IEC 62493

Edition 2.1 2022-06
CONSOLIDATED VERSION

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Assessment of lighting equipment related to human exposure to electromagnetic fields

Évaluation d'un équipement d'éclairage relativement à l'exposition humaine aux champs électromagnétiques

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.020; 29.140.99

ISBN 978-2-8322-3931-5

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.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

IEC 62493

Edition 2.1 2022-06
CONSOLIDATED VERSION

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE

colour inside

Assessment of lighting equipment related to human exposure to electromagnetic fields

Évaluation d'un équipement d'éclairage relativement à l'exposition humaine aux champs électromagnétiques



IEC 62493:2015-03+AMD1:2022-06 CSV(en-fr)

CONTENTS

FOREWORD 6
INTRODUCTION 8
1 Scope 9
2 Normative references 9
3 Terms, definitions, physical quantities, units and abbreviations 10
3.1 Terms and definitions 10
3.2 Physical quantities and units 12
3.3 Abbreviations 13
4 Limits 13
4.1 General 13
4.2 Unintentional radiating part of lighting equipment 13
4.2.1 General 13
4.2.2 Lighting equipment deemed to comply with the Van der Hoofden test without testing 14
4.2.3 Application of limits 14
4.3 Intentional radiating part of lighting equipment 14
5 General requirements Van der Hoofden test 15
5.1 Measurand 15
5.2 Supply voltage and frequency 15
5.3 Measurement frequency range 16
5.4 Ambient temperature 16
5.5 Measurement equipment requirements 16
5.6 Measurement instrumentation uncertainty 18
5.7 Test report 18
5.8 Evaluation of results 18
6 Measurement procedure for the Van der Hoofden test 18
6.1 General 18
6.2 Operating conditions 19
6.2.1 Operating conditions for lighting equipment 19
6.2.2 Operating conditions for specific lighting equipment 19
6.2.3 Operating conditions for lighting equipment with intentional radiators 19
6.3 Measurement distance 19
6.4 Measurement set-up 19
6.4.1 General 19
6.4.2 Measurement set-up for specific lighting equipment 20
6.5 Location of measurement test head 20
6.6 Calculation of the results 21
7 Assessment procedure intentional radiators 21
7.1 General 21
7.2 Low-power exclusion method 21
7.2.1 General 21
7.2.2 Determination of the total radiated power 21
7.2.3 Determination of the low-power exclusion level 21
7.2.4 Summation of multiple transmitters 22
7.3 Application of the EMF product standard for body worn-equipment 22
7.4 Application of the EMF product standard for base stations 22

7.5 Application of another EMF standard 22
Annex A (normative) Measurement distances 24
Annex B (informative) Location of measurement test head 25
Annex C (informative) Exposure limits 30
C.1 General 30
C.2 ICNIRP basic restrictions 30
C.2.1 ~~ICNIRP 1998~~ Basic restrictions - SAR 30
C.2.2 ~~ICNIRP 2010~~ Basic restrictions – Internal electric field 30
C.2.3 Changes introduced by ICNIRP 2020 with respect to ICNIRP 1998 and ICNIRP 2010 30
C.3 IEEE 31
Annex D (informative) Rationale measurement and assessment method 32
D.1 General 32
D.2 Induced internal electric field 32
D.2.1 General 32
D.2.2 Induced electric field due to the magnetic field; $E_{\text{eddy}}(f_i, d_{\text{loop}})$ 34
D.2.3 Induced electric field due to the electric field; $E_{\text{cap}}(f_i, d)$ 39
D.3 Thermal effects from 100 kHz to 300 GHz 42
D.3.1 General 42
D.3.2 The 100 kHz to 30 MHz contribution to the thermal effects 43
D.3.3 The 30 MHz to 300 MHz contribution to the thermal effects 44
D.3.4 Overall conclusion for the contribution to thermal effects 45
Annex E (normative) Practical internal electric-field measurement and assessment method 46
E.1 Measurement of induced internal electric field 46
E.2 Calculation program 46
E.3 Compliance criterion for the Van der Hoofden head test 47
Annex F (normative) Protection network 48
F.1 Calibration of the protection network 48
F.2 Calculation of the theoretical characteristic of the protection network 49
Annex G (informative) Measurement instrumentation uncertainty 51
Annex H (informative) Equipment deemed to comply 53
Annex I (informative) Intentional radiators 55
I.1 General 55
I.2 Intentional radiators in lighting equipment 55
I.3 Properties of antennas in lighting applications 55
I.4 Exposure assessment approach 61
I.4.1 General 61
I.4.2 Determination of average total radiated power $P_{\text{int,rad}}$ 61
I.4.3 Determination of the low-power exclusion level P_{max} 62
I.5 Multiple transmitters in a luminaire 62
I.6 Exposure to multiple luminaires 63
I.7 References in Annex I 63
Bibliography 65

Figure 1 – Compliance routes and pass/fail criteria for lighting equipment 15
Figure 2 – The Van der Hoofden test head 17

Figure 3 – Example of a protection circuit 17
Figure 4 – Measurement set-up 20
Figure 5 – Compliance demonstration procedure for the intentional-transmitter part of the lighting equipment 23
Figure B.1 – Location of measurement point in the transverse direction of lighting equipment – side view 25
Figure B.2 – Location of measurement points in the longitude direction of lighting equipment – side view 25
Figure B.3 – Location of measurement points in the longitude direction of lighting equipment; in the direction of illumination 26
Figure B.4 – Location of measurement point for lighting equipment with rotationally symmetrical dimensions 26
Figure B.5 – Location of measurement point for lighting equipment with rotationally symmetrical dimensions; in the direction of illumination 27
Figure B.6 – Location of measurement point for lighting equipment with the same dimensions in the x- and y- axis 27
Figure B.7 – Location of measurement point(s) for lighting equipment with single capped lamp (360° illumination) 28
Figure B.8 – Location of measurement points for lighting equipment with a remote controlgear 28
Figure B.9 – Location of measurement point for an independent electronic converter 29
Figure B.10 – Location of measurement point(s) for an uplighter (floor standing/suspended) 29
Figure D.1 – Overview measurement and assessment method 32
Figure D.2 – Distances of the head, loop and measurement set-up 34
Figure D.3 – Maximum current in the 2 m LLA as function of the frequency 36
Figure D.4 – Induced internal electric field and associated limit levels 38
Figure D.5 – Example of magnetic-field test result using the LLA 39
Figure D.6 – Distances of the head and measurement set-up 40
Figure D.7 – Plot of Equation (D.20) 41
Figure D.8 – Example of the CM-current measured using a conducted emission test 44
Figure F.1 – Test set-up for normalization of the network analyser 48
Figure F.2 – Test set-up for measurement of the voltage division factor using a network analyser 49
Figure F.3 – Calculated theoretical characteristic for the calibration of the protection network 50
Figure H.1 – Flow chart to determine applicability deemed to comply without F factor measurement 54
Figure I.1 – Luminaire with a transmitting antenna in a room 57
Figure I.2 – Impact of a conducting ceiling/plane 58
Figure I.3 – Electric field of a small electrical dipole: analytical formula vs far-field approximation 59
Figure I.4 – Electric field as a function of distance, antenna gain and input power (far-field approximation) 60
Figure I.5 – Impact of pulsed signals on the average exposure 61

Table 1 – Physical quantities and units 12
Table 2 – Receiver or spectrum analyser settings 16

Table A.1 – Lighting equipment and measurement distances 24

Table C.1 – Basic restrictions for general public exposure to time varying electric and magnetic fields for frequencies between 100 kHz and ~~10~~ 300 GHz 30

Table C.2 – Basic restrictions for general public exposure to time varying electric and magnetic fields for frequencies up to 10 MHz 30

Table C.3 – IEEE basic restrictions (BR) for the general public 31

Table C.4 – IEEE basic restrictions (BR) between 100 kHz and 3 GHz for the general public 31

Table D.1 – Induced internal electric field calculations 35

Table D.2 – Calculation main contributions 41

Table D.3 – Frequency steps for the amplitude addition that equals 1,11 times B_6 42

Table D.4 – Frequency steps for the power addition that equals 0,833 times B_6 43

Table D.5 – Field strength limits according to CISPR 15 45

Table E.1 – Conductivity as a function of frequency (see Table C.1 of IEC 62311:2007) 47

Table G.1 – Uncertainty calculation for the measurement method described in Clauses 5 and 6 in the frequency range from 20 kHz to 10 MHz 51

Table G.2 – Comments and information to Table G.1 52

Table I.1 – Overview of wireless radio technologies that might be applied in lighting systems 56

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

ASSESSMENT OF LIGHTING EQUIPMENT RELATED TO HUMAN EXPOSURE TO ELECTROMAGNETIC FIELDS

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.

This consolidated version of the official IEC Standard and its amendment has been prepared for user convenience.

IEC 62493 edition 2.1 contains the second edition (2015-03) [documents 34/222/FDIS and 34/228/RVD] and its amendment 1 (2022-06) [documents 34/827/CDV and 34/906/RVC].

In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendment 1. Additions are in green text, deletions are in strikethrough red text. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.

International Standard IEC 62493 has been prepared by IEC technical committee 34: Lamps and related equipment.

This second edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

a) identification of lighting product types deemed to comply with the standard without the need for test;
b) deletion of the need for CISPR-15-compliance as a prerequisite for IEC 62493 compliance;
c) inclusion of the consequences of the ICNIRP 2010 guidelines for (up to 100 kHz);
d) adding some guidance to the Van der Hoofden test head method to improve reproducibility of results;
e) inclusion of compliance demonstration method for products having intentional radiators.

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

A list of all parts in the IEC 62493 series, published under the general title *Assessment of lighting equipment related to human exposure to electromagnetic fields*, can be found on the IEC website.

The exposure limits given in Annex C (informative) are for information only; they do not comprise an exhaustive list and are valid only in certain regions of the world. It is the responsibility of users of this standard to ensure that they use the current version of the limit values specified by the applicable national authorities.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under 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.

INTRODUCTION

This International Standard establishes a suitable evaluation method for the influence of the electromagnetic fields in the space around the equipment mentioned in the scope, and defines standardized operating conditions and measurement distances.

This standard is designed to assess, by measurements and/or calculations, electromagnetic (EM) fields and their potential effect on the human body by reference to exposure levels of the general public given by ICNIRP~~:1998~~ 2020 [1][1], ICNIRP 2010 [2], IEEE C95.1:2005 [3] and IEEE C95.6:2002 [4]. The exposure levels with which to comply are basic restrictions (both ICNIRP- and IEEE-based).

Based on the lighting equipment operating properties, the frequency range of the applicable basic restrictions can be limited as follows:

- internal electric field between 20 kHz and 10 MHz;
- specific absorption rate (SAR) between 100 kHz and 300 MHz;
- power density is outside the scope.

NOTE Operating frequencies of lighting equipment are higher than 20 kHz to avoid audible noise and infrared interference. Frequency contributions above 300 MHz can be neglected.

This standard is not meant to supplant definitions and procedures specified in exposure standards, but it is aimed at supplementing the procedure already specified for compliance with exposure.

---

1 Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

ASSESSMENT OF LIGHTING EQUIPMENT RELATED TO HUMAN EXPOSURE TO ELECTROMAGNETIC FIELDS

1 Scope

This International Standard applies to the assessment of lighting equipment related to human exposure to electromagnetic fields. The assessment consists of the induced internal electric field for frequencies from 20 kHz to 10 MHz and the specific absorption rate (SAR) for frequencies from 100 kHz to 300 MHz around lighting equipment.

Included in the scope of this standard are:

– all lighting equipment with a primary function of generating and/or distributing light intended for illumination purposes, and intended either for connection to the low voltage electricity supply or for battery operation; used indoor and/or outdoor;

– lighting part of multi-function equipment where one of the primary functions of this is illumination;

– independent auxiliaries exclusively for the use with lighting equipment;

– lighting equipment including intentional radiators for wireless communication or control.

Excluded from the scope of this standard are:

– lighting equipment for aircraft and airfields;

– lighting equipment for road vehicles; (except lighting used for the illumination of passenger compartments in public transport)

– lighting equipment for agriculture;

– lighting equipment for boats/vessels;

– photocopiers, slide projectors;

– apparatus for which the requirements of electromagnetic fields are explicitly formulated in other IEC standards.

NOTE The methods described in this standard are not suitable for comparing the fields from different lighting equipment.

This standard does not apply to built-in components for luminaires such as electronic controlgear.

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 62209-2:2010, *Human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted wireless communication devices – Human models, instrumentation, and procedures – Part 2: Procedure to determine the specific absorption rate (SAR) for wireless communication devices used in close proximity to the human body (frequency range of 30 MHz to 6 GHz)*

IEC 62232:2011, *Determination of RF field strength and SAR in the vicinity of radiocommunication base stations for the purpose of evaluating human exposure*

IEC 62311:2007, *Assessment of electronic and electrical equipment related to human exposure restrictions for electromagnetic fields (0 Hz – 300 GHz)*

IEC 62479:2010, *Assessment of the compliance of low-power electronic and electrical equipment with the basic restrictions related to human exposure to electromagnetic fields (10 MHz to 300 GHz)*

CISPR 16-1-1, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods. Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 70
INTRODUCTION 72
1 Domaine d'application 73
2 Références normatives 73
3 Termes, définitions, grandeurs physiques, unités et abréviations 74
3.1 Termes et définitions 74
3.2 Grandeurs physiques et unités 77
3.3 Abréviations 77
4 Limites 78
4.1 Généralités 78
4.2 Partie de l'équipement d'éclairage présentant un rayonnement non intentionnel 78
4.2.1 Généralités 78
4.2.2 Equipement d'éclairage considéré comme satisfaisant à l'essai de Van der Hoofden sans essai 78
4.2.3 Application des limites 79
4.3 Partie de l'équipement d'éclairage présentant un rayonnement intentionnel 79
5 Exigences générales de l'essai de Van der Hoofden 80
5.1 Mesurage 80
5.2 Tension et fréquence d'alimentation 81
5.3 Gamme des fréquences de mesure 81
5.4 Température ambiante 81
5.5 Exigences en matière d'équipement de mesure 81
5.6 Incertitude liée à l'instrumentation de mesure 83
5.7 Rapport d'essai 83
5.8 Evaluation des résultats 83
6 Procédure de mesure pour l'essai de Van der Hoofden 84
6.1 Généralités 84
6.2 Conditions de fonctionnement 84
6.2.1 Conditions de fonctionnement de l'équipement d'éclairage 84
6.2.2 Conditions de fonctionnement d'un équipement d'éclairage spécifique 84
6.2.3 Conditions de fonctionnement d'un équipement d'éclairage doté de éléments rayonnants intentionnels 84
6.3 Distance de mesure 84
6.4 Montage de mesure 85
6.4.1 Généralités 85
6.4.2 Montage de mesure d'un équipement d'éclairage spécifique 85
6.5 Emplacement de la tête d'essai de mesure 86
6.6 Calcul des résultats 86
7 Éléments rayonnants intentionnels de la procédure d'évaluation 86
7.1 Généralités 86
7.2 Méthode d'exclusion à faible puissance 86
7.2.1 Généralités 86
7.2.2 Détermination de la puissance totale rayonnée 87
7.2.3 Détermination du niveau d'exclusion à faible puissance 87
7.2.4 Addition d'émetteurs multiples 87

7.3 Application de la norme de produit sur les EMF pour les équipements portés près du corps 87
7.4 Application de la norme de produit sur les EMF pour les stations de base 87
7.5 Application d'une autre norme sur les EMF 88
Annexe A (normative) Distances de mesure 89
Annexe B (informative) Emplacement de la tête d'essai de mesure 90
Annexe C (informative) Limites d'exposition 95
C.1 Généralités 95
C.2 Restrictions de base de l'ICNIRP 95
C.2.1 ~~ICNIRP 1998~~ Restrictions de base - DAS 95
C.2.2 ~~ICNIRP 2010~~ Restrictions de base – Champ électrique interne 95
C.2.3 Modifications apportées par l'ICNIRP 2020 par rapport à l'ICNIRP 1998 et l'ICNIRP 2010 96
C.3 IEEE 96
Annexe D (informative) Méthode justificative d'évaluation et de mesure 98
D.1 Généralités 98
D.2 Champ électrique interne induit 98
D.2.1 Généralités 98
D.2.2 Champ électrique induit dû au champ magnétique; $E_{\text{Foucault}}(f_i, d_{\text{boucle}})$ 100
D.2.3 Champ électrique induit dû au champ électrique; $E_{\text{cap}}(f_i, d)$ 107
D.3 Effets thermiques de 100 kHz à 300 GHz 110
D.3.1 Généralités 110
D.3.2 Contribution 100 kHz à 30 MHz aux effets thermiques 111
D.3.3 Contribution 30 MHz à 300 MHz aux effets thermiques 112
D.3.4 Conclusion globale concernant la contribution aux effets thermiques 113
Annexe E (normative) Méthode pratique d'évaluation et de mesure des champs électriques internes 114
E.1 Mesure du champ électrique interne induit 114
E.2 Programme de calcul 114
E.3 Critère de conformité pour l'essai de tête de Van der Hoofden 115
Annexe F (normative) Réseau de protection 117
F.1 Etalonnage du réseau de protection 117
F.2 Calcul de la caractéristique théorique du réseau de protection 118
Annexe G (informative) Incertitude liée à l'instrumentation de mesure 120
Annexe H (informative) Equipement considéré conforme 122
Annexe I (informative) Éléments rayonnants intentionnels 124
I.1 Généralités 124
I.2 Éléments rayonnants intentionnels dans les équipements d'éclairage 124
I.3 Propriétés des antennes dans les applications d'éclairage 124
I.4 Approche d'évaluation d'exposition 130
I.4.1 Généralités 130
I.4.2 Détermination de la puissance totale rayonnée moyenne $P_{\text{int,rad}}$ 130
I.4.3 Détermination du niveau d'exclusion à faible puissance P_{max} 131
I.5 Emetteurs multiples d'un luminaire 132
I.6 Exposition à des luminaires multiples 132
I.7 Références à l'Annexe I 133
Bibliographie 134

Figure 1 – Marches à suivre pour l'établissement de la conformité et critères d'acceptation/échec pour l'équipement d'éclairage 80
Figure 2 – Tête d'essai Van der Hoofden 82
Figure 3 – Exemple de circuit de protection 82
Figure 4 – Montage de mesure 85
Figure 5 – Procédure de démonstration de conformité pour la partie de l'équipement d'éclairage comportant un émetteur intentionnel 88
Figure B.1 – Emplacement du point de mesure dans la direction transversale de l'équipement d'éclairage – vue de côté 90
Figure B.2 – Emplacement des points de mesure dans la direction longitudinale de l'équipement d'éclairage – vue de côté 90
Figure B.3 – Emplacement des points de mesure dans la direction longitudinale de l'équipement d'éclairage; dans la direction de l'éclairement 91
Figure B.4 – Emplacement du point de mesure d'un équipement d'éclairage dont les dimensions présentent une symétrie de rotation 91
Figure B.5 – Emplacement du point de mesure d'un équipement d'éclairage dont les dimensions présentent une symétrie de rotation; dans la direction de l'éclairement 92
Figure B.6 – Emplacement du point de mesure d'un équipement d'éclairage ayant des dimensions identiques sur l'axe x et l'axe y 92
Figure B.7 – Emplacement du ou des points de mesure d'un équipement d'éclairage avec lampe à un seul culot (éclairage à 360°) 93
Figure B.8 – Emplacement des points de mesure d'un équipement d'éclairage muni d'un appareillage à distance 93
Figure B.9 – Emplacement du point de mesure d'un convertisseur électronique indépendant 94
Figure B.10 – Emplacement du/des points de mesure d'un luminaire à éclairage dirigé vers le haut (au sol/suspendu) 94
Figure D.1 – Vue d'ensemble de la méthode d'évaluation et de mesure 98
Figure D.2 – Distances de la tête, de la boucle et du montage de mesure 100
Figure D.3 – Courant maximal dans la LLA de 2 m, en fonction de la fréquence 102
Figure D.4 – Champ électrique interne induit et niveaux limites associés 105
Figure D.5 – Exemple de résultat d'essai de champ magnétique utilisant la LLA 106
Figure D.6 – Distances entre la tête et le montage de mesure 107
Figure D.7 – Courbe de l'Equation (D.20) 108
Figure D.8 – Exemple du courant cm mesuré au moyen d'un essai d'émission conduite 112
Figure F.1 – Montage d'essai pour l'étalonnage de l'analyseur de réseau 117
Figure F.2 – Montage d'essai pour la mesure du facteur de division en tension à l'aide d'un analyseur de réseau 118
Figure F.3 – Caractéristique théorique calculée pour l'étalonnage du réseau de protection 119
Figure H.1 – Organigramme pour déterminer .l'applicabilité de la conformité sans mesure de facteur F 123
Figure I.1 – Luminaire avec antenne d'émission dans une pièce 126
Figure I.2 – Influence d'un plafond/plan conducteur 127
Figure I.3 – Champ électrique d'un petit doublet électrique: formule analytique en fonction de l'approximation de champ lointain 128
Figure I.4 – Champ électrique en fonction de la distance, du gain d'antenne et de la puissance d'entrée (approximation de champ lointain) 129

Figure I.5 – Influence des signaux d'impulsions sur l'exposition moyenne 131

Tableau 1 – Grandeurs physiques et unités 77
Tableau 2 – Réglages du récepteur ou de l'analyseur de spectre 81
Tableau A.1 – Equipement d'éclairage et distances de mesure 89
Tableau C.1 – Restrictions de base concernant l'exposition du grand public aux champs électriques et magnétiques variant dans le temps, pour des fréquences comprises entre 100 kHz et et ~~10~~ 300 GHz 95
Tableau C.2 – Restrictions de base concernant l'exposition du grand public aux champs électriques et magnétiques variant dans le temps pour des fréquences allant jusqu'à 10 MHz 96
Tableau C.3 – Restrictions de base (BR) de l'IEEE pour le grand public 97
Tableau C.4 – Restrictions de base (BR) de l'IEEE entre 100 kHz et 3 GHz pour le grand public 97
Tableau D.1 – Calculs de champ électrique interne induit 101
Tableau D.2 – Calcul des contributions du réseau 109
Tableau D.3 – Pas en fréquence pour l'addition d'amplitude égal à 1,11 fois B_6 110
Tableau D.4 – Pas en fréquence pour l'addition des puissances égal à 0,833 fois B_6 111
Tableau D.5 – Limites d'intensité du champ selon la CISPR 15 113
Tableau E.1 – Conductivité en fonction de la fréquence (voir Tableau C.1 de l'IEC 62311:2007) 115
Tableau G.1 – Calcul de l'incertitude pour la méthode de mesure décrite à l'Article 5 et à l'Article 6 dans la gamme de fréquences comprises entre 20 kHz et 10 MHz 120
Tableau G.2 – Commentaires et informations relatifs au Tableau G.1 121
Tableau I.1 – Présentation des technologies radio sans fil qui sont susceptibles d'être appliquées aux systèmes d'éclairage 125

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

ÉVALUATION D'UN ÉQUIPEMENT D'ÉCLAIRAGE RELATIVEMENT À L'EXPOSITION HUMAINE AUX CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
5) L'IEC 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 l'IEC. L'IEC 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

Cette version consolidée de la Norme IEC officielle et de son amendement a été préparée pour la commodité de l'utilisateur.

L'IEC 62493 édition 2.1 contient la deuxième édition (2015-03) [documents 34/222/FDIS et 34/228/RVD] et son amendement 1 (2022-06) [documents 34/827/CDV et 34/906/RVC].

Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par l'amendement 1. Les ajouts sont en vert, les suppressions sont en rouge, barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 62493 a été établie par le comité d'études 34 de l'IEC: Lampes et équipements associés.

Cette deuxième édition constitue une révision technique.

La présente édition inclut les modifications techniques significatives suivantes par rapport à l'édition précédente:

a) identification des types de produits d'éclairage considérés comme satisfaisant à la norme sans qu'il soit nécessaire de procéder à des essais;
b) suppression de la condition préalable consistant à se conformer à la norme CISPR 15 pour satisfaire aux exigences de l'IEC 62493;
c) inclusion des conséquences des lignes directrices de l'ICNIRP 2010 (jusqu'à 100 kHz);
d) ajout de recommandations pour la "méthode de la tête d'essai de Van der Hoofden" afin d'améliorer la reproductibilité des résultats;
e) inclusion de la méthode de démonstration de conformité des produits dotés d'éléments rayonnants intentionnels.

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62493, publiées sous le titre général *Evaluation d'un équipement d'éclairage relativement à l'exposition humaine aux champs électromagnétiques,* peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Les limites d'exposition indiquées à l'Annexe C (informative) sont données pour information seulement; elles ne constituent pas une liste exhaustive et ne sont valables que dans certaines régions du monde. Il est de la responsabilité des utilisateurs de la présente norme de s'assurer qu'ils utilisent la version en cours des valeurs limites spécifiées par les autorités nationales concernées.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous 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.

INTRODUCTION

La présente Norme internationale établit une méthode d'évaluation appropriée concernant l'influence des champs électromagnétiques dans l'espace situé autour des équipements mentionnés dans le domaine d'application. Elle définit également les conditions de fonctionnement et les distances de mesure normalisées.

Cette norme est conçue pour évaluer, grâce à des mesures et/ou à des calculs, les champs électromagnétiques (EM) et leur effet potentiel sur le corps humain, en référence aux niveaux d'exposition du grand public qui sont donnés dans l'ICNIRP~~:1998~~ 2020 [1][1], l'ICNIRP 2010 [2], l'IEEE C95.1 :2005 [3] et l'IEEE C95.6:2002 [4]. Les niveaux d'exposition ~~auxquels satisfaire~~ à respecter correspondent aux restrictions de base (~~reposant à la fois~~ fondées sur l'ICNIRP et l'IEEE).

En fonction des propriétés de fonctionnement de l'équipement d'éclairage, la gamme de fréquences des restrictions de base applicables peut être limitée comme suit:

- champ électrique interne entre 20 kHz et 10 MHz;
- débit d'absorption spécifique (DAS) compris entre 100 kHz et 300 MHz;
- densité de puissance en dehors du domaine d'application.

NOTE Les fréquences de fonctionnement de l'équipement d'éclairage sont supérieures à 20 kHz, pour éviter les bruits audibles et les interférences infrarouges. Les contributions de fréquence au-delà de 300 MHz peuvent être négligées.

Cette norme n'a pas pour but de remplacer les définitions et procédures spécifiées dans les normes relatives à l'exposition, mais de compléter la procédure déjà spécifiée pour la conformité à l'exposition.

---

1 Les chiffres entre crochets se réfèrent à la Bibliographie.

ÉVALUATION D'UN ÉQUIPEMENT D'ÉCLAIRAGE RELATIVEMENT À L'EXPOSITION HUMAINE AUX CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale traite de l'évaluation d'un équipement d'éclairage relativement à l'exposition humaine aux champs électromagnétiques. L'évaluation comprend le champ électrique interne induit pour les fréquences comprises entre 20 kHz et 10 MHz et le débit d'absorption spécifique (DAS) pour les fréquences comprises entre 100 kHz et 300 MHz autour de l'équipement d'éclairage.

Sont inclus dans le domaine d'application de la présente norme:

– tous les équipements d'éclairage ayant pour fonction principale de générer et/ou de répartir la lumière à des fins d'éclairage, et destinés à être raccordés soit à une alimentation électrique basse tension soit à une batterie, pour utilisation en intérieur et/ou en extérieur;
– la partie des appareils à fonctions multiples destinée à l'éclairage lorsqu'une des principales fonctions de ces appareils est l'éclairement lumineux;
– les organes auxiliaires indépendants, à utiliser exclusivement avec l'équipement d'éclairage;
– les équipements d'éclairage contenant intentionnellement des éléments rayonnants pour les communications ou les commandes sans fil.

Sont exclus du domaine d'application de la présente norme:

– les équipements d'éclairage des avions et des aéroports;
– les équipements d'éclairage des véhicules routiers (excepté l'éclairage des compartiments passagers dans les transports en commun)
– les équipements d'éclairage agricoles;
– les équipements d'éclairage des bateaux/navires;
– les photocopieurs, les projecteurs de documents;
– les appareils pour lesquels les exigences en matière de champs électromagnétiques sont formulées de manière explicite dans d'autres normes IEC.

NOTE Les méthodes décrites dans la présente norme ne sont pas adaptées pour comparer les champs de différents équipements d'éclairage.

La présente norme ne s'applique pas aux composants intégrés dans des luminaires, tels que des appareillages électroniques.

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).

IEC 62209-2:2010*, Exposition humaine aux champs radiofréquence produits par les dispositifs de communications sans fils tenus à la main ou portés près du corps – Modèles de corps humain, instrumentation et procédures – Partie 2: Procédure de détermination du débit*

d'absorption spécifique produit par les appareils de communications sans fil utilisés très près du corps humain (gamme de fréquences de 30 MHz à 6 GHz)

IEC 62232:2011*, Détermination des champs radiofréquences et du DAS aux environs des stations de base utilisées pour les communications radio dans le but d'évaluer l'exposition humaine*

IEC 62311:2007, *Evaluation des équipements électroniques et électriques en relation avec les restrictions d'exposition humaine aux champs électromagnétiques (0 Hz – 300 GHz)*

IEC 62479:2010, *Evaluation de la conformité des appareils électriques et électroniques de faible puissance avec les restrictions de base concernant l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques (10 MHz à 300 GHz)*

CISPR 16-1-1, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques. Partie 1-1: Appareils de mesures des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Appareils de mesure*

IEC 62493

Edition 2.1 2022-06
CONSOLIDATED VERSION

FINAL VERSION

VERSION FINALE

colour inside

Assessment of lighting equipment related to human exposure to electromagnetic fields

Évaluation d'un équipement d'éclairage relativement à l'exposition humaine aux champs électromagnétiques



IEC 62493:2015-03+AMD1:2022-06 CSV(en-fr)

CONTENTS

FOREWORD 6
INTRODUCTION 8
1 Scope 9
2 Normative references 9
3 Terms, definitions, physical quantities, units and abbreviations 10
3.1 Terms and definitions 10
3.2 Physical quantities and units 12
3.3 Abbreviations 13
4 Limits 13
4.1 General 13
4.2 Unintentional radiating part of lighting equipment 13
4.2.1 General 13
4.2.2 Lighting equipment deemed to comply with the Van der Hoofden test without testing 14
4.2.3 Application of limits 14
4.3 Intentional radiating part of lighting equipment 14
5 General requirements Van der Hoofden test 15
5.1 Measurand 15
5.2 Supply voltage and frequency 15
5.3 Measurement frequency range 16
5.4 Ambient temperature 16
5.5 Measurement equipment requirements 16
5.6 Measurement instrumentation uncertainty 18
5.7 Test report 18
5.8 Evaluation of results 18
6 Measurement procedure for the Van der Hoofden test 18
6.1 General 18
6.2 Operating conditions 19
6.2.1 Operating conditions for lighting equipment 19
6.2.2 Operating conditions for specific lighting equipment 19
6.2.3 Operating conditions for lighting equipment with intentional radiators 19
6.3 Measurement distance 19
6.4 Measurement set-up 19
6.4.1 General 19
6.4.2 Measurement set-up for specific lighting equipment 20
6.5 Location of measurement test head 20
6.6 Calculation of the results 21
7 Assessment procedure intentional radiators 21
7.1 General 21
7.2 Low-power exclusion method 21
7.2.1 General 21
7.2.2 Determination of the total radiated power 21
7.2.3 Determination of the low-power exclusion level 21
7.2.4 Summation of multiple transmitters 22
7.3 Application of the EMF product standard for body worn-equipment 22
7.4 Application of the EMF product standard for base stations 22

7.5 Application of another EMF standard 22
Annex A (normative) Measurement distances 24
Annex B (informative) Location of measurement test head 25
Annex C (informative) Exposure limits 30
C.1 General 30
C.2 ICNIRP basic restrictions 30
C.2.1 Basic restrictions - SAR 30
C.2.2 Basic restrictions – Internal electric field 30
C.2.3 Changes introduced by ICNIRP 2020 with respect to ICNIRP 1998 and ICNIRP 2010 30
C.3 IEEE 31
Annex D (informative) Rationale measurement and assessment method 32
D.1 General 32
D.2 Induced internal electric field 32
D.2.1 General 32
D.2.2 Induced electric field due to the magnetic field; $E_{\text{eddy}}(f_i, d_{\text{loop}})$ 34
D.2.3 Induced electric field due to the electric field; $E_{\text{cap}}(f_i, d)$ 39
D.3 Thermal effects from 100 kHz to 300 GHz 42
D.3.1 General 42
D.3.2 The 100 kHz to 30 MHz contribution to the thermal effects 43
D.3.3 The 30 MHz to 300 MHz contribution to the thermal effects 44
D.3.4 Overall conclusion for the contribution to thermal effects 45
Annex E (normative) Practical internal electric-field measurement and assessment method 46
E.1 Measurement of induced internal electric field 46
E.2 Calculation program 46
E.3 Compliance criterion for the Van der Hoofden head test 47
Annex F (normative) Protection network 48
F.1 Calibration of the protection network 48
F.2 Calculation of the theoretical characteristic of the protection network 49
Annex G (informative) Measurement instrumentation uncertainty 51
Annex H (informative) Equipment deemed to comply 53
Annex I (informative) Intentional radiators 55
I.1 General 55
I.2 Intentional radiators in lighting equipment 55
I.3 Properties of antennas in lighting applications 55
I.4 Exposure assessment approach 61
I.4.1 General 61
I.4.2 Determination of average total radiated power $P_{\text{int,rad}}$ 61
I.4.3 Determination of the low-power exclusion level P_{max} 62
I.5 Multiple transmitters in a luminaire 62
I.6 Exposure to multiple luminaires 63
I.7 References in Annex I 63
Bibliography 65

Figure 1 – Compliance routes and pass/fail criteria for lighting equipment 15
Figure 2 – The Van der Hoofden test head 17

Figure 3 – Example of a protection circuit 17
Figure 4 – Measurement set-up 20
Figure 5 – Compliance demonstration procedure for the intentional-transmitter part of the lighting equipment 23
Figure B.1 – Location of measurement point in the transverse direction of lighting equipment – side view 25
Figure B.2 – Location of measurement points in the longitude direction of lighting equipment – side view 25
Figure B.3 – Location of measurement points in the longitude direction of lighting equipment; in the direction of illumination 26
Figure B.4 – Location of measurement point for lighting equipment with rotationally symmetrical dimensions 26
Figure B.5 – Location of measurement point for lighting equipment with rotationally symmetrical dimensions; in the direction of illumination 27
Figure B.6 – Location of measurement point for lighting equipment with the same dimensions in the x- and y- axis 27
Figure B.7 – Location of measurement point(s) for lighting equipment with single capped lamp (360° illumination) 28
Figure B.8 – Location of measurement points for lighting equipment with a remote controlgear 28
Figure B.9 – Location of measurement point for an independent electronic converter 29
Figure B.10 – Location of measurement point(s) for an uplighter (floor standing/suspended) 29
Figure D.1 – Overview measurement and assessment method 32
Figure D.2 – Distances of the head, loop and measurement set-up 34
Figure D.3 – Maximum current in the 2 m LLA as function of the frequency 36
Figure D.4 – Induced internal electric field and associated limit levels 38
Figure D.5 – Example of magnetic-field test result using the LLA 39
Figure D.6 – Distances of the head and measurement set-up 40
Figure D.7 – Plot of Equation (D.20) 40
Figure D.8 – Example of the CM-current measured using a conducted emission test 44
Figure F.1 – Test set-up for normalization of the network analyser 48
Figure F.2 – Test set-up for measurement of the voltage division factor using a network analyser 49
Figure F.3 – Calculated theoretical characteristic for the calibration of the protection network 50
Figure H.1 – Flow chart to determine applicability deemed to comply without F factor measurement 54
Figure I.1 – Luminaire with a transmitting antenna in a room 57
Figure I.2 – Impact of a conducting ceiling/plane 58
Figure I.3 – Electric field of a small electrical dipole: analytical formula vs far-field approximation 59
Figure I.4 – Electric field as a function of distance, antenna gain and input power (far-field approximation) 60
Figure I.5 – Impact of pulsed signals on the average exposure 61

Table 1 – Physical quantities and units 12
Table 2 – Receiver or spectrum analyser settings 16

Table A.1 – Lighting equipment and measurement distances 24
Table C.1 – Basic restrictions for general public exposure to time varying electric and magnetic fields for frequencies between 100 kHz and 300 GHz 30
Table C.2 – Basic restrictions for general public exposure to time varying electric and magnetic fields for frequencies up to 10 MHz 30
Table C.3 – IEEE basic restrictions (BR) for the general public 31
Table C.4 – IEEE basic restrictions (BR) between 100 kHz and 3 GHz for the general public 31
Table D.1 – Induced internal electric field calculations 35
Table D.2 – Calculation main contributions 41
Table D.3 – Frequency steps for the amplitude addition that equals 1,11 times B_6 42
Table D.4 – Frequency steps for the power addition that equals 0,833 times B_6 43
Table D.5 – Field strength limits according to CISPR 15 44
Table E.1 – Conductivity as a function of frequency (see Table C.1 of IEC 62311:2007) 47
Table G.1 – Uncertainty calculation for the measurement method described in Clauses 5 and 6 in the frequency range from 20 kHz to 10 MHz 51
Table G.2 – Comments and information to Table G.1 52
Table I.1 – Overview of wireless radio technologies that might be applied in lighting systems 56

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

ASSESSMENT OF LIGHTING EQUIPMENT RELATED TO HUMAN EXPOSURE TO ELECTROMAGNETIC FIELDS

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.

This consolidated version of the official IEC Standard and its amendment has been prepared for user convenience.

IEC 62493 edition 2.1 contains the second edition (2015-03) [documents 34/222/FDIS and 34/228/RVD] and its amendment 1 (2022-06) [documents 34/827/CDV and 34/906/RVC].

This Final version does not show where the technical content is modified by amendment 1. A separate Redline version with all changes highlighted is available in this publication.

International Standard IEC 62493 has been prepared by IEC technical committee 34: Lamps and related equipment.

This second edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

a) identification of lighting product types deemed to comply with the standard without the need for test;
b) deletion of the need for CISPR-15-compliance as a prerequisite for IEC 62493 compliance;
c) inclusion of the consequences of the ICNIRP 2010 guidelines for (up to 100 kHz);
d) adding some guidance to the Van der Hoofden test head method to improve reproducibility of results;
e) inclusion of compliance demonstration method for products having intentional radiators.

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

A list of all parts in the IEC 62493 series, published under the general title *Assessment of lighting equipment related to human exposure to electromagnetic fields*, can be found on the IEC website.

The exposure limits given in Annex C (informative) are for information only; they do not comprise an exhaustive list and are valid only in certain regions of the world. It is the responsibility of users of this standard to ensure that they use the current version of the limit values specified by the applicable national authorities.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under 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.

INTRODUCTION

This International Standard establishes a suitable evaluation method for the influence of the electromagnetic fields in the space around the equipment mentioned in the scope, and defines standardized operating conditions and measurement distances.

This standard is designed to assess, by measurements and/or calculations, electromagnetic (EM) fields and their potential effect on the human body by reference to exposure levels of the general public given by ICNIRP 2020 [1][1], ICNIRP 2010 [2], IEEE C95.1:2005 [3] and IEEE C95.6:2002 [4]. The exposure levels with which to comply are basic restrictions (both ICNIRP- and IEEE-based).

Based on the lighting equipment operating properties, the frequency range of the applicable basic restrictions can be limited as follows:

- internal electric field between 20 kHz and 10 MHz;
- specific absorption rate (SAR) between 100 kHz and 300 MHz;
- power density is outside the scope.

NOTE Operating frequencies of lighting equipment are higher than 20 kHz to avoid audible noise and infrared interference. Frequency contributions above 300 MHz can be neglected.

This standard is not meant to supplant definitions and procedures specified in exposure standards, but it is aimed at supplementing the procedure already specified for compliance with exposure.

---

1 Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

ASSESSMENT OF LIGHTING EQUIPMENT RELATED TO HUMAN EXPOSURE TO ELECTROMAGNETIC FIELDS

1 Scope

This International Standard applies to the assessment of lighting equipment related to human exposure to electromagnetic fields. The assessment consists of the induced internal electric field for frequencies from 20 kHz to 10 MHz and the specific absorption rate (SAR) for frequencies from 100 kHz to 300 MHz around lighting equipment.

Included in the scope of this standard are:

– all lighting equipment with a primary function of generating and/or distributing light intended for illumination purposes, and intended either for connection to the low voltage electricity supply or for battery operation; used indoor and/or outdoor;

– lighting part of multi-function equipment where one of the primary functions of this is illumination;

– independent auxiliaries exclusively for the use with lighting equipment;

– lighting equipment including intentional radiators for wireless communication or control.

Excluded from the scope of this standard are:

– lighting equipment for aircraft and airfields;

– lighting equipment for road vehicles; (except lighting used for the illumination of passenger compartments in public transport)

– lighting equipment for agriculture;

– lighting equipment for boats/vessels;

– photocopiers, slide projectors;

– apparatus for which the requirements of electromagnetic fields are explicitly formulated in other IEC standards.

NOTE The methods described in this standard are not suitable for comparing the fields from different lighting equipment.

This standard does not apply to built-in components for luminaires such as electronic controlgear.

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 62209-2:2010, *Human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted wireless communication devices – Human models, instrumentation, and procedures – Part 2: Procedure to determine the specific absorption rate (SAR) for wireless communication devices used in close proximity to the human body (frequency range of 30 MHz to 6 GHz)*

IEC 62232:2011, *Determination of RF field strength and SAR in the vicinity of radiocommunication base stations for the purpose of evaluating human exposure*

IEC 62311:2007, *Assessment of electronic and electrical equipment related to human exposure restrictions for electromagnetic fields (0 Hz – 300 GHz)*

IEC 62479:2010, *Assessment of the compliance of low-power electronic and electrical equipment with the basic restrictions related to human exposure to electromagnetic fields (10 MHz to 300 GHz)*

CISPR 16-1-1, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods. Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 70
INTRODUCTION 72
1 Domaine d'application 73
2 Références normatives 73
3 Termes, définitions, grandeurs physiques, unités et abréviations 74
3.1 Termes et définitions 74
3.2 Grandeurs physiques et unités 77
3.3 Abréviations 77
4 Limites 78
4.1 Généralités 78
4.2 Partie de l'équipement d'éclairage présentant un rayonnement non intentionnel 78
4.2.1 Généralités 78
4.2.2 Equipement d'éclairage considéré comme satisfaisant à l'essai de Van der Hoofden sans essai 78
4.2.3 Application des limites 79
4.3 Partie de l'équipement d'éclairage présentant un rayonnement intentionnel 79
5 Exigences générales de l'essai de Van der Hoofden 80
5.1 Mesurage 80
5.2 Tension et fréquence d'alimentation 81
5.3 Gamme des fréquences de mesure 81
5.4 Température ambiante 81
5.5 Exigences en matière d'équipement de mesure 81
5.6 Incertitude liée à l'instrumentation de mesure 83
5.7 Rapport d'essai 83
5.8 Evaluation des résultats 83
6 Procédure de mesure pour l'essai de Van der Hoofden 84
6.1 Généralités 84
6.2 Conditions de fonctionnement 84
6.2.1 Conditions de fonctionnement de l'équipement d'éclairage 84
6.2.2 Conditions de fonctionnement d'un équipement d'éclairage spécifique 84
6.2.3 Conditions de fonctionnement d'un équipement d'éclairage doté de éléments rayonnants intentionnels 84
6.3 Distance de mesure 84
6.4 Montage de mesure 85
6.4.1 Généralités 85
6.4.2 Montage de mesure d'un équipement d'éclairage spécifique 85
6.5 Emplacement de la tête d'essai de mesure 86
6.6 Calcul des résultats 86
7 Éléments rayonnants intentionnels de la procédure d'évaluation 86
7.1 Généralités 86
7.2 Méthode d'exclusion à faible puissance 86
7.2.1 Généralités 86
7.2.2 Détermination de la puissance totale rayonnée 87
7.2.3 Détermination du niveau d'exclusion à faible puissance 87
7.2.4 Addition d'émetteurs multiples 87

7.3 Application de la norme de produit sur les EMF pour les équipements portés près du corps 87
7.4 Application de la norme de produit sur les EMF pour les stations de base 87
7.5 Application d'une autre norme sur les EMF 88
Annexe A (normative) Distances de mesure 89
Annexe B (informative) Emplacement de la tête d'essai de mesure 90
Annexe C (informative) Limites d'exposition 95
C.1 Généralités 95
C.2 Restrictions de base de l'ICNIRP 95
C.2.1 Restrictions de base - DAS 95
C.2.2 Restrictions de base – Champ électrique interne 95
C.2.3 Modifications apportées par l'ICNIRP 2020 par rapport à l'ICNIRP 1998 et l'ICNIRP 2010 96
C.3 IEEE 96
Annexe D (informative) Méthode justificative d'évaluation et de mesure 98
D.1 Généralités 98
D.2 Champ électrique interne induit 98
D.2.1 Généralités 98
D.2.2 Champ électrique induit dû au champ magnétique; $E_{\text{Foucault}}(f_i, d_{\text{boucle}})$ 100
D.2.3 Champ électrique induit dû au champ électrique; $E_{\text{cap}}(f_i, d)$ 105
D.3 Effets thermiques de 100 kHz à 300 GHz 109
D.3.1 Généralités 109
D.3.2 Contribution 100 kHz à 30 MHz aux effets thermiques 109
D.3.3 Contribution 30 MHz à 300 MHz aux effets thermiques 111
D.3.4 Conclusion globale concernant la contribution aux effets thermiques 112
Annexe E (normative) Méthode pratique d'évaluation et de mesure des champs électriques internes 113
E.1 Mesure du champ électrique interne induit 113
E.2 Programme de calcul 113
E.3 Critère de conformité pour l'essai de tête de Van der Hoofden 114
Annexe F (normative) Réseau de protection 116
F.1 Etalonnage du réseau de protection 116
F.2 Calcul de la caractéristique théorique du réseau de protection 117
Annexe G (informative) Incertitude liée à l'instrumentation de mesure 119
Annexe H (informative) Equipement considéré conforme 121
Annexe I (informative) Éléments rayonnants intentionnels 123
I.1 Généralités 123
I.2 Éléments rayonnants intentionnels dans les équipements d'éclairage 123
I.3 Propriétés des antennes dans les applications d'éclairage 123
I.4 Approche d'évaluation d'exposition 129
I.4.1 Généralités 129
I.4.2 Détermination de la puissance totale rayonnée moyenne $P_{\text{int,rad}}$ 129
I.4.3 Détermination du niveau d'exclusion à faible puissance P_{max} 130
I.5 Emetteurs multiples d'un luminaire 131
I.6 Exposition à des luminaires multiples 131
I.7 Références à l'Annexe I 132
Bibliographie 133

Figure 1 – Marches à suivre pour l'établissement de la conformité et critères d'acceptation/échec pour l'équipement d'éclairage 80
Figure 2 – Tête d'essai Van der Hoofden 82
Figure 3 – Exemple de circuit de protection 82
Figure 4 – Montage de mesure 85
Figure 5 – Procédure de démonstration de conformité pour la partie de l'équipement d'éclairage comportant un émetteur intentionnel 88
Figure B.1 – Emplacement du point de mesure dans la direction transversale de l'équipement d'éclairage – vue de côté 90
Figure B.2 – Emplacement des points de mesure dans la direction longitudinale de l'équipement d'éclairage – vue de côté 90
Figure B.3 – Emplacement des points de mesure dans la direction longitudinale de l'équipement d'éclairage; dans la direction de l'éclairement 91
Figure B.4 – Emplacement du point de mesure d'un équipement d'éclairage dont les dimensions présentent une symétrie de rotation 91
Figure B.5 – Emplacement du point de mesure d'un équipement d'éclairage dont les dimensions présentent une symétrie de rotation; dans la direction de l'éclairement 92
Figure B.6 – Emplacement du point de mesure d'un équipement d'éclairage ayant des dimensions identiques sur l'axe x et l'axe y 92
Figure B.7 – Emplacement du ou des points de mesure d'un équipement d'éclairage avec lampe à un seul culot (éclairage à 360°) 93
Figure B.8 – Emplacement des points de mesure d'un équipement d'éclairage muni d'un appareillage à distance 93
Figure B.9 – Emplacement du point de mesure d'un convertisseur électronique indépendant 94
Figure B.10 – Emplacement du/des points de mesure d'un luminaire à éclairage dirigé vers le haut (au sol/suspendu) 94
Figure D.1 – Vue d'ensemble de la méthode d'évaluation et de mesure 98
Figure D.2 – Distances de la tête, de la boucle et du montage de mesure 100
Figure D.3 – Courant maximal dans la LLA de 2 m, en fonction de la fréquence 102
Figure D.4 – Champ électrique interne induit et niveaux limites associés 104
Figure D.5 – Exemple de résultat d'essai de champ magnétique utilisant la LLA 105
Figure D.6 – Distances entre la tête et le montage de mesure 106
Figure D.7 – Courbe de l'Equation (D.20) 107
Figure D.8 – Exemple du courant cm mesuré au moyen d'un essai d'émission conduite 111
Figure F.1 – Montage d'essai pour l'étalonnage de l'analyseur de réseau 116
Figure F.2 – Montage d'essai pour la mesure du facteur de division en tension à l'aide d'un analyseur de réseau 117
Figure F.3 – Caractéristique théorique calculée pour l'étalonnage du réseau de protection 118
Figure H.1 – Organigramme pour déterminer .l'applicabilité de la conformité sans mesure de facteur F 122
Figure I.1 – Luminaire avec antenne d'émission dans une pièce 125
Figure I.2 – Influence d'un plafond/plan conducteur 126
Figure I.3 – Champ électrique d'un petit doublet électrique: formule analytique en fonction de l'approximation de champ lointain 127
Figure I.4 – Champ électrique en fonction de la distance, du gain d'antenne et de la puissance d'entrée (approximation de champ lointain) 128

Figure I.5 – Influence des signaux d'impulsions sur l'exposition moyenne 130

Tableau 1 – Grandeurs physiques et unités 77
Tableau 2 – Réglages du récepteur ou de l'analyseur de spectre 81
Tableau A.1 – Equipement d'éclairage et distances de mesure 89
Tableau C.1 – Restrictions de base concernant l'exposition du grand public aux champs électriques et magnétiques variant dans le temps, pour des fréquences comprises entre 100 kHz et et 300 GHz 95
Tableau C.2 – Restrictions de base concernant l'exposition du grand public aux champs électriques et magnétiques variant dans le temps pour des fréquences allant jusqu'à 10 MHz 96
Tableau C.3 – Restrictions de base (BR) de l'IEEE pour le grand public 97
Tableau C.4 – Restrictions de base (BR) de l'IEEE entre 100 kHz et 3 GHz pour le grand public 97
Tableau D.1 – Calculs de champ électrique interne induit 101
Tableau D.2 – Calcul des contributions du réseau 107
Tableau D.3 – Pas en fréquence pour l'addition d'amplitude égal à 1,11 fois B_6 108
Tableau D.4 – Pas en fréquence pour l'addition des puissances égal à 0,833 fois B_6 109
Tableau D.5 – Limites d'intensité du champ selon la CISPR 15 112
Tableau E.1 – Conductivité en fonction de la fréquence (voir Tableau C.1 de l'IEC 62311:2007) 114
Tableau G.1 – Calcul de l'incertitude pour la méthode de mesure décrite à l'Article 5 et à l'Article 6 dans la gamme de fréquences comprises entre 20 kHz et 10 MHz 119
Tableau G.2 – Commentaires et informations relatifs au Tableau G.1 120
Tableau I.1 – Présentation des technologies radio sans fil qui sont susceptibles d'être appliquées aux systèmes d'éclairage 124

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

ÉVALUATION D'UN ÉQUIPEMENT D'ÉCLAIRAGE RELATIVEMENT À L'EXPOSITION HUMAINE AUX CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
5) L'IEC 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 l'IEC. L'IEC 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

Cette version consolidée de la Norme IEC officielle et de son amendement a été préparée pour la commodité de l'utilisateur.

L'IEC 62493 édition 2.1 contient la deuxième édition (2015-03) [documents 34/222/FDIS et 34/228/RVD] et son amendement 1 (2022-06) [documents 34/827/CDV et 34/906/RVC].

Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par l'amendement 1. Une version Redline montrant toutes les modifications est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 62493 a été établie par le comité d'études 34 de l'IEC: Lampes et équipements associés.

Cette deuxième édition constitue une révision technique.

La présente édition inclut les modifications techniques significatives suivantes par rapport à l'édition précédente:

a) identification des types de produits d'éclairage considérés comme satisfaisant à la norme sans qu'il soit nécessaire de procéder à des essais;
b) suppression de la condition préalable consistant à se conformer à la norme CISPR 15 pour satisfaire aux exigences de l'IEC 62493;
c) inclusion des conséquences des lignes directrices de l'ICNIRP 2010 (jusqu'à 100 kHz);
d) ajout de recommandations pour la "méthode de la tête d'essai de Van der Hoofden" afin d'améliorer la reproductibilité des résultats;
e) inclusion de la méthode de démonstration de conformité des produits dotés d'éléments rayonnants intentionnels.

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62493, publiées sous le titre général *Evaluation d'un équipement d'éclairage relativement à l'exposition humaine aux champs électromagnétiques,* peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Les limites d'exposition indiquées à l'Annexe C (informative) sont données pour information seulement; elles ne constituent pas une liste exhaustive et ne sont valables que dans certaines régions du monde. Il est de la responsabilité des utilisateurs de la présente norme de s'assurer qu'ils utilisent la version en cours des valeurs limites spécifiées par les autorités nationales concernées.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous 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.

INTRODUCTION

La présente Norme internationale établit une méthode d'évaluation appropriée concernant l'influence des champs électromagnétiques dans l'espace situé autour des équipements mentionnés dans le domaine d'application. Elle définit également les conditions de fonctionnement et les distances de mesure normalisées.

Cette norme est conçue pour évaluer, grâce à des mesures et/ou à des calculs, les champs électromagnétiques (EM) et leur effet potentiel sur le corps humain, en référence aux niveaux d'exposition du grand public qui sont donnés dans l'ICNIRP 2020 [1][1], l'ICNIRP 2010 [2], l'IEEE C95.1 :2005 [3] et l'IEEE C95.6:2002 [4]. Les niveaux d'exposition à respecter correspondent aux restrictions de base (fondées sur l'ICNIRP et l'IEEE).

En fonction des propriétés de fonctionnement de l'équipement d'éclairage, la gamme de fréquences des restrictions de base applicables peut être limitée comme suit:

- champ électrique interne entre 20 kHz et 10 MHz;
- débit d'absorption spécifique (DAS) compris entre 100 kHz et 300 MHz;
- densité de puissance en dehors du domaine d'application.

NOTE Les fréquences de fonctionnement de l'équipement d'éclairage sont supérieures à 20 kHz, pour éviter les bruits audibles et les interférences infrarouges. Les contributions de fréquence au-delà de 300 MHz peuvent être négligées.

Cette norme n'a pas pour but de remplacer les définitions et procédures spécifiées dans les normes relatives à l'exposition, mais de compléter la procédure déjà spécifiée pour la conformité à l'exposition.

---

1 Les chiffres entre crochets se réfèrent à la Bibliographie.

ÉVALUATION D'UN ÉQUIPEMENT D'ÉCLAIRAGE RELATIVEMENT À L'EXPOSITION HUMAINE AUX CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale traite de l'évaluation d'un équipement d'éclairage relativement à l'exposition humaine aux champs électromagnétiques. L'évaluation comprend le champ électrique interne induit pour les fréquences comprises entre 20 kHz et 10 MHz et le débit d'absorption spécifique (DAS) pour les fréquences comprises entre 100 kHz et 300 MHz autour de l'équipement d'éclairage.

Sont inclus dans le domaine d'application de la présente norme:

– tous les équipements d'éclairage ayant pour fonction principale de générer et/ou de répartir la lumière à des fins d'éclairage, et destinés à être raccordés soit à une alimentation électrique basse tension soit à une batterie, pour utilisation en intérieur et/ou en extérieur;
– la partie des appareils à fonctions multiples destinée à l'éclairage lorsqu'une des principales fonctions de ces appareils est l'éclairement lumineux;
– les organes auxiliaires indépendants, à utiliser exclusivement avec l'équipement d'éclairage;
– les équipements d'éclairage contenant intentionnellement des éléments rayonnants pour les communications ou les commandes sans fil.

Sont exclus du domaine d'application de la présente norme:

– les équipements d'éclairage des avions et des aéroports;
– les équipements d'éclairage des véhicules routiers (excepté l'éclairage des compartiments passagers dans les transports en commun)
– les équipements d'éclairage agricoles;
– les équipements d'éclairage des bateaux/navires;
– les photocopieurs, les projecteurs de documents;
– les appareils pour lesquels les exigences en matière de champs électromagnétiques sont formulées de manière explicite dans d'autres normes IEC.

NOTE Les méthodes décrites dans la présente norme ne sont pas adaptées pour comparer les champs de différents équipements d'éclairage.

La présente norme ne s'applique pas aux composants intégrés dans des luminaires, tels que des appareillages électroniques.

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).

IEC 62209-2:2010*, Exposition humaine aux champs radiofréquence produits par les dispositifs de communications sans fils tenus à la main ou portés près du corps – Modèles de corps humain, instrumentation et procédures – Partie 2: Procédure de détermination du débit*

d'absorption spécifique produit par les appareils de communications sans fil utilisés très près du corps humain (gamme de fréquences de 30 MHz à 6 GHz)

IEC 62232:2011*, Détermination des champs radiofréquences et du DAS aux environs des stations de base utilisées pour les communications radio dans le but d'évaluer l'exposition humaine*

IEC 62311:2007, *Evaluation des équipements électroniques et électriques en relation avec les restrictions d'exposition humaine aux champs électromagnétiques (0 Hz – 300 GHz)*

IEC 62479:2010, *Evaluation de la conformité des appareils électriques et électroniques de faible puissance avec les restrictions de base concernant l'exposition des personnes aux champs électromagnétiques (10 MHz à 300 GHz)*

CISPR 16-1-1, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques. Partie 1-1: Appareils de mesures des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Appareils de mesure*