with the display in the OFF or black state.

A.3 Measuring the bi-spectral photoluminescence of the display

- a) Place the display to be measured in the hemispherical diffuse or directional illumination geometry of interest (as defined in Clause 5). For simulating the affect of PL under standard daylight illumination, the directional source geometry is recommended as an initial test case.
- b) The spectroradiometer shall be focused on the display surface and centred on the active area.
- c) The tunable light source shall produce uniform illumination (within $\pm 5\%$) over the measurement field area of the display.
- d) The spectroradiometer shall measure the spectral radiance $L(\lambda, \lambda_{\text{ex}})$ for monochromatic source illumination $E_0(\lambda_{\text{ex}})$ at each wavelength λ_{ex} .
- e) Replace the display with a white diffuse reflection standard with known spectral reflectance factor $R_{\text{std}}(\lambda_{\text{ex}})$ for the illumination/detection geometry used. The reflection standard used shall not exhibit any PL over the wavelength range of interest.
- f) The spectroradiometer shall measure the reflected spectral radiance $S(\lambda, \lambda_{\text{ex}})$ for monochromatic source illumination $E_0(\lambda_{\text{ex}})$ at each wavelength λ_{ex} .

A.4 Determining relative PL contribution from display

- a) The spectral radiance $L_E(\lambda, \lambda_{\text{ex}})$ of the display spectra under the desired reference spectral irradiance $E(\lambda_{\text{ex}})$ at the same illumination/detection geometry can be calculated from the measured spectral radiance $L(\lambda, \lambda_{\text{ex}})$ at each illumination wavelength λ_{ex} using the relation below:

$$L_E(\lambda, \lambda_{ex}) = L(\lambda, \lambda_{ex}) \frac{E(\lambda_{ex}) R_{std}(\lambda_{ex})}{\pi S(\lambda_{ex}, \lambda_{ex})} \quad (A.1)$$

An example of the three dimensional representation of the scaled bi-spectral display response is given in Figure A.1.

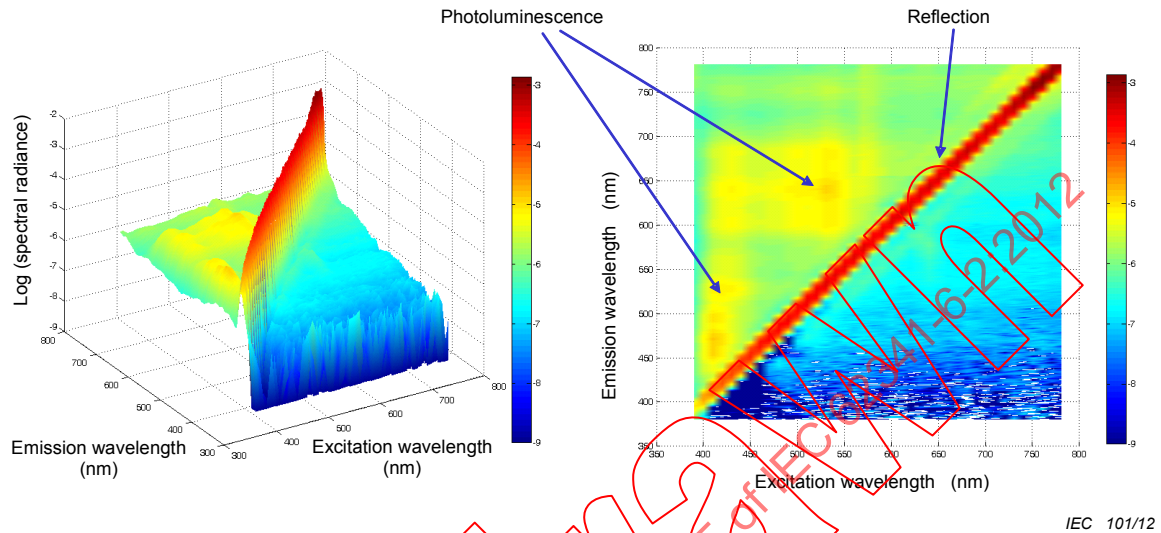


Figure A.1 – Scaled bi-spectral photoluminescence response from a display

The pure reflection signal does not exhibit a wavelength shift, and is represented by the red diagonal peak in Figure A.1. Since the PL will always be emitted at wavelengths longer than λ_{ex} , the PL contributions are confined to the upper diagonal elements in Figure A.1.

- b) The relative contribution of the PL can be estimated by decomposing the data in Figure A.1 into its PL component (the upper diagonal) and the reflection component (the peak along the diagonal) as shown in Figure A.2. The background noise shall be subtracted to improve the accuracy of the analysis.

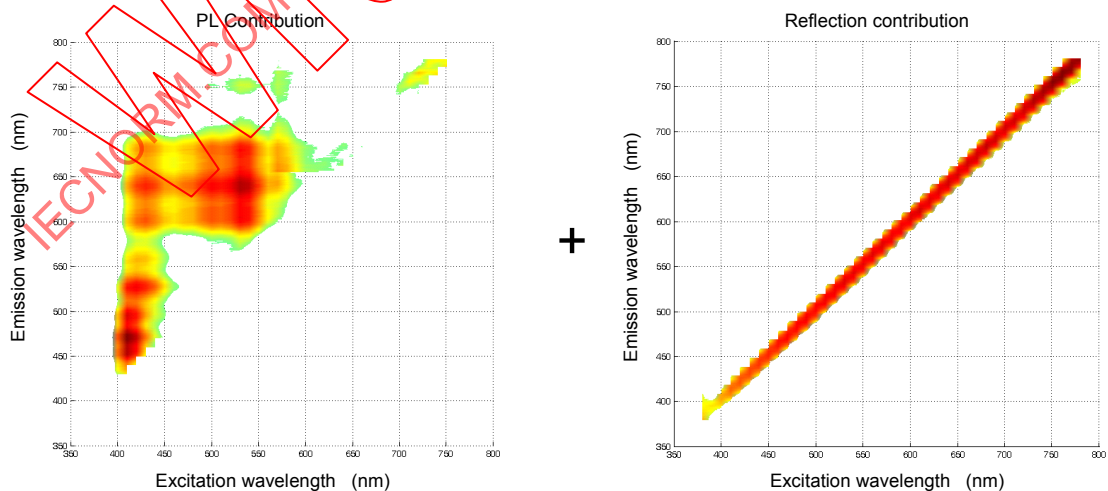


Figure A.2 – Decomposed bi-spectral photoluminescence response from a display

- c) If the display was illuminated with the entire illumination spectra $E(\lambda_{ex})$ at once, then the radiance contribution for the PL and reflected components can be calculated by integrating over the row elements in Figure A.2:

$$L_{PL}(\lambda) = \sum_{\lambda_{ex}} L_{PL,E}(\lambda, \lambda_{ex}) \quad \text{for } \lambda > \lambda_{ex} + \Delta\lambda / 2 \quad (\text{A.2})$$

and

$$L_{Ref}(\lambda) = \sum_{\lambda_{ex}} L_{Ref,E}(\lambda, \lambda_{ex}) \quad \text{for } \lambda \leq (\lambda_{ex} + \Delta\lambda/2) \text{ to } \lambda \geq (\lambda_{ex} - \Delta\lambda/2) \quad (\text{A.3})$$

where $\Delta\lambda$ is the bandwidth of the spectral radiance reflection peak at each λ_{ex} .

- d) The photopically-weighted contribution of the PL (L_{PL}) and reflected (L_{Ref}) components can be calculated by applying the results from Equations (A.2) and (A.3), and using Equation (1).
- e) The photopically-weighted contribution of the PL component relative to the total can then be expressed by the ratio:

$$\frac{L_{PL}}{L_{PL} + L_{Ref}} \quad (\text{A.4})$$

Annex B (informative)

Calculation method of ambient colour gamut volume

B.1 Purpose

The purpose of this method is to describe a procedure to calculate the colour gamut volume of scattered colour points in the three-dimensional CIELAB colour space.

B.2 Procedure for calculating the colour gamut volume

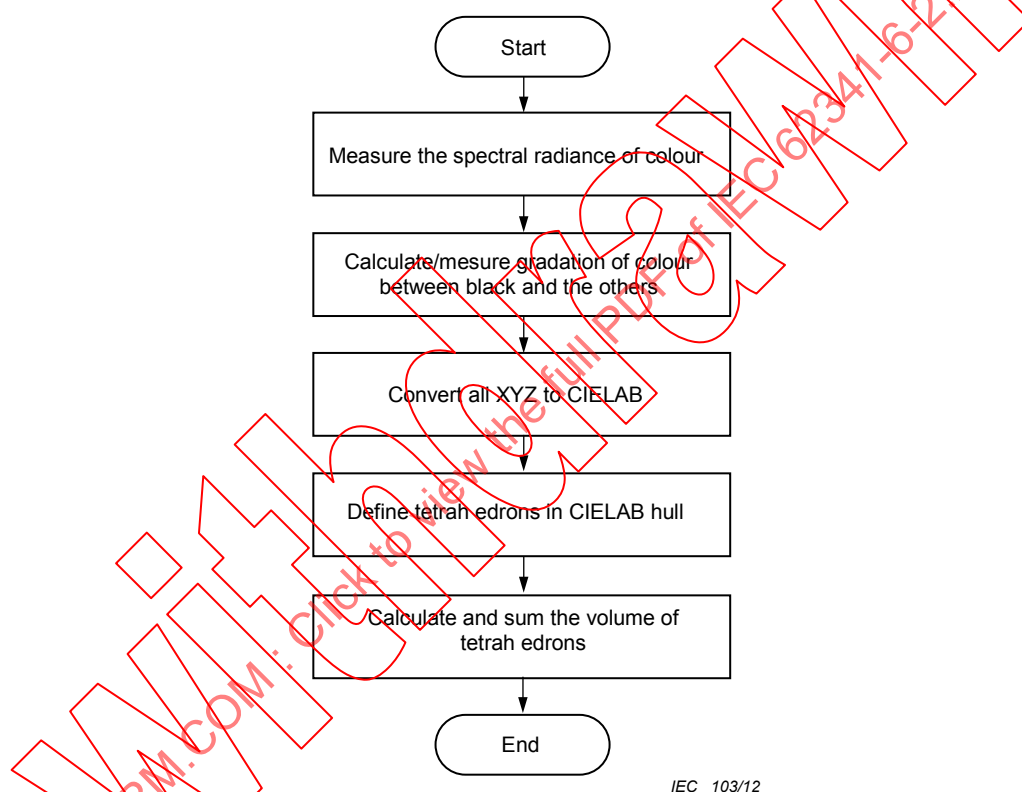


Figure B.1 – Analysis flow chart for calculating the colour gamut volume

Measure at least the red, green, blue, cyan, magenta, yellow, black and white colours of the display under the defined ambient conditions according to 7.4.3. Table B.1 provides an example using sRGB primaries, under dark room illumination conditions and with the white luminance (Y) normalized to 100(%):

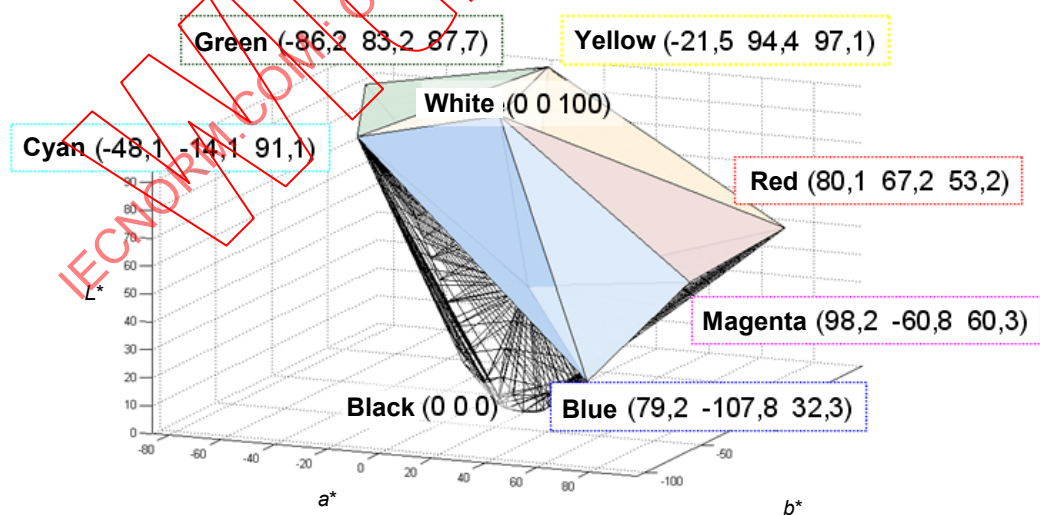
Table B.1 – Tristimulus values of the sRGB primary colours

Colour	x_Q	y_Q	$X_{Q,amb}$	$Y_{Q,amb}$	$Z_{Q,amb}$
Red	0,640	0,330	41,239	21,264	1,933
Green	0,300	0,600	35,758	71,517	11,919
Blue	0,150	0,060	18,048	7,219	95,053
Cyan	0,225	0,329	53,806	78,736	106,973
Magenta	0,321	0,154	59,287	28,483	96,986
Yellow	0,419	0,505	76,998	92,781	13,853
Black	0	0	0,000	0,000	0,000
White	0,3127	0,3290	95,046	100,000	108,906

Convert all colours points into the CIELAB colour space using Equations (21) to (23). See Table B.2 and Figure B.2 for an example of the sRGB colour set in the CIELAB colour space.

Table B.2 – Example of sRGB colour set represented in the CIELAB colour space

Colour	a^*	b^*	L^*
Red	80,1053	67,2227	53,2328
Green	-86,1884	83,1861	87,7370
Blue	79,1936	-107,8537	32,3025
Cyan	-48,0839	-14,1278	91,1165
Magenta	98,2497	-60,8329	60,3199
Yellow	-21,5608	94,4877	97,1382
Black	0	0	0
White	0	0	100

**Figure B.2 – Graphical representation of the colour gamut volume for sRGB in the CIELAB colour space**

Compute the colour gamut volume by adding up all the tetrahedrons contained within the displayed colour points and report as a percentage of the volume compared with sRGB colour gamut volume. An example of a display in a dark room with the sRGB colour gamut volume calculated in the CIELAB colour space is provided in Table B.3.

Table B.3 – Example of sRGB colour gamut volume in the CIELAB colour space

Colour Gamut Volume	
Total	$8,20 \times 10^5$
Percent relative to sRGB	100 %

B.3 Surface subdivision method for CIELAB gamut volume calculation

B.3.1 Purpose

This algorithm accepts an arbitrary set of gamut corner cases specified in CIE 1931 XYZ tri-stimulus values. The minimum set of colours would be red, green, blue, cyan, magenta, yellow, black and white. The XYZ values are arranged in the rows of the input variable P, with a minimum eight colour corner cases required. The output value is the calculated colour gamut volume.

B.3.2 Assumptions

It is assumed that the colour gamut in CIE XYZ colour space will be defined as the convex hull of given corner cases. The colour gamut in CIELAB colour space will be this convex hull, normalised in CIE XYZ space by the corner case with the maximum luminance (taken as the white point), and translated into CIELAB colour space where it will no longer be entirely convex.

B.3.3 Algorithm

- 1) Obtain the convex hull² of the colour corner points in P. Store the tessellation of the surface of this hull in T. Initialise a total volume v to 0.
- 2) Calculate the average of the points P to be used as a gamut mid-point and store in Pm.
- 3) For each triangular surface tile in T
 - a) Let s equal the number of edges that have extents³ in L^* , a^* , b^* coordinates greater than 10.
 - b) If $s = 0$ then calculate the volume defined between the vertices of the surface tile and Pm. Add this volume to v.
 - c) If $s = 3$ then calculate the mid-points in CIEXYZ space and subdivide the triangular tile into 4 sub-tiles defined by each corner vertex with the two nearest mid-points and the three mid-points. Repeat 3 for each triangular sub-tile.
 - d) If $s = 1$ or 2 then calculate the mid-point in CIEXYZ space of the edge with the largest extents in CIELAB and subdivide the triangular tile into two sub-tiles along the line between the mid-point and opposite vertex. Repeat 3 for each triangular sub-tile.
- 4) Return the total volume now contained in v.

² Where the corner points are the standard RGBCMYKW.

³ Extents are used rather than length as they are faster to calculate.

CIELabVol_subd.m

```
function [v] = CIELabVol_subd(P)
%Each row of P contains XYZ tri-stimulus values of gamut corner points.
%The 3D gamut is defined as the convex hull of these points in XYZ space.
%The surface is recursively subdivided down to a threshold scale in CIELAB
%and the volume made by each surface tile to a central point is summed
```

```
thresh=10; %CIELab subdivision threshold
```

```
%Get the hull defined by the points
T=convhulln(P);
```

```
%Get the white point (taken as the primary with the maximum Y)
[W,i]=max(P(:,2));
W=P(i,:);
```

```
%Normalise the gamut to the white point
Pn=P./(repmat(W,size(P,1),1));
```

```
%get the mid-point
Pm=mean(Pn);
```

```
%add-on the CIELab points
Pn=[Pn, XYZ2Lab(Pn)];
Pm=[Pm, XYZ2Lab(Pm)];
```

```
%calculate and sum the Lab volume of each surface tile to the mid-point
v=0;
for n=1:size(T,1),
    v=v+SubDLabVol(Pn(T(n,:),:),Pm,thresh);
end
```

```
%% sub-functions
```

```
% XYZ2Lab converts XYZ values arranged in columns to L* a* b*
function [ t ] = XYZ2Lab( t )
i=(t>0.008856);
t(i)=t(i).^(1/3);
t(~i)=7.787*t(~i)+16/116;
t=[116*t(:,2)-16, 500*(t(:,1)-t(:,2)), 200*(t(:,2)-t(:,3))];
end
```

```
%Recursive function to divide up the surface tile then return the volume
```

```
function [ v ] = SubDLabVol( vp,c,th )
%Get the max extent of each edge (quicker than length calculation)
m=max(abs(vp-circshift(vp,1)),[],2);
%Count how many edges have extents larger than the threshold
s=sum(m>th);
```

```
if (s==0), %no edges larger: return the volume
    v=abs(det(vp(:,4:6) - repmat(c(1,4:6),3,1))/6);
```

```
elseif (s==3), %all edges larger: divide tile in four
    %get edge mid-points
    ip=(vp(:,1:3)+circshift(vp(:,1:3),1))/2;
```

```
%calculate CIELab points of the mid-points
ip=[ip,XYZ2Lab(ip)];
```

```

%and call recursively for each sub-tile
v=SubDLabVol([vp(1,:);ip(1:2,:)],c,th);
v=v+SubDLabVol([vp(2,:);ip(2:3,:)],c,th);
v=v+SubDLabVol([vp(3,:);ip(1:2:3,:)],c,th);
v=v+SubDLabVol(ip,c,th);

else %one or two edges larger: split the tile on the largest edge
%shift the order so 1-2 has the largest extent
[m,i]=max(m);
vp=circshift(vp,2-i);

%calculate the mid-point of 1-2 and the CIE Lab point
ip=(vp(1,1:3)+vp(2,1:3))/2;
ip=[ip,XYZ2Lab(ip)];

%and call recursively for the two sub-tiles
v=SubDLabVol([vp([1 3],:);ip],c,th);
v=v+SubDLabVol([vp(2:3,:);ip],c,th);
end
end
end

```

GetGamutCorners.m

```

function [ P ] = GetGamutCorners( P ,wh)
%GET PRIM returns a set of colour corner points based on a standard gamut
% input string must contain one of:
% 'sRGB', 'Rec709', 'EBU', 'NTSC'
% optionally one of
% 'D50', 'D55', 'D65', 'D75', 'IIA', 'IIIE'
if ischar(P)
    if nargin<2
        wh=P;
    end
    if strfind(P,'sRGB') || strfind(P,'Rec709')
        prim=[0.64,0.33;0.3,0.6;0.15,0.06];
    elseif strfind(P,'EBU')
        prim=[0.64,0.33;0.29,0.6;0.15,0.06];
    elseif strfind(P,'NTSC')
        prim=[0.67,0.33;0.21,0.71;0.14,0.08];
    else
        error('non-valid colour primary specification');
    end
    P=prim;
end
if ischar(wh)
    if strfind(wh,'D50')
        wh=[0.3457,0.3585];
    elseif strfind(wh,'D55')
        wh=[0.3324,0.3474];
    elseif strfind(wh,'D65')
        wh=[0.3127,0.3290];
    elseif strfind(wh,'D75')
        wh=[0.2990,0.3149];
    end
end

```

```
elseif strfind(wh,'IIIA')
    wh=[0.44757,0.40745];
elseif strfind(wh,'IIIE')
    wh=[0.3333,0.3333];
else
    wh=[0.3127,0.3290];
    display('Default D65 white used');
end
end
wh=[wh, 1-sum(wh)]/wh(2);
P=[P, 1-sum(P,2)];
P=P.*repmat((wh/P)',1,3);
%P=[KRYGCBMW]
P=[0 0 0;P(1,:);sum(P(1:2,:));P(2,:);sum(P(2:3,:));...
    P(3,:);sum(P([1 3],:)); sum(P)];
end
```

Bibliography

- [1] ISO/TC 159/SC 4 N 1277 DTR 9241-310, *Ergonomics of human-system interaction – Part 310: Pixel defects – Visibility, aesthetics, and ergonomics* (draft standard)
- [2] E. F. Kelley, M. Lindfors, and J. Penczek, *Display daylight ambient contrast measurement methods and daylight readability*, J. Soc. Information Display, V 14, p.1019-1030 (2006)
- [3] ANSI/IESNA RP-1-04, *American National Standard Practice for Office Lighting*, Illuminating Engineering Society of North America (IESNA), 2004
- [4] Using model in ASTM G197, *Standard Table for Reference Solar Spectral Distributions: Direct and Diffuse on 20° Tilted and Vertical Surfaces*, 2008
- [5] The IESNA Lighting Handbook: Reference and Application, 9th Ed. (2002)
- [6] CIE Publication No. 44, *Absolute Methods for Reflection Measurement*, Commission internationale de l'éclairage (International Commission on Illumination), 1979 reprinted 1990. For example of sampling sphere, see the Sharp-Little method.
- [7] E. F. Kelley, *Diffuse reflectance and ambient contrast measurements using a sampling sphere*, Proc. Third Americas Display Engineering and Applications Conf. (ADEAC 2006), Soc. Information Display, Atlanta, GA, USA, pp. 1-5, Oct. 24-26, 2006
- [8] B. P. Dehmlow and K. A. Brostad, *Reflection-mode diffraction and matrix displays*, Proc. Of the SPIE, Vol. 3363 (Cockpit Displays V), pp. 217-224 (1998)
- [9] International Council of Ophthalmology, *Visual Acuity Measurement Standard* (1984)
- [10] International Council on Ophthalmology, *Visual Standards* (2002)

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62341-6-2:2012

Withdrawn

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	49
1 Domaine d'application	51
2 Références normatives	51
3 Termes, définitions et abréviations	51
3.1 Termes et définitions	51
3.2 Abréviations	54
4 Structure de l'équipement de mesure	54
5 Conditions de mesure normales	55
5.1 Conditions d'environnement de mesure normales	55
5.2 Conditions normales d'éclairage	55
5.2.1 Conditions en chambre noire	55
5.2.2 Conditions d'éclairement ambiant	55
5.3 Conditions normales d'installation	61
5.3.1 Généralités	61
5.3.2 Réglage des modules d'affichage OLED	61
5.3.3 Conditions de démarrage de mesures	61
5.3.4 Conditions de l'équipement de mesure	61
6 Inspection visuelle des images statiques	62
6.1 Généralités	62
6.2 Classification des défauts visibles	63
6.2.1 Système de classification	63
6.2.2 Exemples de référence pour les défauts de sous-pixels	63
6.2.3 Exemple de référence pour les défauts de ligne	65
6.2.4 Exemple de référence pour les défauts de mura	65
6.3 Méthode et critères d'inspection visuelle	66
6.3.1 Conditions normales d'inspection	66
6.3.2 Méthode normale d'inspection	67
6.3.3 Critères d'inspection	69
7 Méthodes de mesure électro-optiques sous éclairage ambiant	70
7.1 Mesures de réflexion	70
7.1.1 Objet	70
7.1.2 Conditions de mesure	70
7.1.3 Mesure du facteur de réflexion diffuse hémisphérique	71
7.1.4 Mesure du facteur de réflexion pour une source de lumière dirigée	74
7.2 Rapport de contraste ambiant	76
7.2.1 Objet	76
7.2.2 Conditions de mesure	76
7.2.3 Méthode de mesure	76
7.3 Couleur d'affichage ambiante	77
7.3.1 Objet	77
7.3.2 Conditions de mesure	77
7.3.3 Méthode de mesure	77
7.4 Volume de gamme de couleurs ambiantes	78
7.4.1 Objet	78
7.4.2 Conditions de mesure	78
7.4.3 Méthode de mesure	79

7.4.4 Rapport	80
Annexe A (informative) Mesure de la contribution de photoluminescence relative émise par les afficheurs	82
Annexe B (informative) Méthode de calcul du volume de gamme de couleurs ambiantes	85
Bibliographie	91
Figure 1 – Exemple d'installation d'inspection visuelle pour le contrôle de l'éclairage intérieur ambiant et les réflexions ambiantes	56
Figure 2 – Exemple de géométries de mesure pour la condition d'éclairement diffus utilisant une sphère d'Ulbricht et une sphère d'échantillonnage	58
Figure 3 – Géométrie de mesure à source directionnelle avec une source isolée	60
Figure 4 – Géométrie de mesure à source directionnelle avec une source de lumière circulaire	61
Figure 5 – Schéma de disposition du montage de mesure	62
Figure 6 – Classification des défauts visibles	63
Figure 7 – Défauts de sous-pixels clairs	64
Figure 8 – Critères de classification des défauts de sous-pixels clairs et sombres	65
Figure 9 – Défauts de ligne claire et sombre	65
Figure 10 – Echantillon d'image d'un défaut de mura de ligne associé à une non uniformité TFT	66
Figure 11 – Exemple de défaut de mura par points sur un fond gris	66
Figure 12 – Condition d'installation pour l'inspection visuelle des défauts visuels électro-optiques	68
Figure 13 – Forme des défauts d'éraflure et de bosse	70
Figure 14 – Exemple de gamme de couleurs produite par un afficheur donné tel que représenté par l'espace chromatique CIELAB	80
Figure A.1 – Réponse de photoluminescence bi-spectrale mise à l'échelle de l'afficheur	83
Figure A.2 – Décomposition de la réponse de photoluminescence bi-spectrale de l'afficheur	84
Figure B.1 – Organigramme d'analyse pour le calcul du volume de gamme de couleurs	85
Figure B.2 – Représentation graphique du volume de gamme de couleurs pour l'ensemble de couleurs sRGB dans l'espace chromatique CIELAB	86
Tableau 1 – Définitions du type de défauts d'éraflure et de bosse	70
Tableau 2 – Valeurs propres M_1 et M_2 pour les illuminants lumière du jour D50 et D75 de la CIE	73
Tableau 3 – Exemple de couleurs minimales requises pour le calcul du volume de gamme (de couleurs) d'un afficheur 8 bits à 3 couleurs primaires	79
Tableau 4 – Mesure des composantes trichromatiques pour l'ensemble de couleurs minimal (voir Tableau 3) nécessaire au calcul du volume de gamme de couleurs dans les conditions d'éclairement ambiant spécifiées	81
Tableau 5 – Calcul du point blanc dans les conditions ambiantes en chambre noire	81
Tableau 6 – Volume de gamme de couleurs dans l'espace chromatique CIELAB	81
Tableau B.1 – Composantes trichromatiques des couleurs primaires sRGB	86

Tableau B.2 – Exemple d'ensemble de couleurs sRGB représenté dans l'espace chromatique CIELAB.....	86
Tableau B.3 – Exemple de volume de gamme de couleurs sRGB dans l'espace chromatique CIELAB.....	87

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62341-6-2:2012

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

AFFICHEURS À DIODES ÉLECTROLUMINESCENTES ORGANIQUES (OLED) –

Partie 6-2: Méthodes de mesure de la qualité visuelle et des caractéristiques de fonctionnement sous conditions ambiantes

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). 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 de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 62341-6-2 a été établie par le comité d'études 110 de la CEI: Dispositifs électroniques d'affichage.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
110/338/FDIS	110/353/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 62341, dont le titre général est *Afficheurs à diodes électroluminescentes organiques (OLED)*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

AFFICHEURS À DIODES ÉLECTROLUMINESCENTES ORGANIQUES (OLED) –

Partie 6-2: Méthodes de mesure de la qualité visuelle et des caractéristiques de fonctionnement sous conditions ambiantes

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 62341 spécifie les conditions et les méthodes de mesure normalisées, en vue de déterminer la qualité visuelle et les caractéristiques de fonctionnement dans les conditions ambiantes des modules et des panneaux d'affichage à diodes électroluminescentes organiques (OLED). ¹ Le présent document s'applique principalement aux modules d'affichage couleur.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire Electrotechnique International* (disponible à l'adresse: <<http://www.electropedia.org>>)

CEI 60081, *Lampes à fluorescence à deux culots – Prescriptions de performance*

CEI 61966-2-1, *Mesure et gestion de la couleur dans les systèmes et appareils multimédia – Partie 2-1: Gestion de la couleur – Espace chromatique RVB par défaut – sRVB*

CEI 62341-1-2, *Afficheurs à diodes électroluminescentes organiques – Partie 1-2: Terminologie et symboles littéraux*

CIE 15:2004, *Colorimétrie*

3 Termes, définitions et abréviations

Pour les besoins du présent document, les termes, définitions et abréviations donnés dans la CEI 62341-1-2 et la CEI 60050-845:1987 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1 Termes et définitions

3.1.1

inspection visuelle

moyen de vérification de la qualité de l'image par observation à l'œil nu à des fins de classification et de comparaison par rapport aux critères d'échantillonnages limites

3.1.2

défaut de sous-pixel

pour les afficheurs couleurs, toutes ou une partie d'un sous-pixel unique, à savoir l'élément de couleur minimal qui est visiblement plus clair ou plus foncé que les sous-pixels

¹ OLED = *organic light emitting diode* en anglais.

environnants de la même couleur. Ils sont classifiés en fonction du nombre et de la configuration de plusieurs défauts de sous-pixels dans une zone définie de l'afficheur

3.1.3

défaut de point

pour les afficheurs monochromatiques, toutes ou une partie d'un sous-pixel unique, à savoir l'élément point au minimum, qui est visiblement plus clair ou plus foncé que les points environnants. Ils sont classifiés en fonction du nombre et de la configuration de plusieurs défauts de sous-pixels dans une zone définie de l'afficheur

3.1.4

défaut de sous-pixel clair

sous-pixels ou points visiblement plus clairs que les sous-pixels environnants de la même couleur lorsqu'ils sont observés sur un fond sombre ou grisé uniforme

3.1.5

défaut de sous-pixel sombre

sous-pixels ou points visiblement plus sombres que les sous-pixels environnants de la même couleur lorsqu'ils sont observés sur un fond clair uniforme (par exemple, luminance plein écran > 50 %)

3.1.6

défaut de sous-pixel partiel

sous-pixel ou point avec lequel une partie de la zone d'émission est obstruée de sorte que l'on observe une différence visible de luminosité par comparaison avec les sous-pixels voisins de la même couleur

3.1.7

défauts de sous-pixels en grappes

défauts de sous-pixels ou de points regroupés dans une zone spécifiée ou sur une distance spécifiée. Egalement appelés «défauts de sous-pixels serrés»

3.1.8

sous-pixel instable

sous-pixel ou point qui change de luminance de manière incontrôlable

3.1.9

retrait de pixels

réduction dans la durée d'un ou de plusieurs sous-pixels (ou points) dans la zone d'émission active

3.1.10

retrait périphérique panneau

réduction dans la durée de la zone d'émission active par rapport aux limites de la zone d'affichage

3.1.11

défaut de ligne

ligne claire ou sombre, verticale ou horizontale, parallèle à une rangée ou colonne observée sur un fond sombre ou clair, respectivement

3.1.12

défaut de ligne claire

ligne visiblement claire observée sur un écran qui affiche un motif sombre ou gris uniforme

3.1.13

défaut de ligne sombre

ligne visiblement sombre lorsqu'elle est affichée avec un motif clair ou gris uniforme

3.1.14**mura**

région(s) de non-uniformité de luminance et de chromaticité dont la variation est généralement davantage progressive que les défauts de niveau de sous-pixels. A des fins de classification, il convient que la dimension maximale soit inférieure à un quart de la largeur ou de la hauteur de l'afficheur

3.1.15**ligne mura**

variation de luminance consistant en une extension, horizontale ou verticale, d'une ou de plusieurs lignes sur tout ou partie de l'afficheur (telle qu'elle peut être produite par une variation de la tension de seuil TFT par rapport à une cristallisation induite par laser)

3.1.16**mura chromatique**

mura apparaissant principalement dans un seul canal chromatique et produisant une variation locale du point blanc (ou CCT)

3.1.17**point mura**

région de variation de luminance plus grande qu'un simple pixel, apparaissant comme une région localisée légèrement plus sombre ou plus claire dont les contours présentent une variation régulière

3.1.18**tache mura**

région de variation de luminance plus grande qu'un simple pixel, apparaissant comme un contour clairement défini, qui délimite une région de luminance plus claire ou plus sombre que les régions avoisinantes

3.1.19**défauts mécaniques**

artéfacts d'images issus des défauts observés sur les films protecteurs et les films à accentuation de contraste, les revêtements, fixations mécaniques ou autres éléments situés dans la zone active de l'afficheur

3.1.20**défaut d'éraflure**

défaut apparaissant sous forme de lignes ou d'éraflures fines simples ou multiples, d'aspect généralement clair sur un fond sombre, et indépendant de l'état de l'afficheur

3.1.21**défaut d'enfoncement**

tache localisée d'aspect généralement blanc ou gris observée sur un fond sombre et indépendante de l'état de l'afficheur

3.1.22**matériau étranger**

défaut provoqué par une matière étrangère telle que de la poussière ou un filet présent entre des films à accentuation de contraste, des films protecteurs, ou sur une surface d'émission au sein de la zone active de l'afficheur

3.1.23**bulle**

défaut provoqué par une cavité interne ou entre des matériaux de scellement, adhésifs, films à accentuation de contraste, films protecteurs ou autres films éventuels situés dans la zone visible de l'afficheur

3.1.24

rapport de contraste ambiant

rapport de contraste d'un afficheur, avec incidence de l'éclairage naturel ou artificiel externe sur sa surface

NOTE Comprend l'éclairage intérieur des luminaires ou l'éclairage extérieur produit par la lumière du jour.

3.1.25

limite de gamme de couleurs

surface déterminée par les limites d'une gamme de couleurs

3.1.26

volume de gamme de couleurs

nombre unique permettant de caractériser la réponse chromatique d'un dispositif d'affichage dans un espace chromatique tridimensionnel

NOTE Le volume de gamme de couleurs est généralement calculé dans l'espace chromatique CIELAB.

3.1.27

volume de gamme de couleurs ambiantes

nombre unique permettant de caractériser la réponse chromatique d'un dispositif d'affichage dans un espace chromatique tridimensionnel, et ce, dans des conditions d'éclairement ambiant définies

NOTE Le volume de gamme de couleurs est généralement calculé dans l'espace chromatique CIELAB.

3.2 Abréviations

CCT	température de couleur proximale (correlated colour temperature)
CIE	Commission internationale de l'éclairage
CIELAB	CIE 1976 ($L^*a^*b^*$) espace chromatique
DEE	dispositif en essai
HD	haute définition
ISO	Organisation internationale de normalisation (International Organization for Standardization)
DEL	diode électroluminescente (light emitting diode – LED)
LMD	dispositif de mesure de la lumière (light measuring device)
LTPS	silicium polycristallin à basse température (low temperature polysilicon)
OLED	diode électroluminescente organique (organic light emitting diode)
PL	photoluminescence
QVGA	adaptateur quart VGA (quarter video graphics array)
RVB	rouge, vert, bleu
SDCM	écart-type d'égaleur de couleur (standard deviation of colour matching)
sRVB	espace chromatique RVB normalisé tel que défini dans la CEI 61966-2-1
TFT	transistor en couches minces (thin film transistor)
TV	télévision
UV	(rayonnement) ultraviolet

4 Structure de l'équipement de mesure

Les schémas de systèmes et/ou les conditions de fonctionnement des équipements de mesure doivent être conformes à la structure spécifiée dans chaque entité.

5 Conditions de mesure normales

5.1 Conditions d'environnement de mesure normales

Les mesures électro-optiques et l'inspection visuelle doivent être effectuées dans les conditions d'environnement normales, à une température de $25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$, une humidité relative comprise entre 25 % et 85 %, et une pression de 86 kPa à 106 kPa. Lorsque différentes conditions d'environnement sont utilisées, elles doivent être indiquées dans le rapport relatif à l'inspection visuelle ou aux caractéristiques de fonctionnement dans les conditions ambiantes.

5.2 Conditions normales d'éclairage

5.2.1 Conditions en chambre noire

La contribution à la luminance de l'éclairement du fond réfléchi par l'affichage en essai doit être $\leq 0,01\text{ cd/m}^2$ ou inférieure à 1/20 de la luminance à l'état noir de l'affichage, selon la plus faible des deux valeurs. La non satisfaction à ces conditions nécessite la soustraction du fond, qui doit être indiquée dans le rapport relatif aux caractéristiques de fonctionnement dans les conditions ambiantes. De plus, si la sensibilité du LMD ne permet pas d'effectuer des mesures à des niveaux si faibles, la limite inférieure du LMD doit alors être indiquée dans ce même rapport.

NOTE Sauf indication contraire, les conditions normales d'éclairage doivent être les conditions en chambre noire.

5.2.2 Conditions d'éclairement ambiant

5.2.2.1 Conditions d'éclairement ambiant pour inspection visuelle

Les conditions d'éclairage ambiant influencent fortement la capacité de l'inspecteur à résoudre les défauts et les variations importantes de l'intensité lumineuse dans le champ de vision peuvent entraîner une fatigue oculaire de l'inspecteur et de ce fait une perte de sensibilité aux défauts. Se reporter à l'ISO 9241-310 pour des recommandations générales sur les conditions d'éclairage optimal en vue d'une inspection visuelle des défauts de pixel [1]².

On recommande un éclairage ambiant moyen compris entre 50 lx et 150 lx dans l'espace de travail de l'inspecteur, pour assurer un certain confort de ce dernier et la cohérence des conditions d'inspection. Cet éclairage ambiant peut être mesuré, par exemple, à l'aide d'un luxmètre dirigé directement vers le haut et placé sur un plan horizontal à hauteur d'œil approchée de l'inspecteur. Une attention particulière doit être portée à l'utilisation d'un éclairage diffus et de textures diffuses dans l'environnement d'inspection, afin d'éviter tout éblouissement dans le champ de vision de l'inspecteur.

Comme indiqué à la Figure 1 l'afficheur en essai doit être placé de manière à éviter tout éclairage direct provenant de sources de lumière intérieures ambiantes. Par ailleurs, des matériaux sombres absorbant la lumière doivent servir à recouvrir les surfaces spéculaires susceptibles d'être observées par l'inspecteur par réflexion directe de la surface d'affichage. Dans tous les cas, l'éclairement ambiant issu des sources de lumière ambiantes et incident sur la surface d'affichage, mesuré avec l'afficheur éteint, doit être $< 20\text{ lx}$, afin de limiter la détérioration du contraste de l'affichage sous l'effet de la lumière ambiante. Un éclairage ambiant à la surface d'affichage $> 20\text{ lx}$ doit être indiqué dans le rapport relatif à l'inspection visuelle.

² Les chiffres entre crochets se réfèrent à la Bibliographie.

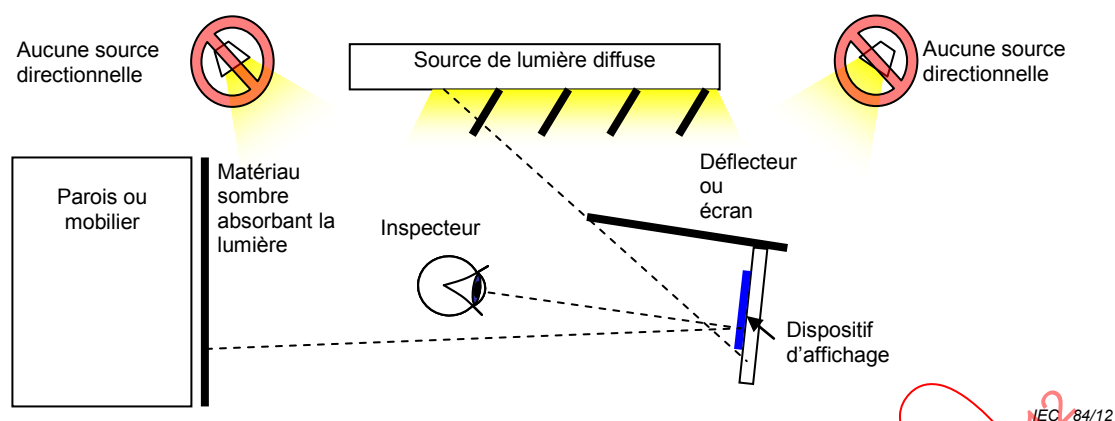


Figure 1 – Exemple d’installation d’inspection visuelle pour le contrôle de l’éclairage intérieur ambiant et les réflexions ambiantes

5.2.2.2 Conditions d’éclairage ambiant pour des mesures électro-optiques

Les conditions d’éclairage suivantes sont spécifiées pour des mesures électro-optiques des afficheurs dans les conditions ambiantes d’éclairage intérieur ou extérieur. La combinaison de deux géométries d’éclairage doit permettre de calculer de manière approchée l’éclairage intérieur ambiant et l’éclairage extérieur produit par la lumière du jour dans des conditions de ciel serein sur un afficheur [2]. Un éclairage diffus hémisphérique uniforme permet de simuler l’éclairage d’ambiance d’une pièce, ou la lumière du ciel hémisphérique incidente sur l’afficheur, en masquant les rayons du soleil. Une source dirigée placée en chambre noire permettra de simuler l’incidence de l’éclairage directionnel sur un afficheur, provenant d’un luminaire présent dans la pièce, ou d’un ensoleillement direct.

Certains afficheurs peuvent émettre une photoluminescence (PL) lorsqu’ils sont exposés à un certain type de lumière. Il est possible de déterminer l’impact relatif de la photoluminescence sur la mesure de la réflexion, ledit impact étant décrit dans l’Annexe A. Il convient de traiter avec le plus grand soin une condition d’éclairage qui génère une erreur de mesure de réflexion importante du fait de la photoluminescence. Si les mesures de la réflexion utilisent les mêmes répartitions spectrales de l’éclairage et géométrie d’éclairage/détection, ainsi que le calcul du rapport de contraste et de la couleur ambiants, la photoluminescence peut alors être intégrée aux coefficients de réflexion. Cependant, si les spectres d’éclairage utilisés pour les calculs sont très différents, la mesure de la composante réfléchie doit alors être effectuée séparément de celle de la composante de photoluminescence. Le présent document ne traite pas de ce dernier cas.

Les conditions d’éclairage suivantes doivent permettre de simuler des environnements de visualisation intérieure et extérieure d’un afficheur.

Conditions d’éclairage ambiant intérieur:

- Eclairage diffus hémisphérique uniforme – Utiliser une source de lumière très proche de l’illuminant normalisé A ou l’illuminant normalisé D65 de la CIE, ou une lampe fluorescente FL1 comme défini dans la publication CIE 15. Il est également recommandé d’utiliser un filtre d’arrêt à infrarouge afin de réduire au minimum l’échauffement des échantillons dû aux illuminants. La région UV (< 380 nm) de toutes les sources de lumière doit être éteinte. Si la lampe FL1 est utilisée comme source de lumière, la zone de tolérance à la chromaticité de la lampe doit être inférieure à 5 écarts-types d’égaleisation de couleur (SDCM, voir la CEI 60081). La lampe fluorescente doit être stabilisée, par exemple, par vieillissement pendant une durée de 100 heures, et non utilisée au-delà d’une durée de 2000 heures. D’autres sources peuvent également être utilisées, selon l’application prévue. Pour les mesures spectrales, s’il peut être démontré que l’afficheur ne présente pas une PL importante (< 1 % PL, voir Annexe A) pour les spectres de sources de référence choisis, une source à large bande spectralement uniforme (telle

qu'une source s'approchant de l'illuminant normalisé A de la CIE) peut alors être utilisée pour mesurer le facteur de réflexion spectrale. En l'absence de photoluminescence significative, une mesure du facteur de réflexion spectrale à l'aide d'une source à large bande (telle que l'illuminant A) permet de calculer ultérieurement le rapport de contraste et la couleur ambiants pour les spectres de référence souhaités (par exemple D65). Le rapport de contraste ambiant intérieur doit être calculé en utilisant un éclairage diffus hémisphérique de 60 lx (avec réflexion spéculaire) incident sur la surface d'affichage pour une salle de visionnement des programmes de télévision typique, l'éclairage utilisé étant de 300 lx pour des bureaux [3]. La mesure du facteur de réflexion diffuse hémisphérique réel peut nécessiter des niveaux d'éclairage plus élevés pour une meilleure exactitude de mesure. Les résultats obtenus sont ensuite pondérés selon le niveau d'éclairage requis.

- Eclairage directionnel – Les spectres de source utilisés doivent être les mêmes que ceux appliqués dans le cas d'un éclairage diffus hémisphérique. Toute utilisation d'une source spectrale différente doit être indiquée dans le rapport relatif aux caractéristiques de fonctionnement dans les conditions ambiantes. L'existence d'une photoluminescence significative (voir Annexe A) doit également être déterminée pour la source mesurée, et les limites précédentes doivent être appliquées en cas de photoluminescence effective. Le rapport de contraste à l'intérieur de la pièce ou la couleur doivent être calculés en utilisant un éclairage directionnel de 40 lx incident sur la surface d'affichage pour une salle de visionnement des programmes de télévision typique, l'éclairage utilisé étant de 200 lx pour des bureaux, avec une orientation verticale de l'affichage. La mesure du facteur de réflexion réel peut nécessiter des niveaux d'éclairage plus élevés pour une meilleure exactitude de mesure. La source dirigée doit être située à un angle de 35° au-dessus du plan normal à la surface ($\theta_s = 35^\circ$, $\theta_d = 0^\circ$, voir Figure 3), avec un angle sous-tendu de 8° au maximum. L'angle sous-tendu est défini comme la portée angulaire maximale de la source de lumière par rapport au centre de la surface de mesure de l'afficheur.

NOTE D'autres niveaux d'éclairage peuvent être utilisés outre ceux définis ci-dessus, pour le calcul du rapport de contraste ambiant dans les conditions d'éclairage intérieur. Il convient cependant que 60 % environ de l'éclairage lumineux total soient à diffusion hémisphérique et que 40 % de l'éclairage soient directionnels.

Conditions d'éclairage à la lumière du jour:

- Eclairage diffus hémisphérique uniforme – Utiliser une source de lumière très proche de la lumière du ciel, avec la répartition spectrale de l'illuminant D75 de la CIE [4]. D'autres illuminants comme la lumière du jour de la CIE peuvent également être utilisés, selon l'application prévue. Un filtre d'arrêt à infrarouge est recommandé pour réduire au minimum l'échauffement des échantillons. La région UV (< 380 nm) de la source de lumière doit être éteinte. Pour les mesures spectrales, s'il peut être démontré que l'afficheur ne présente pas une PL importante pour une source de température de couleur proximale (CCT) de 7 500 K, les mesures du facteur de réflexion spectrale peuvent alors être effectuées en utilisant une source à large bande spectralement uniforme (telle qu'une source s'approchant de l'illuminant normalisé A de la CIE). Le rapport de contraste ou la couleur peut être calculé(e) ultérieurement pour les spectres de l'illuminant D75. Le rapport de contraste et la couleur de la lumière du jour doivent être calculés en utilisant un éclairage diffus hémisphérique de 15 000 lx (avec réflexion spectrale) incident sur une surface d'affichage avec orientation verticale [4, 5]. La mesure du facteur de réflexion diffuse hémisphérique réel peut être effectuée à des niveaux d'éclairage moins élevés.
- Eclairage directionnel – La source de lumière directionnelle doit s'approcher de l'illuminant lumière du jour D50 de la CIE [4]. D'autres illuminants comme la lumière du jour de la CIE peuvent également être utilisés, selon l'application prévue. L'utilisation d'un filtre d'arrêt à infrarouge est recommandée pour réduire au minimum l'échauffement des échantillons. La région UV (< 380 nm) de la source de lumière doit être éteinte. S'il peut être démontré que l'afficheur ne présente pas une PL importante pour une source s'approchant de l'illuminant D50, une source à large bande spectralement uniforme (telle qu'une source s'approchant de l'illuminant normalisé A de la CIE) peut alors être utilisée pour mesurer le facteur de réflexion. Le rapport de contraste ou la couleur ambiant(e) peut être calculé(e) ultérieurement en utilisant les spectres de l'illuminant D50. Le rapport de contraste ou la couleur de lumière du jour doit être calculé(e) en utilisant une source

d'éclairement directionnel de 65 000 lx à un angle d'inclinaison de $\theta_s = 45^\circ$ par rapport à la surface d'affichage (voir Figure 3) [4,5]. La mesure du facteur de réflexion réel peut être effectuée à des niveaux d'éclairement moins élevés, et le rapport de contraste et la couleur peuvent être calculés pour l'éclairement lumineux correct. La source dirigée doit présenter un angle sous-tendu d'environ $0,5^\circ$.

Les répartitions spectrales relatives de l'illuminant A de la CIE, de la lampe FL1 et des illuminants D65, D50 et D75, présentées sous forme de tableau dans la publication CIE 15 doivent être utilisées pour les calculs du rapport de contraste et de la couleur de la lumière du jour, effectués à partir des mesures du facteur de réflexion spectrale. Les fonctions propres appropriées, définies dans la publication CIE 15, doivent permettre de déterminer d'autres illuminants comme la lumière du jour de la CIE.

5.2.2.3 Eclairement diffus hémisphérique uniforme

Une sphère d'Ulbricht, une sphère d'échantillonnage ou un hémisphère doivent être utilisés pour mettre en œuvre des conditions d'éclairement diffus hémisphérique uniforme. La Figure 2 illustre deux exemples possibles de géométrie de mesure. Si l'on dispose d'une sphère d'Ulbricht équivalant à au moins sept fois la diagonale extérieure physique de l'afficheur, ce dernier peut être monté au centre de la sphère (Figure 2, configuration A). Pour les afficheurs de grandes dimensions, une sphère d'échantillonnage (configuration B) ou un hémisphère serait plus approprié(e). Dans tous les cas, la configuration doit respecter la géométrie d'éclairement/détection $d_i/8^\circ$ à $d_i/10^\circ$ de référence, où d_i est la notation normale du qualificatif diffus.

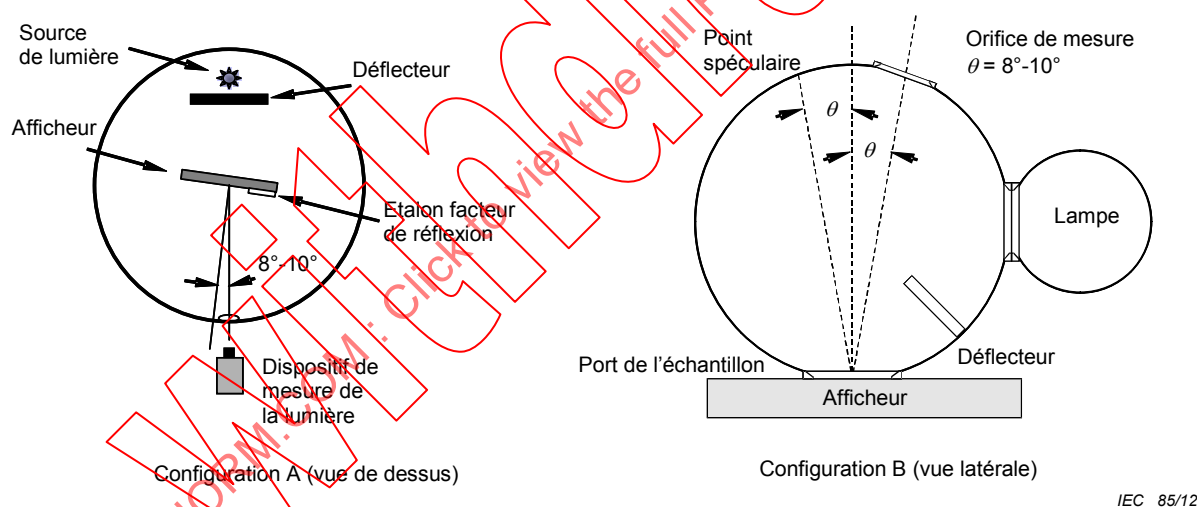


Figure 2 – Exemple de géométries de mesure pour la condition d'éclairement diffus utilisant une sphère d'Ulbricht et une sphère d'échantillonnage

- L'afficheur est placé au centre d'une sphère d'Ulbricht/d'un hémisphère, ou contre l'orifice pour échantillons d'une sphère d'échantillonnage. La luminance réfléchie par l'afficheur provenant de la sphère doit être bien plus grande que la luminance provenant de la lumière générée par l'afficheur. Il est possible d'estimer la luminance réfléchie provenant de la sphère pour les afficheurs sans photoluminescence significative, l'afficheur étant éteint (état OFF).
- Pour les mesures de lumière du jour avec une source de lumière CCT approchée de 7 500 K, il est recommandé d'utiliser un filtre d'arrêt à infrarouge pour réduire au minimum l'échauffement des échantillons. La température de couleur et les spectres d'éclairement peuvent être mesurés à partir de la lumière réfléchie d'un étalon du facteur de réflexion diffuse blanc à proximité de la surface de mesure de l'afficheur (Figure 2, Configuration A), ou la paroi de la sphère d'échantillonnage contiguë à l'orifice pour échantillons (Figure 2, Configuration B.). Le type de source de lumière utilisée, et sa CCT, doivent être indiqués

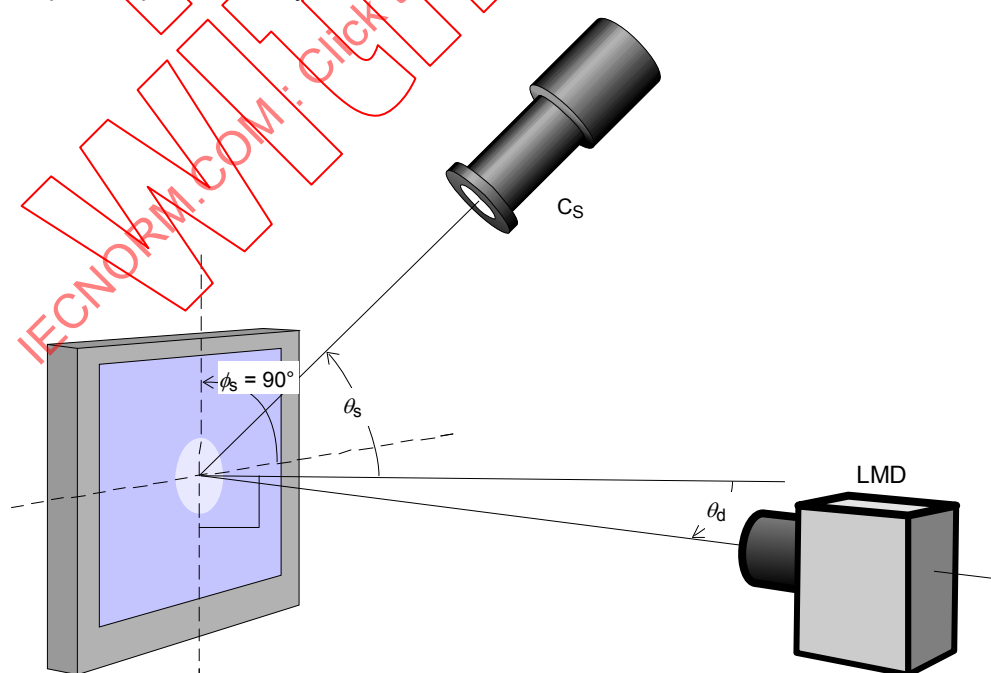
dans le rapport relatif aux caractéristiques de fonctionnement dans les conditions ambiantes.

- c) Le dispositif de mesure de la lumière (LMD) est aligné pour observer le centre de l'afficheur par un orifice de mesure pratiqué dans la paroi de la sphère à un angle de 8° (-0° , $+2^\circ$) par rapport au plan normal à la surface de l'afficheur. L'angle d'inclinaison requis du dispositif de mesure de la lumière peut également être obtenu par inclinaison de l'afficheur à l'intérieur de la sphère d'Ulbricht. Le LMD est fixé sur la surface d'affichage.
- d) Le diamètre de l'orifice de mesure doit être de 20 % à 30 % plus large que l'ouverture utile de la lentille du LMD. Il est nécessaire de veiller à éviter toute lumière directe des sources utilisées ou toute réflexion de luminosité provenant de toute surface (autre que l'écran proprement dit), risquant d'atteindre la lentille du LMD, afin de réduire au minimum toute contamination par voile d'éblouissement de la mesure de la luminance réfléchie. Le LMD doit être retiré de l'orifice de manière à lui masquer les parois claires de la sphère. De plus, le diamètre de l'orifice pour échantillons doit généralement être supérieur à 25 mm afin que le champ de vision du luminancemètre ou du spectroradiomètre se situe entièrement dans ledit orifice.
- e) La position de l'orifice de mesure doit être oblique par rapport à la lentille. Le petit diamètre du biseau réalisé est orienté vers le LMD, le grand diamètre étant dirigé vers l'intérieur de la sphère.
- f) L'éclairement énergétique ou l'éclairement lumineux spectral sur l'afficheur peut être mesuré au moyen d'un étalon du facteur de réflexion diffuse blanc, avec le facteur de réflexion spectrale diffuse hémisphérique connu $R(\lambda)$, ou le facteur de réflexion diffuse hémisphérique à pondération photopique (ou lumineuse) R . L'étalon du facteur de réflexion diffuse blanc doit être étalonné sous un éclairement diffus hémisphérique uniforme dans une sphère d'Ulbricht. En cas d'utilisation d'une sphère d'Ulbricht (configuration A) ou d'un hémisphère, l'étalon du facteur de réflexion diffuse blanc doit être placé sur la surface d'affichage. Si t est l'épaisseur de l'étalon du facteur de réflexion diffuse blanc, ce dernier doit alors être placé sur la surface, à une distance de $5*t$ à $7*t$ par rapport à la surface de mesure. L'étalon du facteur de réflexion blanc peut également être placé de manière contiguë et dans le même plan que l'afficheur si l'éclairement de la sphère est uniforme sur cette distance. Dans le cas de la sphère d'échantillonnage, il est possible de déterminer l'éclairement énergétique spectral par mesure de la paroi de la sphère intérieure contiguë à l'orifice pour échantillons. [6] Le facteur de réflexion spectrale diffuse hémisphérique, ou le facteur de réflexion diffuse hémisphérique lumineuse, de la paroi de la sphère intérieure peut être déterminé en comparant la radiance spectrale (ou la luminance) de la paroi avec celle d'un étalon du facteur de réflexion diffuse blanc étalonné placé sur l'orifice pour échantillons (c'est-à-dire $R_{\text{wall}} = R_{\text{std}} * (L_{\text{wall}} / L_{\text{std}})$).
- g) Lorsqu'une sphère d'échantillonnage est utilisée, la surface de mesure de l'afficheur doit contenir plus de 500 pixels d'affichage. Il est recommandé que la sphère d'échantillonnage soit au moins six fois supérieure au diamètre de l'orifice pour échantillons. Il peut se révéler nécessaire d'augmenter la dimension de l'orifice pour échantillons si la distance entre la surface d'émission de l'afficheur et l'entrée dudit orifice est importante [7].
- h) L'éclairement de la surface de mesure de l'afficheur doit varier de moins de $\pm 5\%$ par rapport à la moyenne.

5.2.2.4 Eclairement à source dirigée

Un éclairement direct doit être simulé par une source dirigée isolée (Figure 3) à un angle d'inclinaison défini par rapport au plan normal à la surface d'affichage, ou une lumière circulaire (Figure 4) centrée sur ce même plan. Cette mesure doit être effectuée en chambre noire, toutes les surfaces intérieures réfléchissantes potentielles étant recouvertes d'un revêtement noir mat. Un piège à lumière permet de recueillir la lumière émise par la source dirigée isolée réfléchiée en direction spéculaire par l'afficheur, afin de réduire au minimum sa contribution à une contamination par lumière parasite. La source dirigée isolée est la source dirigée préférentielle. Une lumière circulaire doit être utilisée si l'afficheur présente une forte diffusion asymétrique (diffusion matricielle [8]).

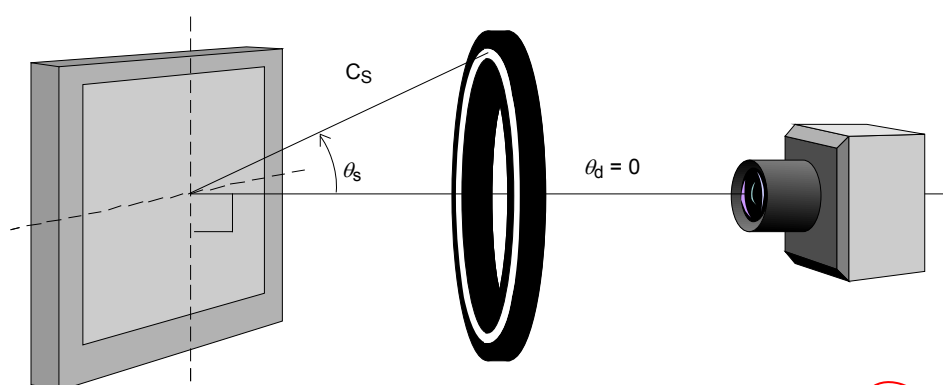
- a) Positionner le dispositif de mesure de la lumière perpendiculairement ($\theta_d=0^\circ$) à l'afficheur, et le focaliser sur la surface d'affichage. La source de lumière dirigée isolée est alignée dans le même plan vertical ($\phi_s=0^\circ$) que le plan normal à la surface de l'afficheur et le dispositif de mesure de la lumière, mais à un angle d'inclinaison θ_s par rapport au plan horizontal. Il est possible de régler la distance entre l'afficheur et la source dirigée C_s de sorte que la source de lumière présente un angle sous-tendu de $\leq 8^\circ$ pour les applications intérieures, ou un angle sous-tendu d'environ $0,5^\circ$ par rapport au centre de la surface de mesure de l'afficheur pour les applications extérieures. Pour les sources de lumière circulaire, une lumière circulaire à fibre optique doit être utilisée, avec un angle sous-tendu d'émission d'environ $0,5^\circ$. Le plan d'émission de la lumière circulaire doit être coplanaire à la surface d'affichage et centré sur la surface de mesure. Il est possible de régler l'inclinaison de la lumière θ_s en adaptant la distance frontale de la lumière circulaire par rapport à l'afficheur. L'ouverture dégagée centrale de la lumière circulaire doit être au moins 30 % plus grande que l'ouverture utile de la lentille du dispositif de mesure de la lumière. D'autres géométries de source/détection peuvent être utilisées, mais elles doivent être indiquées dans le rapport relatif aux caractéristiques de fonctionnement dans les conditions ambiantes.
- b) La luminance réfléchie par l'afficheur provenant de la source dirigée doit être bien plus grande (> 10) que la luminance provenant de la lumière générée par l'afficheur.
- c) L'éclairement énergétique ou l'éclairement lumineux spectral à la position de mesure de l'afficheur peut être déterminé par un étalon du facteur de réflexion diffuse blanc avec un facteur de réflexion spectral connu ou un facteur de réflexion à pondération photopique (ou lumineuse). L'étalon du facteur de réflexion diffuse blanc doit être placé dans la même position de mesure que l'afficheur, ce qui peut nécessiter l'éloignement de ce dernier. L'étalon du facteur de réflexion diffuse blanc doit être étalonné à la même géométrie de source-détection que la mesure de l'afficheur. Pour les mesures photométriques, l'étalon du facteur de réflexion diffuse blanc doit être étalonné avec la même répartition spectrale de source qui doit être utilisée pour le calcul du contraste. Le type de source de lumière utilisée, et sa température de couleur proximale, doivent être indiqués dans le rapport relatif aux caractéristiques de fonctionnement dans les conditions ambiantes.
- d) L'éclairement lumineux de la surface de mesure de l'afficheur doit varier de moins de $\pm 5\%$ par rapport à la moyenne.



IEC 86/12

NOTE Il est également possible de faire pivoter l'afficheur selon un angle de 90° , la source de lumière étant placée dans le plan horizontal.

Figure 3 – Géométrie de mesure à source directionnelle avec une source isolée.



**Figure 4 – Géométrie de mesure à source directionnelle
avec une source de lumière circulaire**

5.3 Conditions normales d'installation

5.3.1 Généralités

Les conditions normales d'installation sont données ci-dessous. Tout écart par rapport à ces conditions doit être indiqué dans le rapport relatif aux caractéristiques de fonctionnement dans les conditions ambiantes.

5.3.2 Réglage des modules d'affichage OLED

La luminance de l'affichage, le rapport de contraste, la température de couleur proximale du point blanc et autres paramètres pertinents doivent être réglés aux valeurs nominales et doivent être consignés en détail dans le rapport relatif aux caractéristiques de fonctionnement dans les conditions ambiantes. Pour un afficheur en pleine couleur, la chromaticité de couleur du blanc doit également être réglée sur les valeurs nominales de calcul de produit. Lorsqu'aucun niveau n'est spécifié, le niveau maximal de contraste ou de luminance doit être utilisé et les réglages consignés dans le rapport relatif aux caractéristiques de fonctionnement dans les conditions ambiantes. Sauf indication contraire, ces réglages doivent être maintenus constants pour toutes les mesures.

5.3.3 Conditions de démarrage de mesures

Des mesures doivent débuter après que les modules d'affichage OLED et les instruments de mesure ont atteint la stabilité. Un temps d'échauffement suffisant doit permettre aux modules d'affichage OLED d'atteindre un niveau de stabilité de luminance de moins de $\pm 5 \%$ sur la totalité de la mesure pour une image affichée donnée.

5.3.4 Conditions de l'équipement de mesure

- Le montage de mesure normalisé est illustré à la Figure 5. Le dispositif de mesure de la lumière (LMD) doit être un luminancemètre ou un spectroradiomètre capable de mesurer la radiance spectrale sur au moins la plage de longueurs d'onde comprise entre 380 nm et 780 nm, avec une largeur de bande maximale de 10 nm pour les spectres lisses à large bande. Pour les sources de lumière dont les caractéristiques spectrales sont prononcées, telles que les DEL et les lampes fluorescentes, la largeur de bande maximale doit être ≤ 5 nm. La largeur de bande spectrale du spectroradiomètre doit être un entier multiple de l'intervalle d'échantillonnage. Par exemple, un intervalle d'échantillonnage de 5 nm peut être utilisé pour une largeur de bande comprise entre 5 nm et 10 nm.

On doit veiller à s'assurer que la sensibilité et la gamme dynamique du dispositif lui permettent de réaliser la tâche requise.

- b) Sauf indication contraire, le dispositif de mesure de la lumière doit être fixé sur le plan image de l'afficheur et aligné perpendiculairement à sa surface.
- c) L'incertitude relative et la répétabilité relative de tous les dispositifs de mesure doivent être maintenues en suivant le programme d'étalonnage recommandé du fournisseur d'instruments de mesure.

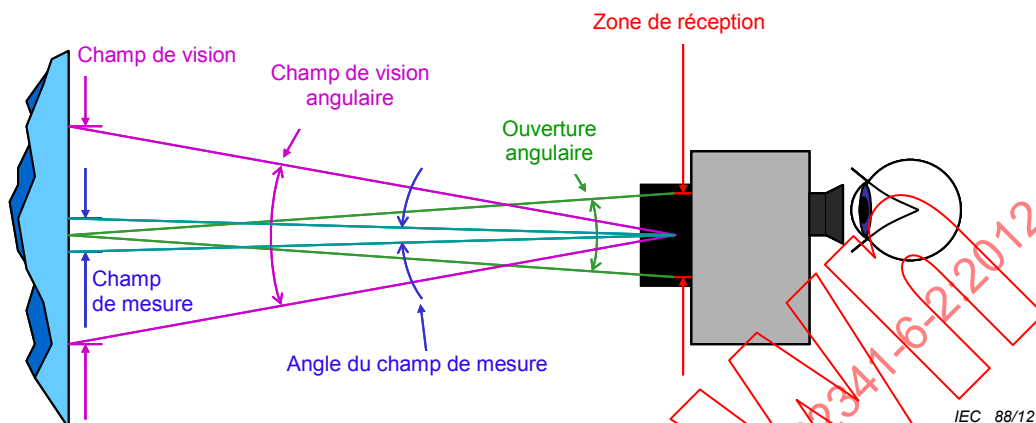


Figure 5 – Schéma de disposition du montage de mesure

- d) Le temps d'intégration du LMD doit être un nombre entier de périodes de trames, synchronisées avec le taux de trame, ou doit être supérieur à deux cent périodes de trames.
- e) Lors de la mesure des affichages à matrice, les dispositifs de mesure de la lumière doivent être réglés sur un champ de mesure incluant plus de 500 pixels. Si des zones de mesure plus petites se révèlent nécessaires, l'équivalence avec les 500 pixels doit être confirmée.
- f) La distance de mesure normale l_{x0} est de $2,5 \times V$ (pour $V \geq 20$ cm) ou 50 cm (pour $V < 20$ cm), où V est la hauteur de la zone active d'affichage ou la valeur la plus petite de dimension de la zone active. La distance de mesure doit être indiquée dans le rapport relatif aux caractéristiques de fonctionnement dans les conditions ambiantes.
- g) L'ouverture angulaire doit être inférieure ou égale à 5° , et l'angle de champ de mesure doit être inférieur ou égal à 2° (Figure 5). La distance de mesure et l'angle d'ouverture peuvent être réglés pour atteindre un champ de mesure supérieur à une zone de 500 pixels, si le réglage de l'angle d'ouverture ci-dessus est difficile.
- h) Les modules d'affichage doivent fonctionner à la fréquence de champ pour laquelle ils ont été conçus. Lorsque l'on utilise un équipement de signaux de commande séparé pour faire fonctionner un panneau, les conditions de commande doivent être indiquées dans le rapport relatif aux caractéristiques de fonctionnement dans les conditions ambiantes.

6 Inspection visuelle des images statiques

6.1 Généralités

Des efforts ont été consentis ces dernières années eu égard à l'application d'une méthode d'inspection visuelle automatisée comme moyen de détection des défauts visuels. Aucun système rigoureux exhaustif de liaison de la réponse physiologique humaine aux grandeurs mesurées n'est toutefois actuellement disponible pour toutes les classes de défauts. L'inspection visuelle par un examinateur humain et la comparaison par rapport à des échantillons de limite demeurent par conséquent le système de catégorisation et de classification des défauts visuels le plus universel. Un système de classification normalisé et une méthode de mesure applicable à l'inspection visuelle des panneaux et modules d'affichage OLED sont nécessaires aux fins de communication de modes de défaillance et d'établissement de critères de spécification.

6.2 Classification des défauts visibles

6.2.1 Système de classification

Afin de faciliter la communication et la spécification des défauts visuels, ainsi que la détermination des modes de défaillance, il est utile de spécifier un système de classification pour les défauts visuels. La Figure 6 illustre un système de classification. Il existe deux types généraux de défauts: à savoir les défauts qui dépendent de la réponse électro-optique et les défauts d'origine mécanique. Les défauts électro-optiques sont ordonnés selon un classement descendant établi sur la clarté du bord du défaut généralement observé. Les défauts mécaniques proviennent généralement d'une dégradation ou d'une contamination de processus.

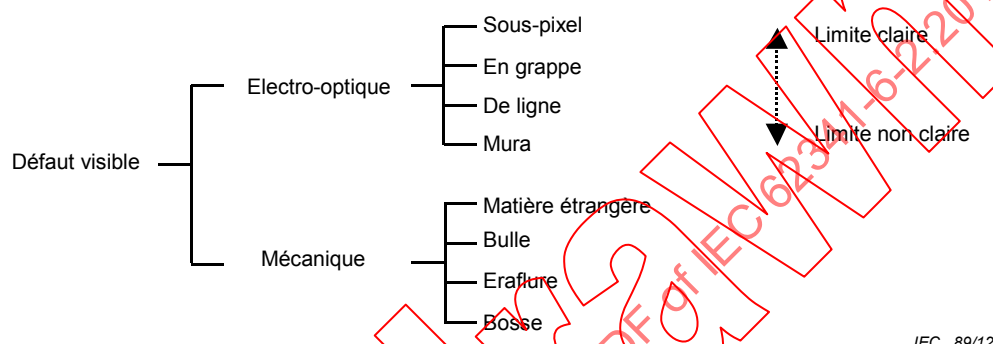
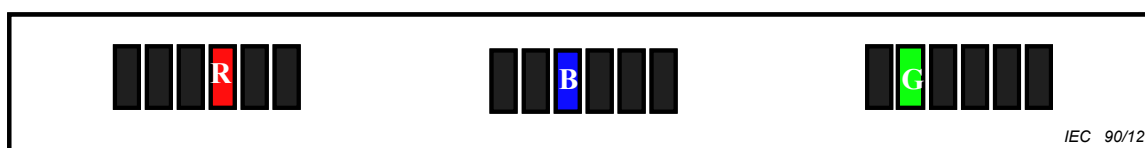


Figure 6 – Classification des défauts visibles

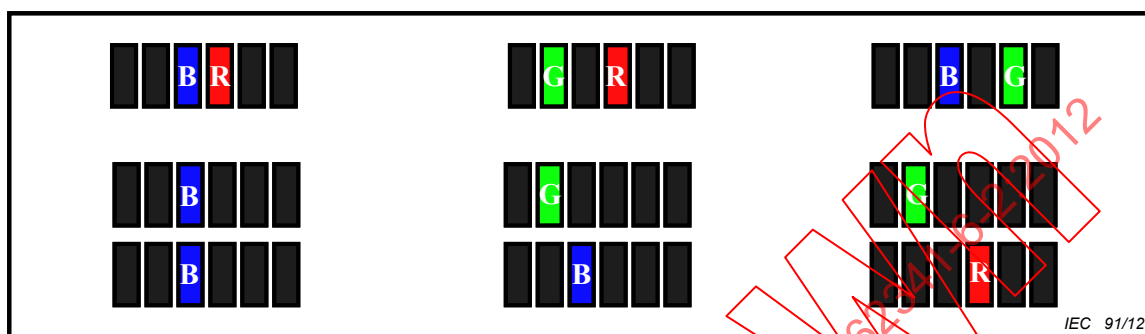
6.2.2 Exemples de référence pour les défauts de sous-pixels

La Figure 7a fournit un exemple d'un défaut de sous-pixel clair de couleur rouge, verte et bleue respectivement. Il convient de réaliser que les désignations de défaut décrites ici s'appliquent à d'autres dispositions de sous-pixels susceptibles d'être envisagées (par exemple, inclusion d'un sous-pixel blanc). La Figure 7b présente des exemples de deux défauts de sous-pixels clairs adjacents liés ou non liés en positions horizontale et verticale. La Figure 7c présente des exemples de trois défauts de sous-pixels clairs adjacents liés en positions horizontale et verticale.



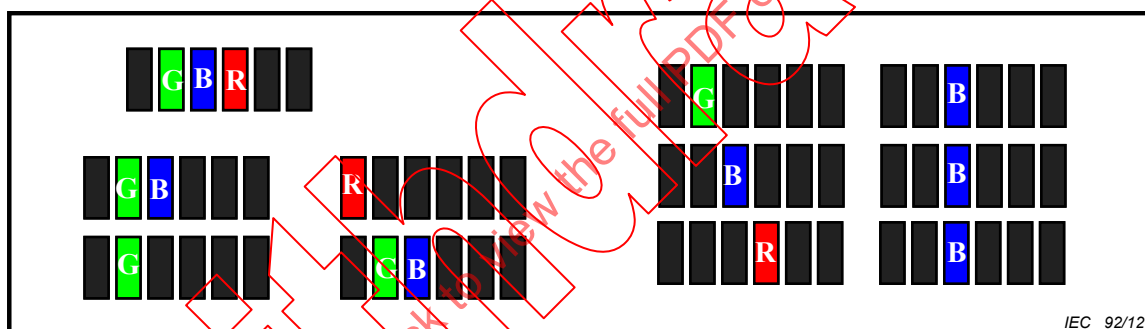
IEC 90/12

Figure 7a – Défaut de sous-pixel clair unique



IEC 91/12

Figure 7b – Deux défauts de sous-pixels clairs adjacents



IEC 92/12

Figure 7c – Trois défauts de sous-pixels clairs adjacents

Figure 7 – Défauts de sous-pixels clairs

Si des défauts de sous-pixels multiples sont éloignés d'une distance spécifiée, ils sont classés comme défauts de sous-pixels individuels. Si ces défauts se produisent sur une distance spécifiée, ils sont classés comme défauts de sous-pixels serrés (ou en grappes). Les Figures 8a et 8b présentent les critères de classification des défauts de sous-pixels clairs et sombres respectivement, situés sur une distance spécifiée minimale d , comme des défauts de sous-pixels serrés. Il est à noter que la distance spécifiée d s'applique à la séparation entre les sous-pixels dans toute direction.

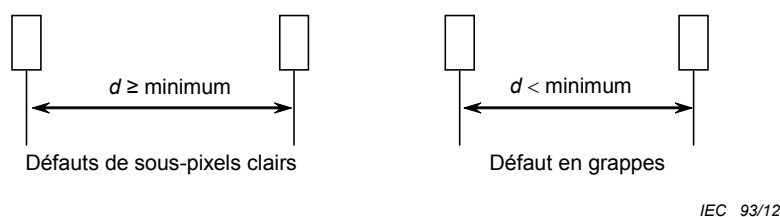


Figure 8a – Critères relatifs aux sous-pixels clairs pour la classification des défauts en grappes

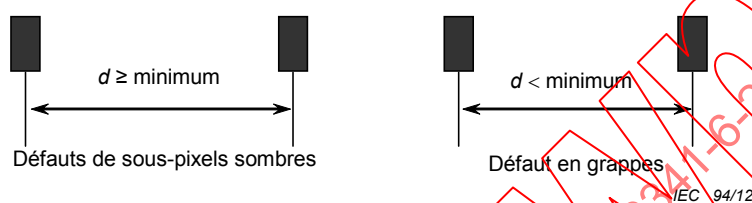


Figure 8b – Distance entre deux sous-pixels sombres

Figure 8 – Critères de classification des défauts de sous-pixels clairs et sombres

6.2.3 Exemple de référence pour les défauts de ligne

Les défauts de ligne apparaissent comme des lignes claires ou sombres horizontales ou verticales qui s'étendent, en totalité ou en partie, sur l'image et proviennent généralement de courts-circuits ou de coupures électriques. La Figure 9 illustre une image présentant plusieurs défauts de ligne claire et sombre.

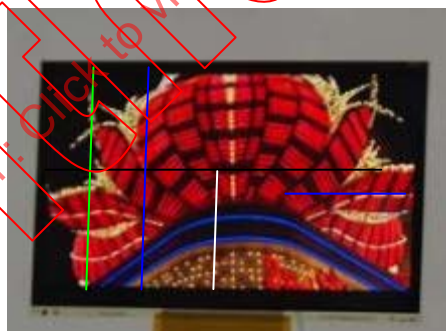


Figure 9 – Défauts de ligne claire et sombre

6.2.4 Exemple de référence pour les défauts de mura

Les défauts de mura comprennent des régions de luminance et de non-uniformité des couleurs dont la variation est généralement davantage progressive que les défauts de niveau de sous-pixels. La visibilité de ce type de défauts dépend dans une large mesure de l'échelle de longueur du défaut, ainsi que de la variation de luminance crête à crête locale. Les caractéristiques de cette nature sont visibles pour des variations de luminance de l'ordre de 1 % à 2 %. La largeur ou la hauteur minimale de ce type de caractéristiques est généralement de 0,5 mm à 2 mm environ.

Un exemple de défaut de mura de ligne dû à des caractéristiques TFT non uniformes pour un afficheur OLED à panneau arrière LTPS est illustré à la Figure 10. Des lignes non uniformes parcourent l'afficheur lorsqu'une image d'un fond blanc uniforme apparaît sur l'afficheur.



Figure 10 – Echantillon d'image d'un défaut de mura de ligne associé à une non uniformité TFT

Les variations de luminance non uniformes dont l'étendue en largeur et en hauteur est limitée sont classées comme des défauts de mura par points. Un exemple de défaut de mura par points est illustré à la Figure 11. Les défauts de mura de ligne ou par points qui présentent une non uniformité de couleur et de luminance, sont classés comme des défauts de mura de couleur.

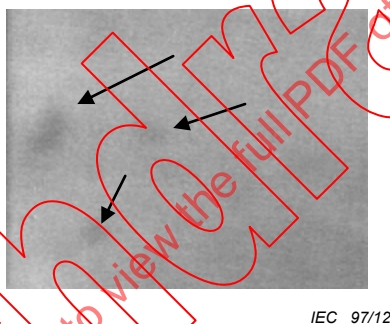


Figure 11 – Exemple de défaut de mura par points sur un fond gris

6.3 Méthode et critères d'inspection visuelle

6.3.1 Conditions normales d'inspection

6.3.1.1 Conditions d'environnement

Sauf indication contraire, les conditions d'environnement normalisées relatives à l'inspection visuelle sont appliquées.

6.3.1.2 Conditions d'éclairage ambiant pour l'inspection visuelle

Sauf indication contraire, les conditions normales d'éclairage ambiant relatives à l'inspection visuelle doivent être appliquées. Tout écart par rapport à ces conditions doit être indiqué dans le rapport relatif à l'inspection visuelle.

Il est admis que les conditions spécifiques d'éclairage ambiant peuvent dépendre de l'objet de l'inspection ou de l'application prévue des panneaux ou modules d'affichage OLED, même si ces conditions peuvent ne pas être optimales pour le confort de l'inspecteur ou la sensibilité aux défauts. Tout écart par rapport aux conditions normales d'éclairage ambiant doit être indiqué dans le rapport relatif à l'inspection visuelle et doit inclure la mesure de l'éclairement lumineux perpendiculairement à la surface d'affichage, de l'éclairement ambiant moyen de l'espace de travail de l'inspecteur (tel que décrit au 5.2.2.1) et toutes autres informations détaillées pertinentes pour l'environnement d'application, telles que l'utilisation d'un environnement sombre ou de sources d'éclairement direct.

Les conditions d'éclairage doivent être maintenues au cours de la session d'inspection, et d'un inspecteur à l'autre. Il convient que les inspecteurs s'habituent aux conditions d'éclairage pendant une période de 10 min avant toute session d'inspection.

6.3.1.3 Conditions visuelles

6.3.1.3.1 Direction de visualisation

Sauf indication contraire, l'inspection visuelle doit être effectuée normalement en visualisant l'affichage à un angle d'incidence normal.

6.3.1.3.2 Distance de visualisation

La distance entre le panneau ou module d'affichage OLED et les yeux de l'inspecteur doit être indiquée dans le rapport relatif à l'inspection visuelle. Une acuité visuelle de 1,0 correspond à une capacité de l'inspecteur à résoudre des caractéristiques d'espacement de 0,3 mrad (1 arcmin). Une distance de visualisation optimale D_{opt} correspondant au double de la distance de résolution de chaque sous-pixel est recommandée ($D_{opt} = 2 \times L / 0,3 \text{ mrad}$), où L est la distance horizontale entre les sous-pixels. Par exemple, il est recommandé de visualiser un afficheur QVGA (320 × 240) avec une diagonale de 2,2" (56 mm) et une largeur de sous-pixel de 50 µm environ, à une distance de 330 mm. La distance de visualisation recommandée est de 950 mm pour un afficheur HD plein écran (1 920 × 1 080) avec une diagonale de 37" (940 mm) et une largeur de sous-pixel de 140 µm. La distance de visualisation minimale doit être de 300 mm.

6.3.1.4 Inspection par un examinateur humain

L'inspecteur doit avoir une perception des couleurs et une acuité visuelle normales (corrigées) $\geq 1,0$ en notation décimale, telles que déterminées par un ophtalmologiste ou spécialiste des yeux qualifié, appliquant des méthodes conformes à celles définies par le Conseil international d'ophtalmologie. [9, 10]. Le test d'Ishihara est recommandé pour la perception des couleurs, et le test de Snellen ou le test de Landolt C est recommandé pour l'acuité visuelle.

6.3.1.5 Condition de commande électrique

6.3.1.5.1 Condition de commande des panneaux ou modules d'affichage OLED

La valeur de la tension de commande doit être indiquée dans la spécification des panneaux ou modules d'affichage OLED.

6.3.1.5.2 Mire

Les mires à utiliser pour l'inspection visuelle doivent inclure les motifs plein écran avec niveau de gris de 0 %, 10 % à 30 % et 100 % selon les exigences relatives à l'application. Les mires destinées aux canaux monochromes ou aux afficheurs monochromes doivent inclure les motifs plein écran de tous les sous-pixels ou points de couleur (par exemple, rouge, vert, bleu ou blanc) avec niveau de gris de 0 %, 10 % à 30 % et 100 % pour chaque canal de couleur respectif selon les exigences relatives à l'application. Le niveau de gris du motif plein écran doit être indiqué dans la spécification particulière.

6.3.2 Méthode normale d'inspection

6.3.2.1 Configuration de l'équipement d'inspection et des panneaux ou modules d'affichage OLED

Le dispositif en essai (DEE) est installé sur le montage d'essai, en faisant pivoter l'angle de visualisation horizontal et vertical. Brancher l'alimentation en courant continu et mettre le générateur de motifs sous tension. Alimenter le panneau ou le module d'affichage OLED en courant de commande, ainsi que le générateur, tel que spécifié pour chaque inspection de défaut.

La zone environnant l'afficheur qui sous-tend un angle de 70° par rapport à la position de l'observateur doit être constituée d'un matériau diffus absorbant la lumière afin de contrôler la diffusion de la lumière ambiante dans le champ de vision de l'observateur, tel qu'illustré à la Figure 12.

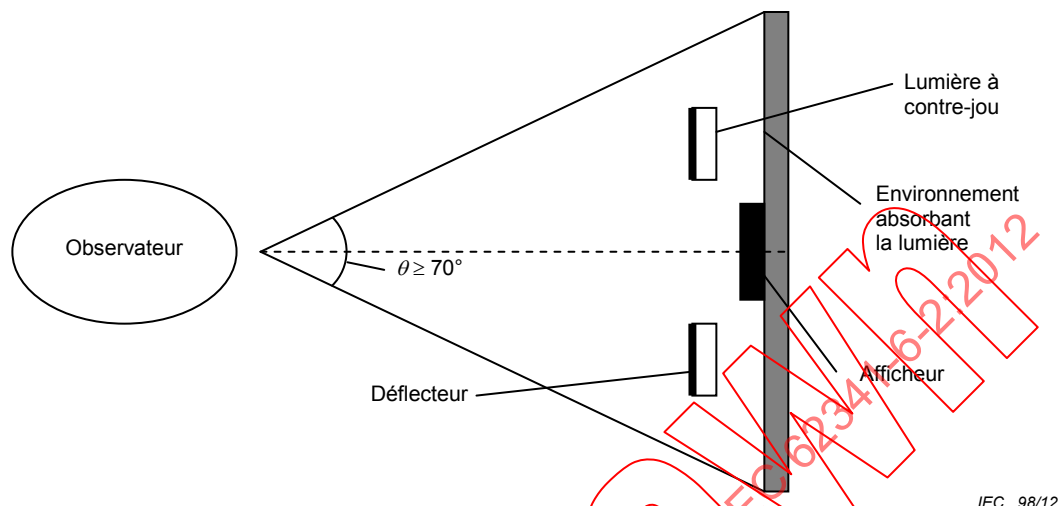


Figure 12 – Condition d'installation pour l'inspection visuelle des défauts visuels électro-optiques

6.3.2.2 Méthode d'inspection des défauts électro-optiques

Une mire plein écran noir (niveau de gris de 0 %, afficheur en mode mise en marche) est utilisée pour examiner les défauts de sous-pixels clairs.

Une mire plein écran dont le niveau de gris est compris entre 10 % et 30 % est utilisée pour examiner les défauts de mura. Un niveau de gris de 10 % doit être appliqué sauf indication contraire dans la spécification particulière. Le niveau de luminance doit être consigné dans le rapport relatif à l'inspection visuelle. Les défauts observés doivent être comparés avec les échantillons de limite.

Une mire plein écran blanc (niveau de gris de 100 %) est utilisée pour examiner les défauts de sous-pixels sombres.

Pour les afficheurs couleurs, et si cela est mentionné dans la spécification particulière, des mires dédiées aux canaux de couleurs individuels peuvent être utilisées pour examiner et clarifier la nature des défauts de sous-pixels et de mura.

Les défauts observés doivent être consignés dans le rapport relatif à l'inspection visuelle.

6.3.2.3 Méthode d'inspection des défauts mécaniques

Un éclairage latéral de l'afficheur obtenu par un éclairage à contre-jour (tel qu'illustré à la Figure 12), avec un éclairage lumineux moyen de la surface d'affichage $> 500 \text{ lx}$, mesuré perpendiculairement à la surface d'affichage au-dessus de la surface de l'afficheur, constitue la condition préférentielle pour un examen des défauts mécaniques. Cet examen doit être réalisé dans plusieurs directions de visualisation. On doit veiller à empêcher toute visualisation directe de la source de lumière par l'inspecteur.

Deux mires doivent être utilisées pour l'inspection des défauts mécaniques: un signal noir plein écran (niveau de gris de 0 %) pour détecter les défauts visibles sur les films et les revêtements qui diffusent une lumière incidente et un signal blanc plein écran (niveau de gris de 100 %) pour détecter les défauts mécaniques qui occluent une partie de la surface

d'affichage. Dans le cas de la mire blanche plein écran, l'éclairage à contre-jour doit être interrompu.

L'inspecteur doit consigner ses observations et la classification des défauts mécaniques dans le rapport relatif à l'inspection visuelle.

6.3.2.4 Inspecteur et échantillon de limite pour l'inspection visuelle

L'inspecteur doit faire l'objet d'une formation régulière assurée par une personne qualifiée, cette formation étant accompagnée d'un document contenant les procédures et les échantillons de limite spécifiés destinés à une inspection visuelle. Les échantillons de limite doivent être maintenus en état de fonctionnement par une personne qualifiée afin d'assurer leur efficacité.

6.3.2.5 Inspection et consignation de résultat

L'inspecteur doit consigner les résultats de chaque essai dans le rapport relatif à l'inspection visuelle.

6.3.3 Critères d'inspection

6.3.3.1 Défauts de sous-pixels clairs

Le nombre maximal de défauts clairs doit être mentionné dans la spécification.

Sous-pixel partiel (toute couleur)-----	Mentionné dans la spécification particulière
Sous-pixel (toute couleur) -----	Mentionné dans la spécification particulière
Sous-pixels en grappes -----	Mentionné dans la spécification particulière
Nombre total de sous-pixels clairs -----	Mentionné dans la spécification particulière

6.3.3.2 Défauts de sous-pixels sombres

Le nombre maximal de défauts sombres doit être mentionné dans la spécification.

Sous-pixel partiel (toute couleur) -----	Mentionné dans la spécification particulière
Sous-pixel (toute couleur) -----	Mentionné dans la spécification particulière
Sous-pixels en grappes -----	Mentionné dans la spécification particulière
Nombre total de sous-pixels sombres -----	Mentionné dans la spécification particulière

6.3.3.3 Sous-pixel instable

Tous les types de défauts de sous-pixels instables ne sont pas admis.

6.3.3.4 Défaut de ligne claire

Tous les types de défauts de ligne claire, tels que les défauts verticaux, horizontaux ou transversaux ne sont pas admis.

6.3.3.5 Défaut de ligne sombre

Tous les types de défauts de ligne sombre, tels que les défauts verticaux, horizontaux ou transversaux ne sont pas admis.

6.3.3.6 Mura

Un échantillon de limite assurant une variation de la luminance ou de la couleur représentative des diverses classifications des défauts de mura constitue une référence pour les défauts de mura acceptables. L'échantillon de limite doit présenter la même luminance

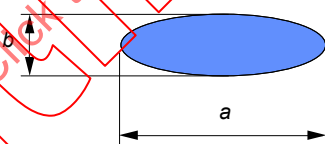
moyenne que le dispositif en essai avec une marge de $\pm 20\%$. Les échantillons de limite de défauts de mura chromatiques doivent présenter les mêmes coordonnées de chromaticité moyennées sur la surface d'affichage que le dispositif en essai avec une marge $\Delta u'v' < 0,006$, tel que défini dans la publication CIE 15. Tous les types de défauts de mura dont les dimensions sont supérieures à l'échantillon de limite doivent être consignés dans le rapport relatif à l'inspection visuelle.

6.3.3.7 Défauts mécaniques

Les critères de défaut d'éraflure et de bosse, dû à une matière étrangère ou de bulle sont définis au Tableau 1 et à la Figure 13. Les symboles «a» et «b» désignent les axes principal et secondaire du défaut.

Tableau 1 – Définitions du type de défauts d'éraflure et de bosse

Défaut		Critères
Éraflures	Linéaire ($a > 2b$)	minimum $\leq$ largeur [mm] $\leq$ maximum, minimum $\leq$ longueur [mm] $\leq$ maximum, N (nombre de défauts) $\leq$ maximum
Bosse	Elliptique ($a \leq 2b$)	minimum $\leq$ diamètre moyen, $(a+b)/2$ [mm] $\leq$ maximum, N (nombre de défauts) $\leq$ maximum
Matières étrangères		minimum $\leq$ a (axe principal) [mm] $\leq$ maximum, N (nombre de défauts) $\leq$ maximum
Bulle		minimum $\leq$ a (axe principal) [mm] $\leq$ maximum, N (nombre de défauts) $\leq$ maximum
NOTE 1 Les substances étrangères qui peuvent être éliminées, telles que empreintes digitales, particules, etc. ne sont pas considérées comme un défaut.		
NOTE 2 Les défauts présents sur la matrice noire (à l'extérieur de la zone active) ne sont pas considérés comme un défaut.		



IEC 99/12

Figure 13 – Forme des défauts d'éraflure et de bosse

7 Méthodes de mesure électro-optiques sous éclairage ambiant

7.1 Mesures de réflexion

7.1.1 Objet

L'objet de cette méthode est de mesurer les propriétés de réflexion d'un module d'affichage OLED dans des conditions définies d'éclairage intérieur ou lumière du jour. Si l'afficheur OLED présente une photoluminescence significative, cette photoluminescence est également intégrée dans le coefficient de réflexion. Dans ce cas, cette méthode de mesure demeure valide lorsque la même répartition spectrale de l'éclairage permet de calculer le rapport de contraste et la couleur ambiants.

7.1.2 Conditions de mesure

a) Appareillage:

Une source de puissance pour l'alimentation, un équipement de signaux de commande, une sphère d'Ulbricht, une sphère d'échantillonnage ou un hémisphère, et une source de

lumière directionnelle. Pour les mesures spectrales, un spectroradiomètre pouvant mesurer la luminance et la radiance spectrale est nécessaire, de même qu'un étalon du facteur de réflexion diffuse blanc avec un facteur connu de réflexion spectrale diffuse hémisphérique et un facteur de réflexion spectrale dirigée, étalonné pour la géométrie de mesure prévue. Les mesures photométriques nécessitent un détecteur pouvant mesurer la luminance ainsi qu'un étalon du facteur de réflexion diffuse blanc avec un facteur connu de réflexion spectrale diffuse hémisphérique et un facteur de réflexion dirigée, étalonné pour la géométrie de mesure et les spectres de source prévus.

b) Condition d'éclairement:

Les conditions normales d'éclairement ambiant pour un local avec une lumière du jour dans des conditions de ciel serein doivent être appliquées. D'autres conditions d'éclairement peuvent également être appliquées, selon l'application.

c) Toutes les autres conditions sont les conditions normales à l'exception des conditions normales d'éclairement ambiant.

7.1.3 Mesure du facteur de réflexion diffuse hémisphérique

a) Placer l'afficheur dans une sphère d'Ulbricht ou d'échantillonnage, tel qu'indiqué à la Figure 2. Mettre sous tension (état ON) et à la température de couleur proximale souhaitée l'éclairement diffus hémisphérique de la sphère d'Ulbricht ou d'échantillonnage. Laisser la source de lumière se stabiliser.

NOTE 1 Un détecteur photopique relié à la sphère permet de contrôler toute variation de l'éclairement lumineux de la sphère.

b) Régler le signal d'entrée d'essai sur l'afficheur pour générer un plein écran blanc (niveau de gris de 100 %). Pour les applications naturelles d'arrière-plan d'images et vidéo, une fenêtre d'une surface de 4 % avec un niveau de gris de 100 % peut également être utilisée pour caractériser le rapport de contraste, ou cette même fenêtre peut mesurer un grand nombre de couleurs d'affichage afin de déterminer la gamme de couleurs. Les dimensions de la fenêtre de 4 % doivent représenter 1/5 des dimensions de largeur et de hauteur de la zone active, la fenêtre devant être située au centre de l'afficheur. Un rapport de contraste mesuré avec une fenêtre de petite surface est désigné comme un rapport de contraste lumineux. Le rapport relatif aux caractéristiques de fonctionnement dans les conditions ambiantes doit consigner toute réalisation d'une mesure du rapport de contraste lumineux.

c) Aligner le dispositif de mesure de la lumière sur l'orifice de mesure, fixé sur le centre de l'afficheur, et à un angle de 8 ° à 10 ° par rapport au plan normal à la surface d'affichage. Eteindre (état OFF) les lumières intérieures de la pièce. Mesurer la radiance spectrale $L_{W,hemi-ON}(\lambda)$ ou la luminance $L_{W,hemi-ON}$ au centre de la mire blanche, l'environnement hémisphérique étant sous tension (état ON). Pour les mesures spectrales, la luminance de l'affichage blanc $L_{W,hemi-ON}$ peut être calculée à l'aide de l'Équation (1):

$$L = 683 \int_{\lambda} L(\lambda) V(\lambda) d\lambda \quad (1)$$

où $V(\lambda)$ est la fonction d'efficacité lumineuse relative photopique définie dans la publication CIE 15.

NOTE 2 Dans le présent document, les mesures spectrales, telles que la radiance spectrale, sont identifiées spécifiquement par leur relation avec la longueur d'onde (par exemple, $L_{W,hemi-ON}(\lambda)$), tandis que leur luminance équivalente photométrique ne présente aucune relation explicite avec la longueur d'onde (par exemple, $L_{W,hemi-ON}$).

d) Aligner le dispositif de mesure de la lumière sur le centre de l'étalon du facteur de réflexion diffuse blanc étalonné et mesurer sa radiance spectrale $S_{W,hemi-ON}(\lambda)$ ou sa luminance $S_{W,hemi-ON}$ avec l'environnement hémisphérique sous tension (état ON) et l'afficheur en mode blanc. Dans le cas de la sphère d'échantillonnage, la valeur $S_{W,hemi-ON}(\lambda)$ ou $S_{W,hemi-ON}$ est la radiance spectrale et la luminance, respectivement, mesurées à partir de la paroi de la sphère adjacente à l'orifice d'échantillonnage.

e) Aligner le dispositif de mesure de la lumière sur le centre de l'afficheur. Régler l'afficheur sur un niveau de gris de 0 % et mesurer la radiance spectrale $L_{K,hemi-ON}(\lambda)$ ou la

luminance $L_{K,hemi-ON}$ de l'écran noir au centre de l'afficheur avec l'environnement diffus sous tension (état ON).

- f) Aligner le dispositif de mesure de la lumière sur le centre de l'étalon du facteur de réflexion diffuse blanc étalonné et mesurer sa radiance spectrale $S_{K,hemi-ON}(\lambda)$ ou sa luminance $S_{K,hemi-ON}$ avec l'environnement sous tension (état ON) et l'afficheur en mode noir.
- g) Eteindre (état OFF) l'éclairement diffus hémisphérique de la sphère d'Ulbricht ou d'échantillonnage. Ceci peut être effectué en mettant la source de lumière hors tension. Si la lumière de la sphère est alimentée par une source mobile (telle qu'un faisceau de fibres optiques), la lumière peut être éteinte (état OFF) par débranchement à l'extrémité de la source de lumière de sorte que les conditions d'éclairage intérieur et les caractéristiques de fonctionnement de la sphère ne soient pas modifiées.
- h) Aligner le dispositif de mesure de la lumière sur le centre de l'afficheur. Régler l'afficheur sur un niveau de gris de 0 % et mesurer la radiance spectrale $L_{K,hemi-OFF}(\lambda)$ ou la luminance $L_{K,hemi-OFF}$ de l'écran noir au centre de l'afficheur avec l'environnement diffus hors tension (état OFF).
- i) Aligner le dispositif de mesure de la lumière sur le centre de l'étalon du facteur de réflexion diffuse blanc étalonné et mesurer sa radiance spectrale $S_{K,hemi-OFF}(\lambda)$ ou sa luminance $S_{K,hemi-OFF}$ avec l'environnement hors tension (état OFF) et l'afficheur en mode noir.
- j) Aligner le dispositif de mesure de la lumière sur le centre de l'afficheur. Rétablir la mire blanche précédente au niveau de gris de 100 % pour une stabilisation du dispositif, et mesurer la radiance spectrale $L_{W,hemi-OFF}(\lambda)$ ou la luminance $L_{W,hemi-OFF}$ de l'écran blanc au centre de l'afficheur avec l'environnement diffus hors tension (état OFF).
- k) Aligner le dispositif de mesure de la lumière sur le centre de l'étalon du facteur de réflexion diffuse blanc étalonné et mesurer sa radiance spectrale $S_{W,hemi-OFF}(\lambda)$ ou sa luminance $S_{W,hemi-OFF}$ avec l'environnement hors tension (état OFF) et l'afficheur en mode blanc.
- l) Calculer le facteur de réflexion spectrale diffuse hémisphérique $R_W(\lambda)$ ou le facteur de réflexion diffuse hémisphérique lumineuse R_W , de la mire d'affichage blanche au niveau de gris de 100 % pour la géométrie d'éclairage/détection mesurée.

Pour les mesures spectrales, la relation suivante s'applique:

$$R_{W,hemi}(\lambda) = R_{std,hemi}(\lambda) \frac{[L_{W,hemi-ON}(\lambda) - L_{W,hemi-OFF}(\lambda)]}{[S_{W,hemi-ON}(\lambda) - S_{W,hemi-OFF}(\lambda)]} \quad (2)$$

où $R_{std,hemi}(\lambda)$ est le facteur connu de réflexion spectrale hémisphérique pour l'étalon du facteur de réflexion diffuse blanc, ou la paroi de la sphère d'échantillonnage, avec la même géométrie. Le facteur de réflexion diffuse hémisphérique lumineuse $R_{W,hemi}$ d'un afficheur à un niveau de gris de 100 % avec les spectres souhaités d'éclairement diffus hémisphérique est déterminé au moyen de l'équation suivante comprenant le facteur de réflexion spectrale $R_{W,hemi}(\lambda)$:

$$R_{W,hemi} = \frac{\int_{\lambda} R_{W,hemi}(\lambda) E(\lambda) V(\lambda) d\lambda}{\int_{\lambda} E(\lambda) V(\lambda) d\lambda} \quad (3)$$

où $E(\lambda)$ est la répartition spectrale relative de l'éclairement souhaité. Les répartitions spectrales de l'illuminant A de la CIE, de la lampe FL1, des illuminants D65, D50 et D75 présentés sous forme de tableau dans la publication CIE 15 doivent être appliquées. Si d'autres illuminants lumière du jour sont souhaités, la relation suivante provenant de la CIE 15 doit être appliquée:

$$E(\lambda) = E_0(\lambda) + M_1 E_1(\lambda) + M_2 E_2(\lambda) \quad (4)$$

où les fonctions propres E_0 , E_1 , et E_2 sont présentées sous forme de tableau dans la publication CIE 15, et M_1 et M_2 sont des valeurs propres définies dans le même document. Par exemple, M_1 et M_2 sont indiquées dans le Tableau 2 pour les illuminants D50 et D75.

Tableau 2 – Valeurs propres M_1 et M_2 pour les illuminants lumière du jour D50 et D75 de la CIE

Valeurs propres	Température de couleur proximale	
	5 000K	7 500K
M_1	-1,0401	0,14358
M_2	0,36666	-0,75993

Pour les mesures de la luminance, l'équivalent photométrique de l'Equation (2) est utilisé:

$$R_{W,hemi} = R_{std,hemi} \frac{[L_{W,hemi-ON} - L_{W,hemi-OFF}]}{[S_{W,hemi-ON} - S_{W,hemi-OFF}]} \quad (5)$$

Cependant, le facteur de réflexion diffuse hémisphérique lumineuse $R_{W,hemi}$ de l'afficheur avec écran blanc, et l'étalon du facteur de réflexion diffuse blanc $R_{std,hemi}$, doivent être appliqués uniquement pour les sources de lumière diffuse hémisphérique avec la même géométrie et la même répartition spectrale que celles utilisées pour cette mesure. Par conséquent, tout calcul du rapport de contraste ou de la couleur ambiant(e) qui applique le facteur de réflexion diffuse hémisphérique lumineuse $R_{W,hemi}$ déterminé à l'aide de la méthode photométrique de l'Equation (5), n'est valable que pour les sources de lumière dont les spectres et la géométrie sont similaires.

NOTE Afin d'assurer l'intégrité des mesures effectuées, la composante réfléchie de l'éclairement de la sphère sera bien plus importante que l'émission de l'afficheur (c'est-à-dire $L_{W,hemi-ON}(\lambda) \gg L_{W,hemi-OFF}(\lambda)$). Le même principe s'applique pour les équivalents photométriques de l'Equation (5).

- m) Calculer le facteur de réflexion spectrale diffuse hémisphérique $R_{K,hemi}(\lambda)$, ou le facteur de réflexion diffuse hémisphérique lumineuse $R_{K,hemi}$, de l'affichage écran noir au niveau de gris de 0 % pour la géométrie d'éclairement/détection mesurée.

Pour les mesures spectrales, la relation suivante s'applique:

$$R_{K,hemi}(\lambda) = R_{std,hemi}(\lambda) \frac{[L_{K,hemi-ON}(\lambda) - L_{K,hemi-OFF}(\lambda)]}{[S_{K,hemi-ON}(\lambda) - S_{K,hemi-OFF}(\lambda)]} \quad (6)$$

Le facteur de réflexion diffuse hémisphérique lumineuse $R_{K,hemi}$ d'un afficheur à un niveau de gris de 0 % avec les spectres souhaités d'éclairement diffus hémisphérique est déterminé au moyen des Equations (3) et (4).

Pour les mesures de la luminance, l'équivalent photométrique de l'Equation (6) est utilisé:

$$R_{K,hemi} = R_{std,hemi} \frac{[L_{K,hemi-ON} - L_{K,hemi-OFF}]}{[S_{K,hemi-ON} - S_{K,hemi-OFF}]} \quad (7)$$

Lorsque l'on utilise la méthode photométrique pour déterminer $R_{K,hemi}$ à l'aide de l'Equation (7), son application dans le calcul du contraste ambiant est valable uniquement pour des sources de lumière dont les spectres et la géométrie sont semblables à ceux utilisés pour cette mesure.

- n) Consigner la CCT de l'éclairage d'essai de l'affichage, la configuration d'essai, $R_{K,hemi}$, $R_{W,hemi}$ et l'éclairement lumineux $E_{K,hemi-ON}$ de l'étalon du facteur de réflexion diffuse blanc avec l'afficheur en mode noir dans le rapport relatif aux caractéristiques de fonctionnement dans les conditions ambiantes. Pour les mesures spectrales, la valeur de $E_{K,hemi-ON}$ est déterminée par l'utilisation de $S_{K,hemi-ON}(\lambda)$ dans l'équation générale suivante:

$$E(\lambda) = \frac{\pi S(\lambda)}{R(\lambda)} \quad (8)$$

où $R(\lambda) = R_{\text{std,hemi}}(\lambda)$ dans ce cas.

L'éclairement lumineux E_V peut être obtenu à partir de l'éclairement énergétique spectral $E(\lambda)$ par la relation

$$E_V = 683 \int_{\lambda} E(\lambda) V(\lambda) d\lambda \quad (9)$$

Pour les mesures de la luminance, l'éclairement lumineux $E_{K,\text{hemi-ON}}$ est obtenu par l'équivalent photométrique de l'Equation (8) en appliquant la luminance de référence blanche $S_{K,\text{hemi-ON}}$.

La température de couleur, les niveaux d'éclairement, les paramètres de détection (angle d'incidence, angle de champ de mesure, distance par rapport à l'échantillon) et la géométrie de la source d'éclairage, utilisés pour les mesures doivent être consignés dans le rapport relatif aux caractéristiques de fonctionnement dans les conditions ambiantes.

7.1.4 Mesure du facteur de réflexion pour une source de lumière dirigée

- Aligner le dispositif de mesure de la lumière perpendiculairement à l'afficheur. Mesurer la radiance spectrale $L_K(\lambda)$ ou la luminance L_K au centre de l'afficheur au niveau de gris de 0 % pour un plein écran noir dans des conditions de chambre noire. Pour les mesures spectrales, la luminance de l'écran noir L_K peut être calculée à l'aide de l'Equation (1).
- Régler le signal d'entrée d'essai sur l'afficheur pour générer un plein écran blanc (niveau de gris de 100 %). Pour les applications naturelles d'arrière-plan d'images et vidéo, une fenêtre d'une surface de 4 % avec un niveau de gris de 100 % peut également être utilisée pour caractériser le rapport de contraste lumineux. Les dimensions de la fenêtre de 4% doivent représenter 1/5 des dimensions de largeur et de hauteur de la zone active, la fenêtre devant être située au centre de l'afficheur. Le rapport relatif aux caractéristiques de fonctionnement dans les conditions ambiantes doit consigner toute réalisation d'une mesure du rapport de contraste lumineux. Mesurer la radiance spectrale $L_W(\lambda)$, ou la luminance L_W , au centre de la mire blanche dans des conditions de chambre noire. Pour les mesures spectrales, la luminance de l'affichage blanc L_W peut être calculée à l'aide de l'Equation (1).
- Positionner la source dirigée selon la géométrie définie pour les conditions d'éclairement intérieur ou lumière du jour. Généralement, la géométrie de la source dirigée isolée doit être appliquée, à moins que l'afficheur ne présente une forte diffusion matricielle. Mettre sous tension (état ON) la source de lumière dirigée à la température de couleur proximale souhaitée, et laisser la source de lumière se stabiliser. Régler l'intensité de la source de sorte que la lumière réfléchiée par l'afficheur génère un signal fort au niveau du dispositif de mesure de la lumière. Retirer l'afficheur et placer l'étalon du facteur de réflexion diffuse blanc dans le même plan de mesure du LMD.
- Mesurer la radiance spectrale $S_{W,\text{dir}}(\lambda)$ ou la luminance $S_{W,\text{dir}}$ à partir de l'étalon du facteur de réflexion diffuse blanc étalonné. Pour les mesures spectrales, l'Equation (8) permet de déterminer l'éclairement spectral $E_{W,\text{dir}}(\lambda)$ sur l'étalon du facteur de réflexion diffuse blanc et sur l'afficheur. Dans cette équation, $E(\lambda) = E_{W,\text{dir}}(\lambda)$, $S(\lambda) = S_{W,\text{dir}}(\lambda)$ et $R(\lambda) = R_{\text{std,dir}}(\lambda)$ est le facteur de réflexion spectrale connu pour l'étalon du facteur de réflexion diffuse blanc avec la même géométrie. L'Equation (9) permet de calculer l'éclairement lumineux de l'afficheur $E_{W,\text{dir}}$. Pour les mesures photométriques, une relation analogue avec l'Equation (8) permet de calculer l'éclairement lumineux $E_{W,\text{dir}}$.
- Replacer l'afficheur sur le plan de mesure du LMD et rétablir la mire blanche précédente au niveau de gris de 100 %. Mesurer la radiance spectrale $L_{W,\text{dir}}(\lambda)$ ou la luminance $L_{W,\text{dir}}$ à partir du centre de l'afficheur d'émission avec mise sous tension (état ON) de l'éclairage de la source dirigée. Pour les mesures spectrales, l'Equation (1) permet de calculer la luminance $L_{W,\text{dir}}$ de l'afficheur avec un éclairement direct.