

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Assessment of power density of human exposure to radio frequency fields from wireless devices in close proximity to the head and body (frequency range of 6 GHz to 300 GHz) –
Part 1: Measurement procedure**

**Évaluation de la densité de puissance de l'exposition humaine aux champs radiofréquences provenant de dispositifs sans fil à proximité immédiate de la tête et du corps (plage de fréquences de 6 GHz à 300 GHz) –
Partie 1: Procédure de mesure**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 17.220.20

ISBN 978-2-8322-0123-7

**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.....	9
INTRODUCTION.....	11
1 Scope.....	12
2 Normative references	13
3 Terms and definitions	13
3.1 Exposure metrics and parameters.....	13
3.2 Spatial, physical, and geometrical parameters associated with exposure metrics.....	16
3.3 Measurement instrumentation, field probe, and data-processing parameters.....	17
3.4 RF power parameters	20
3.5 Test device technical operating and antenna parameters	21
3.6 Test device physical configurations.....	23
3.7 Uncertainty parameters.....	24
4 Symbols and abbreviated terms.....	25
4.1 Symbols.....	25
4.1.1 Physical quantities.....	25
4.1.2 Constants	26
4.2 Abbreviated terms.....	26
5 Quick start guide and application of this document	27
5.1 Quick start guide.....	27
5.2 Application of this document	30
5.3 Stipulations.....	30
6 Measurement system and laboratory requirements	30
6.1 General requirements	30
6.2 Laboratory requirements	31
6.3 Field probe requirements	32
6.4 Measurement instrumentation requirements.....	32
6.5 Scanning system requirements	33
6.5.1 Single-probe systems	33
6.5.2 Multiple field-probe systems	33
6.6 Device holder requirements	34
6.7 Post-processing quantities, procedures, and requirements.....	35
6.7.1 Formulas for calculation of sPD	35
6.7.2 Post-processing procedure	37
6.7.3 Requirements	38
7 Protocol for PD assessment	39
7.1 General.....	39
7.2 Measurement preparation	39
7.2.1 Relative system check	39
7.2.2 DUT requirements	39
7.2.3 DUT preparation.....	40
7.2.4 Selecting evaluation surfaces	41
7.3 Tests to be performed.....	44
7.3.1 General	44
7.3.2 Tests to be performed when supported by simulations of the antenna array.....	46
7.3.3 Tests to be performed by measurements of the antenna array	48

7.4	Measurement procedure	48
7.4.1	General measurement procedure.....	48
7.4.2	Power density assessment methods	49
7.4.3	Power scaling for operating mode and channel.....	51
7.4.4	Correction for DUT drift	53
7.5	Exposure combining.....	54
7.5.1	General	54
7.5.2	Combining power density and SAR results.....	55
8	Uncertainty estimation	58
8.1	General.....	58
8.2	Requirements for uncertainty evaluations	58
8.3	Description of uncertainty models	58
8.4	Uncertainty terms dependent on the measurement system.....	59
8.4.1	<i>CAL</i> – Calibration of the measurement equipment.....	59
8.4.2	<i>COR</i> – Probe correction	59
8.4.3	<i>FRS</i> – Frequency response	59
8.4.4	<i>SCC</i> – Sensor cross coupling	60
8.4.5	<i>ISO</i> – Isotropy.....	61
8.4.6	<i>LIN</i> – System linearity error	61
8.4.7	<i>PSC</i> – Probe scattering	61
8.4.8	<i>PPO</i> – Probe positioning offset	62
8.4.9	<i>PPR</i> – Probe positioning repeatability	62
8.4.10	<i>SMO</i> – Sensor mechanical offset.....	63
8.4.11	<i>PSR</i> – Probe spatial resolution	63
8.4.12	<i>FLD</i> – Field impedance dependence (ratio $ E / H $)	63
8.4.13	<i>MED</i> – Measurement drift	63
8.4.14	<i>APN</i> – Amplitude and phase noise	64
8.4.15	<i>TR</i> – Measurement area truncation	64
8.4.16	<i>DAQ</i> – Data acquisition.....	64
8.4.17	<i>SMP</i> – Sampling.....	64
8.4.18	<i>REC</i> – Field reconstruction.....	64
8.4.19	<i>SNR</i> – Signal-to-noise ratio	65
8.4.20	<i>TRA</i> – Forward transformation and backward transformation.....	65
8.4.21	<i>SCA</i> – Power density scaling.....	66
8.4.22	<i>SAV</i> – Spatial averaging.....	66
8.4.23	<i>COM</i> – Exposure combining.....	66
8.5	Uncertainty terms dependent on the DUT and environmental factors	66
8.5.1	<i>PC</i> – Probe coupling with DUT.....	66
8.5.2	<i>MOD</i> – Modulation response.....	67
8.5.3	<i>IT</i> – Integration time	67
8.5.4	<i>RT</i> – Response time.....	68
8.5.5	<i>DH</i> – Device holder influence	68
8.5.6	<i>DA</i> – DUT alignment	68
8.5.7	<i>AC</i> – RF ambient conditions.....	68
8.5.8	<i>TEM</i> – Laboratory temperature.....	68
8.5.9	<i>REF</i> – Reflections in laboratory.....	69
8.5.10	<i>MSI</i> – Measurement system immunity/secondary reception.....	69
8.5.11	<i>DRI</i> – DUT drift.....	69
8.6	Combined and expanded uncertainty	69

9	Measurement report	73
9.1	General.....	73
9.2	Items to be recorded in measurement reports	73
Annex A	(normative) Measurement system check and system validation tests	76
A.1	Overview	76
A.2	Normalization to total radiated power	77
A.2.1	General	77
A.2.2	Option 1: Accepted power measurement.....	77
A.2.3	Option 2: Total radiated power measurement.....	81
A.3	Relative system check	82
A.3.1	Purpose	82
A.3.2	Antenna and test conditions.....	82
A.3.3	Procedure.....	83
A.3.4	Acceptance criteria	83
A.4	Absolute system check	85
A.4.1	Purpose	85
A.4.2	Antenna and test conditions.....	85
A.4.3	Procedure.....	85
A.4.4	Acceptance criteria	85
A.5	System validation.....	86
A.5.1	Purpose	86
A.5.2	Procedure.....	86
A.5.3	Validation of modulation response	87
A.5.4	Acceptance criteria	87
Annex B	(normative) Antennas for system check and system validation tests	89
B.1	General.....	89
B.2	Pyramidal horn antennas for system checks	90
B.3	Cavity-fed dipole arrays for system validation	91
B.3.1	Description	91
B.3.2	Numerical target values for cavity-fed dipole arrays.....	94
B.3.3	Field and power density distribution patterns	94
B.3.4	Far-field radiation patterns.....	99
B.4	Pyramidal horns with slot arrays for system validation	101
B.4.1	Description	101
B.4.2	Numerical target values for pyramidal horns loaded with a slot array	103
B.4.3	Field and power density distribution patterns	104
B.4.4	Far-field radiation patterns.....	109
B.5	Antenna validation procedure.....	110
B.5.1	General	110
B.5.2	Objectives, scope, and usage specifications	111
B.5.3	Antenna design.....	111
B.5.4	Numerical targets	111
B.5.5	Reference antennas calibration	111
B.5.6	Antenna verification and life expectation.....	111
B.5.7	Uncertainty budget considerations	111
B.6	Validation procedure for wideband signals	112
B.6.1	General	112
B.6.2	Validation signals	112
B.6.3	Validation antennas and setup.....	112

B.6.4	Target values for validation antennas transmitting wideband signals	112
B.6.5	Wideband signal uncertainty	112
B.6.6	Validation procedure	113
Annex C (normative)	Calibration and characterization of measurement probes	114
C.1	General	114
C.2	Calibration of waveguide probes	114
C.2.1	General	114
C.2.2	Sensitivity	114
C.2.3	Linearity	114
C.2.4	Lower detection limit	115
C.2.5	Isotropy	115
C.2.6	Response time	115
C.3	Calibration for isotropic scalar E-field or H-field probes	115
C.3.1	General	115
C.3.2	Sensitivity	115
C.3.3	Isotropy	115
C.3.4	Linearity	116
C.3.5	Lower detection limit	116
C.3.6	Response time	116
C.4	Calibration of phasor E-field or H-field probes	116
C.4.1	General	116
C.4.2	Sensitivity	116
C.4.3	Isotropy	117
C.4.4	Linearity	117
C.4.5	Lower detection limit	117
C.5	Calibration uncertainty parameters	117
C.5.1	General	117
C.5.2	Input power to the antenna	117
C.5.3	Mismatch effect (input power measurement)	117
C.5.4	Gain and offset distance	118
C.5.5	Signal spectrum	118
C.5.6	Setup stability	118
C.5.7	Uncertainty for field impedance variations	119
C.6	Uncertainty budget template	119
Annex D (informative)	Information on use of square or circular shapes for power density averaging area in conformity evaluations	121
D.1	General	121
D.2	Method using computational analysis	121
D.3	Areas averaged with square and circular shapes on planar evaluation surface	121
D.4	Areas averaged with square and circular shapes on nonplanar evaluation surface	123
Annex E (informative)	Reconstruction algorithms	125
E.1	General	125
E.2	Methodologies to extract local field components and power densities	125
E.2.1	General	125
E.2.2	Phase-less approaches	126
E.2.3	Approaches using E-field polarization ellipse measurements	126
E.2.4	Direct near-field measurements	126

E.3	Forward transformation (propagation) of the fields	127
E.3.1	General	127
E.3.2	Field expansion methods	128
E.3.3	Field integral equation methods	128
E.4	Backward transformation (propagation) of the fields	129
E.4.1	General	129
E.4.2	Field expansion methods – the plane wave expansion	129
E.4.3	Inverse source methods	130
E.5	Analytical reference functions	131
Annex F	(normative) Interlaboratory comparisons	133
F.1	Purpose	133
F.2	Reference devices	133
F.3	Power setup	133
F.4	Interlaboratory comparison – procedure	133
Annex G	(informative) PD test and verification example	134
G.1	Purpose	134
G.2	DUT overview	134
G.3	Test system verification	134
G.4	Test setup	134
G.5	Power density results	134
G.6	Combined exposure (Total Exposure Ratio)	134
Annex H	(informative) Applicability of plane-wave equivalent approximations	135
H.1	Objective	135
H.2	Method	135
H.3	Results	135
H.4	Discussion	137
Annex I	(informative) Rationales for concepts and methods applied in this document and IEC/IEEE 63195-2	138
I.1	Frequency range	138
I.2	Calculation of sPD	138
I.2.1	Application of the Poynting vector for calculation of incident power density	138
I.2.2	Averaging area	139
Bibliography		140
Figure 1	– Quick Start Guide	29
Figure 2	– Simplified view of a generic measurement setup involving the use of reconstruction algorithms	38
Figure 3	– Cross-sectional view of SAM phantom for SAR evaluations at the reference plane, as described in IEC/IEEE 62209-1528:2020	42
Figure 4	– Cross-sectional view of SAM virtual phantom for PD evaluations at the reference plane (shell thickness is 2 mm everywhere, including at the pinna)	42
Figure 5	– Example reference coordinate system for the left-ear ERP of the SAM phantom	44
Figure 6	– Example reference points and vertical and horizontal lines on a DUT	44
Figure 7	– Flow chart for test procedure in 7.3	46
Figure 8	– Flow chart for general measurement procedure in 7.4.1	49
Figure 9	– Flow chart for power density assessment methods in 7.4.2	50

Figure 10 – SAR and power density evaluation at a point r	57
Figure 11 – Combining SAR (top) and power density (bottom) for the SAM phantom	57
Figure A.1 – Recommended accepted power measurement setup for relative system check, absolute system check and system validation	78
Figure A.2 – Equipment setup for measurement of forward power P_f and forward coupled power P_{fc}	78
Figure A.3 – Equipment setup for measuring the shorted reverse coupled power P_{rcs}	78
Figure A.4 – Equipment setup for measuring the power with the reference antenna	79
Figure A.5 – Port numbering for the S -parameter measurements of the directional coupler	80
Figure B.1 – Main dimensions for the cavity-fed dipole arrays – 30 GHz design	92
Figure B.2 – 10 GHz patterns of $ E_{total} $ and $Re\{S\}_{total}$ for the cavity-fed dipole arrays at distances of a) 2 mm, b) 5 mm, c) 10 mm, and d) 50 mm from the upper surface of the dielectric substrate	95
Figure B.3 – 30 GHz patterns of $ E_{total} $ and $Re\{S\}_{total}$ for the cavity-fed dipole arrays at distances of a) 2 mm, b) 5 mm, c) 10 mm, and d) 50 mm from the upper surface of the dielectric substrate	96
Figure B.4 – 60 GHz patterns of $ E_{total} $ and $Re\{S\}_{total}$ for the cavity-fed dipole arrays at distances of a) 2 mm, b) 5 mm, c) 10 mm, and d) 50 mm from the upper surface of the dielectric substrate	97
Figure B.5 – 90 GHz patterns of $ E_{total} $ and $Re\{S\}_{total}$ for the cavity-fed dipole arrays at distances of a) 2 mm, b) 5 mm, c) 10 mm, and d) 50 mm from the upper surface of the dielectric substrate	98
Figure B.6 – Far-field radiation patterns of a) 10 GHz, b) 30 GHz, c) 60 GHz, and d) 90 GHz cavity-fed dipole arrays	100
Figure B.7 – Main dimensions for the 0,15 mm stainless steel stencil with slot array	101
Figure B.8 – Main dimensions for the pyramidal horn antennas	102
Figure B.9 – 10 GHz patterns of $ E_{total} $ and $Re\{S\}_{total}$ for the pyramidal horn loaded with a slot array at distances of a) 2 mm, b) 5 mm, c) 10 mm, and d) 50 mm from the upper surface of the slot array	105
Figure B.10 – 30 GHz patterns of $ E_{total} $ and $Re\{S\}_{total}$ for the pyramidal horn loaded with a slot array at distances of a) 2 mm, b) 5 mm, c) 10 mm, and d) 50 mm from the upper surface of the slot array	106
Figure B.11 – 60 GHz patterns of $ E_{total} $ and $Re\{S\}_{total}$ for the pyramidal horn loaded with a slot array at distances of a) 2 mm, b) 5 mm, c) 10 mm, and d) 50 mm from the upper surface of the slot array	107
Figure B.12 – 90 GHz patterns of $ E_{total} $ and $Re\{S\}_{total}$ for the pyramidal horn loaded with a slot array at distances of a) 2 mm, b) 5 mm, c) 10 mm, and d) 50 mm from the upper surface of the slot array	108
Figure B.13 – Far-field radiation patterns of a) 10 GHz, b) 30 GHz, c) 60 GHz, and d) 90 GHz pyramidal horn loaded with a slot array	110
Figure D.1 – Schematic view of the assessment of the variation of sPD using square shape by rotating AUT (antenna under test)	121
Figure D.2 – Comparison of $psPD$ averaged using square versus circular shaped areas on planar evaluation surfaces	122
Figure D.3 – Example PD distributions with device next to ear evaluation surface	123
Figure D.4 – Comparison of $psPD$ averaged using cube cross-section (square-like) versus sphere cross-section (circular-like) shaped areas for device next to ear evaluation surface	124

Figure E.1 – Simulation (left) and forward transformation from measurements applying methods described in [29] (right) of power density in the xz -plane (above) and yz -plane (below) at a distance of 2 mm for a cavity-fed dipole array at 30 GHz (see Annex B)	127
Figure H.1 – $psPD_{pwe} / psPD_{tot}$ as function of distance (in units of λ) from cavity-fed dipole array (CDA##G, left-side) and pyramidal horn with slot arrays (SH##G, right-side) operating at 10 GHz, 30 GHz, 60 GHz, and 90 GHz	137
Table 1 – Evaluation plan check-list.....	28
Table 2 – Minimum evaluation distance between the DUT antenna and the evaluation surface for which the plane wave equivalent approximation applies	50
Table 3 – Template of measurement uncertainty for power density measurements	70
Table 4 – Example measurement uncertainty budget for power density measurement results	72
Table A.1 – Example of power measurement uncertainty	81
Table A.2 – Communication signals for modulation response test	87
Table B.1 – Target values for pyramidal horn antennas at different frequencies	90
Table B.2 – Main dimensions for the cavity-fed dipole arrays at each frequency of interest	91
Table B.3 – Geometrical parameters of the cavity-fed dipole arrays at each frequency of interest	93
Table B.4 – Substrate and metallic block parameters for the cavity-fed dipole arrays at each frequency of interest.....	93
Table B.5 – Target values for the cavity-fed dipole arrays at 10 GHz, 30 GHz, 60 GHz, and 90 GHz	94
Table B.6 – Main dimensions for the stencil with slot array for each frequency	102
Table B.7 – Primary dimensions for the corresponding pyramidal horns at each frequency.....	103
Table B.8 – Target values for the pyramidal horns loaded with slot arrays at 10 GHz, 30 GHz, 60 GHz, and 90 GHz	104
Table C.1 – Uncertainty analysis of the probe calibration	119
Table D.1 – Phase shift values for the array antenna	123
Table E.1 – List of analytical reference functions and associated $psPD_{n+}$ target values	131
Table E.2 – List of analytical reference functions and associated $psPD_{tot+}$ target values	132
Table E.3 – List of analytical reference functions and associated $psPD_{mod+}$ target values	132

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ASSESSMENT OF POWER DENSITY OF HUMAN EXPOSURE TO RADIO
FREQUENCY FIELDS FROM WIRELESS DEVICES IN CLOSE PROXIMITY
TO THE HEAD AND BODY (FREQUENCY RANGE OF 6 GHz TO 300 GHz) –****Part 1: Measurement procedure**

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 document(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.

IEEE Standards documents are developed within IEEE Societies and Standards Coordinating Committees of the IEEE Standards Association (IEEE SA) Standards Board. IEEE develops its standards through a consensus development process, approved by the American National Standards Institute, which brings together volunteers representing varied viewpoints and interests to achieve the final product. Volunteers are not necessarily members of IEEE and serve without compensation. While IEEE administers the process and establishes rules to promote fairness in the consensus development process, IEEE does not independently evaluate, test, or verify the accuracy of any of the information contained in its standards. Use of IEEE Standards documents is wholly voluntary. *IEEE documents are made available for use subject to important notices and legal disclaimers (see <http://standards.ieee.org/ipr/disclaimers.html> for more information).*

IEC collaborates closely with IEEE in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations. This Dual Logo International Standard was jointly developed by the IEC and IEEE under the terms of that agreement.

- 2) The formal decisions 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. The formal decisions of IEEE on technical matters, once consensus within IEEE Societies and Standards Coordinating Committees has been reached, is determined by a balanced ballot of materially interested parties who indicate interest in reviewing the proposed standard. Final approval of the IEEE standards document is given by the IEEE Standards Association (IEEE SA) Standards Board.
- 3) IEC/IEEE Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees/IEEE Societies in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC/IEEE Publications is accurate, IEC or IEEE 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 (including IEC/IEEE Publications) transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC/IEEE Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC and IEEE do not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC and IEEE are 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 IEEE or their directors, employees, servants or agents including individual experts and members of technical committees and IEC National Committees, or volunteers of IEEE Societies and the Standards Coordinating Committees of the IEEE Standards Association (IEEE SA) Standards Board, 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/IEEE Publication or any other IEC or IEEE 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 implementation of this IEC/IEEE Publication may require use of material covered by patent rights. By publication of this standard, no position is taken with respect to the existence or validity of any patent rights in connection therewith. IEC or IEEE shall not be held responsible for identifying Essential Patent Claims for which a license may be required, for conducting inquiries into the legal validity or scope of Patent Claims or determining whether any licensing terms or conditions provided in connection with submission of a Letter of Assurance, if any, or in any licensing agreements are reasonable or non-discriminatory. Users of this standard are expressly advised that determination of the validity of any patent rights, and the risk of infringement of such rights, is entirely their own responsibility.

IEC/IEEE 63195-1 was prepared by IEC technical committee 106: Methods for the assessment of electric, magnetic and electromagnetic fields associated with human exposure, in cooperation with the International Committee on Electromagnetic Safety of the IEEE Standards Association, under the IEC/IEEE Dual Logo Agreement between IEC and IEEE. It is an International Standard.

This document is published as an IEC/IEEE Dual Logo standard.

This publication contains supplemental files in the form of analytical reference functions for validation of the reconstruction algorithms in Annex E. Download links for these files can be found in Clause E.5.

The text of this International Standard is based on the following IEC documents:

Draft	Report on voting
106/565/FDIS	106/570/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with the rules given in the ISO/IEC Directives, Part 2, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/standardsdev/publications.

A list of all parts in the IEC/IEEE 63195 series, published under the general title *Assessment of power density of human exposure to radio frequency fields from wireless devices in close proximity to the head and body*, can be found on the IEC website.

The IEC Technical Committee and IEEE Technical Committee have decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document 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 document provides methods to evaluate incident power density exposures due to any electromagnetic field (EMF) transmitting device intended to be used at a position near the human head or body, or mounted on the body, combined with other transmitters within a product, or embedded in garments. The device categories covered include but are not limited to mobile telephones, radio transmitters in personal computers, and desktop and laptop devices. This document also addresses multi-band and multi-antenna devices. The overall applicable frequency range is from 6 GHz to 300 GHz. This document specifies:

- measurement system (Clause 6);
- power density measurement protocols (Clause 7);
- uncertainty evaluation (Clause 8);
- measurement report (Clause 9);
- system checks and system validation (Annex B).

To develop this document, IEC Technical Committee 106 (TC 106) and Technical Committee 34 (TC 34) Subcommittee 1 (SC 1) of IEEE International Committee on Electromagnetic Safety (ICES) formed Joint Working Group 12 (JWG 12) on measurement methods to assess the power density of electromagnetic fields from wireless devices in close proximity to the head and body.

This document is partly based on IEC TR 63170:2018.

NOTE System validation tests are specified in Annex B for 10 GHz, 30 GHz, 60 GHz, and 90 GHz to cover the frequency range from 6 GHz to 110 GHz. Additional validation antennas to cover the frequency range up to 300 GHz will be developed in a future revision of this document. Further discussion on rationales is given in Annex I.

ASSESSMENT OF POWER DENSITY OF HUMAN EXPOSURE TO RADIO FREQUENCY FIELDS FROM WIRELESS DEVICES IN CLOSE PROXIMITY TO THE HEAD AND BODY (FREQUENCY RANGE OF 6 GHz TO 300 GHz) –

Part 1: Measurement procedure

1 Scope

This document specifies protocols and test procedures for repeatable and reproducible measurements of power density (PD) that provide conservative estimates of exposure incident to a human head or body due to radio-frequency (RF) electromagnetic field (EMF) transmitting communication devices, with a specified measurement uncertainty. These protocols and procedures apply for exposure evaluations of a significant majority of the population during the use of hand-held and body-worn RF transmitting communication devices. The methods apply for devices that can feature single or multiple transmitters or antennas, and can be operated with their radiating structure(s) at distances up to 200 mm from a human head or body.

The methods of this document can be used to determine conformity with applicable maximum PD requirements of different types of RF transmitting communication devices being used in close proximity to the head and body, including if combined with other RF transmitting or non-transmitting devices or accessories (e.g. belt-clip), or embedded in garments. The overall applicable frequency range of these protocols and procedures is from 6 GHz to 300 GHz.

The RF transmitting communication device categories covered in this document include but are not limited to mobile telephones, radio transmitters in personal computers, desktop and laptop devices, and multi-band and multi-antenna devices.

NOTE 1 System validation tests are specified in Annex B for 10 GHz, 30 GHz, 60 GHz, and 90 GHz to cover the frequency range from 6 GHz to 110 GHz. Additional validation antennas to cover the frequency range up to 300 GHz will be developed in a future revision of this document. Further discussion on rationales is given in Annex I.

NOTE 2 The protocols and test procedures in this document can be adapted to evaluate exposure also due to non-communication types of devices operating in close proximity to the head and body, but these devices are not in the scope of this document.

NOTE 3 For the assessment of the combined exposure from simultaneous transmitters operating on frequencies below 6 GHz, the relevant standards for SAR measurements are IEC/IEEE 62209-1528:2020 and IEC/IEEE 62209-3:2019 [1].

NOTE 4 Between 6 GHz and 10 GHz, the scopes of this document and IEC/IEEE 62209-1528:2020 overlap. According to ICNIRP [2] guidelines and IEEE ICES C95.1 [3] standard, power density is the conformity metric in this frequency range. SAR can be used as conformity metric if local regulatory requirements allow it. (e.g. in case where a single transmit band includes test channels at both below and above 6 GHz).

The procedures of this document do not apply for EMF measurements of devices or objects intended to be implanted in the body.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC/IEEE 62209-1528:2020, *Measurement procedure for the assessment of specific absorption rate of human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted wireless communication devices – Part 1528: Human models, instrumentation, and procedures (Frequency range of 4 MHz to 10 GHz)*

IEC/IEEE 63195-2:2021¹, *Assessment of power density of human exposure to radio frequency fields from wireless devices in close proximity to the head and body (Frequency range of 6 GHz to 300 GHz) – Part 2: Computational procedure*

¹ To be published.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	152
INTRODUCTION.....	154
1 Domaine d'application	155
2 Références normatives	156
3 Termes et définitions	156
3.1 Paramètres et indicateurs d'exposition.....	156
3.2 Paramètres spatiaux, physiques et géométriques associés aux indicateurs d'exposition	159
3.3 Instrumentation de mesure, sonde de champ et paramètres de traitement des données	161
3.4 Paramètres de puissance RF	164
3.5 Paramètres techniques de fonctionnement et d'antenne du dispositif d'essai	165
3.6 Configurations physiques des dispositifs d'essai	166
3.7 Paramètres d'incertitude	168
4 Symboles et termes abrégés	169
4.1 Symboles.....	169
4.1.1 Grandeurs physiques.....	169
4.1.2 Constantes	170
4.2 Termes abrégés.....	170
5 Guide de démarrage rapide et application du présent document.....	171
5.1 Guide de démarrage rapide	171
5.2 Application du présent document	174
5.3 Conditions	174
6 Exigences relatives au système de mesure et au laboratoire	174
6.1 Exigences générales.....	174
6.2 Exigences relatives au laboratoire	176
6.3 Exigences relatives à la sonde de champ.....	176
6.4 Exigences relatives à l'instrumentation de mesure	177
6.5 Exigences relatives au système de balayage	177
6.5.1 Systèmes à sonde unique.....	177
6.5.2 Systèmes à sonde de champ multiple	178
6.6 Exigences relatives au support de dispositif.....	178
6.7 Grandeurs, procédures et exigences relatives au post-traitement	179
6.7.1 Formules de calcul de la <i>sPD</i>	179
6.7.2 Procédure de post-traitement	181
6.7.3 Exigences.....	182
7 Protocole d'évaluation de la densité de puissance	183
7.1 Généralités	183
7.2 Préparation du mesurage.....	183
7.2.1 Vérification relative du système	183
7.2.2 Exigences relatives au DUT.....	183
7.2.3 Préparation du DUT	184
7.2.4 Choix des surfaces d'évaluation	185
7.3 Essais à réaliser	189
7.3.1 Généralités.....	189
7.3.2 Essais à réaliser en cas de prise en charge par simulations du réseau d'antenne	191

7.3.3	Essais à réaliser par des mesures du réseau d'antenne.....	193
7.4	Procédure de mesure.....	193
7.4.1	Procédure de mesure générale.....	193
7.4.2	Méthodes d'évaluation de la densité de puissance.....	195
7.4.3	Mise à l'échelle de la puissance selon le mode de fonctionnement et le canal	197
7.4.4	Correction de la dérive du DUT.....	199
7.5	Combinaison d'expositions.....	200
7.5.1	Généralités.....	200
7.5.2	Combinaison des résultats de la densité de puissance et du DAS.....	202
8	Estimation de l'incertitude.....	204
8.1	Généralités	204
8.2	Exigences relatives aux évaluations de l'incertitude	205
8.3	Description des modèles d'incertitude	205
8.4	Termes d'incertitude dépendant du système de mesure	206
8.4.1	<i>CAL</i> – Etalonnage de l'équipement de mesure (CALibration).....	206
8.4.2	<i>COR</i> – Correction de la sonde.....	206
8.4.3	<i>FRS</i> – Réponse en fréquence (Frequency ReSponse)	206
8.4.4	<i>SCC</i> – Couplage croisé de capteurs (Sensor Cross Coupling)	207
8.4.5	<i>ISO</i> – Isotropie	208
8.4.6	<i>LIN</i> – Erreur de linéarité du système.....	208
8.4.7	<i>PSC</i> – Diffusion de la sonde (Probe SCattering)	209
8.4.8	<i>PPO</i> – Décalage de positionnement de la sonde (Probe Positioning Offset)	209
8.4.9	<i>PPR</i> – Répétabilité du positionnement de la sonde (Probe Positioning Repeatability)	210
8.4.10	<i>SMO</i> – Décalage mécanique du capteur (Sensor Mechanical Offset).....	211
8.4.11	<i>PSR</i> – Résolution spatiale de la sonde (Probe Spatial Resolution)	211
8.4.12	<i>FLD</i> – Influence de l'impédance de champ (FieLD impedance dependence) (rapport $ E / H $).....	211
8.4.13	<i>MED</i> – Dérive de mesure (MEasurement Drift).....	211
8.4.14	<i>APN</i> – Bruit d'amplitude et de phase (Amplitude and Phase Noise)	212
8.4.15	<i>TR</i> – Troncature de la zone de mesure	212
8.4.16	<i>DAQ</i> – Acquisition de données (Data AcQuisition)	212
8.4.17	<i>SMP</i> – Echantillonnage (SaMPling)	212
8.4.18	<i>REC</i> – Reconstruction de champ	212
8.4.19	<i>SNR</i> – Rapport signal sur bruit (Signal to Noise Ratio)	213
8.4.20	<i>TRA</i> – Transformation directe et transformation inverse	213
8.4.21	<i>SCA</i> – Mise à l'échelle de la densité de puissance (SCaling).....	214
8.4.22	<i>SAV</i> – Moyennage spatial (Spatial AVeraging)	214
8.4.23	<i>COM</i> – Combinaison d'expositions	214
8.5	Termes d'incertitude dépendant du DUT et des facteurs environnementaux.....	214
8.5.1	<i>PC</i> – Couplage de la sonde avec le DUT (Probe Coupling)	214
8.5.2	<i>MOD</i> – Réponse en modulation	215
8.5.3	<i>IT</i> – Temps d'intégration (Integration Time)	216
8.5.4	<i>RT</i> – Temps de réponse (Response Time)	216
8.5.5	<i>DH</i> – Influence du support de dispositif (Device Holder influence)	216
8.5.6	<i>DA</i> – Alignement du DUT (DUT Alignment)	216
8.5.7	<i>AC</i> – Conditions radiofréquences ambiantes (RF Ambient Conditions).....	217
8.5.8	<i>TEM</i> - Température du laboratoire	217

8.5.9	<i>REF</i> - Réflexions dans le laboratoire	217
8.5.10	<i>MSI</i> – Immunité du système de mesure/réception secondaire (Measurement System Immunity).....	217
8.5.11	<i>DRI</i> – Dérive du DUT (<i>DRift</i>).....	217
8.6	Incertitude composée et élargie	218
9	Rapport de mesure	221
9.1	Généralités	221
9.2	Éléments à enregistrer dans les rapports de mesure.....	221
Annexe A (normative) Vérification du système de mesure et essais de validation du système		225
A.1	Vue d'ensemble	225
A.2	Normalisation en fonction de la puissance totale rayonnée	226
A.2.1	Généralités	226
A.2.2	Option 1: Mesure de la puissance acceptée.....	226
A.2.3	Option 2: Mesure de la puissance totale rayonnée.....	231
A.3	Vérification relative du système	231
A.3.1	Objet	231
A.3.2	Antenne et conditions d'essai	232
A.3.3	Procédure.....	232
A.3.4	Critères d'acceptation	232
A.4	Vérification absolue du système.....	234
A.4.1	Objet	234
A.4.2	Antenne et conditions d'essai	234
A.4.3	Procédure.....	234
A.4.4	Critères d'acceptation	235
A.5	Validation du système	235
A.5.1	Objet	235
A.5.2	Procédure.....	236
A.5.3	Validation de la réponse en modulation	236
A.5.4	Critères d'acceptation	237
Annexe B (normative) Antennes pour la vérification du système et les essais de validation du système		239
B.1	Généralités	239
B.2	Antennes cornets pyramidales pour les vérifications du système	240
B.3	Réseaux de dipôles alimentés par cavité pour la validation du système	241
B.3.1	Description	241
B.3.2	Valeurs numériques cibles pour les réseaux de dipôles alimentés par cavité	244
B.3.3	Modèles de distribution du champ et de la densité de puissance	244
B.3.4	Diagrammes de rayonnement en champ lointain	249
B.4	Cornets pyramidaux à réseaux de fentes rayonnantes pour la validation du système	251
B.4.1	Description	251
B.4.2	Valeurs numériques cibles pour les cornets pyramidaux chargés d'un réseau de fentes rayonnantes.....	253
B.4.3	Modèles de distribution du champ et de la densité de puissance	254
B.4.4	Diagrammes de rayonnement en champ lointain	259
B.5	Procédure de validation de l'antenne	260
B.5.1	Généralités	260
B.5.2	Objectifs, domaine d'application et spécifications d'usage	261

B.5.3	Conception de l'antenne	261
B.5.4	Cibles numériques	261
B.5.5	Etalonnage des antennes de référence	261
B.5.6	Vérification des antennes et espérance de vie	261
B.5.7	Considérations relatives au bilan d'incertitudes	262
B.6	Procédure de validation pour les signaux à large bande	262
B.6.1	Généralités	262
B.6.2	Signaux de validation	262
B.6.3	Antennes et configuration de validation	262
B.6.4	Valeurs cibles des antennes de validation émettant des signaux à large bande	262
B.6.5	Incertitude relative au signal à large bande	263
B.6.6	Procédure de validation	263
Annexe C (normative)	Etalonnage et caractérisation des sondes de mesure	264
C.1	Généralités	264
C.2	Etalonnage des sondes à guide d'ondes	264
C.2.1	Généralités	264
C.2.2	Sensibilité	264
C.2.3	Linéarité	265
C.2.4	Limite de détection inférieure	265
C.2.5	Isotropie	265
C.2.6	Temps de réponse	265
C.3	Etalonnage des sondes scalaires isotropes de champ E ou de champ H	265
C.3.1	Généralités	265
C.3.2	Sensibilité	265
C.3.3	Isotropie	266
C.3.4	Linéarité	266
C.3.5	Limite de détection inférieure	266
C.3.6	Temps de réponse	266
C.4	Etalonnage des sondes de phaseur de champ E ou de champ H	266
C.4.1	Généralités	266
C.4.2	Sensibilité	267
C.4.3	Isotropie	267
C.4.4	Linéarité	267
C.4.5	Limite de détection inférieure	267
C.5	Paramètres relatifs à l'incertitude de l'étalonnage	268
C.5.1	Généralités	268
C.5.2	Puissance d'entrée de l'antenne	268
C.5.3	Effet de désadaptation (mesure de la puissance d'entrée)	268
C.5.4	Gain et distance de décalage	268
C.5.5	Spectre du signal	269
C.5.6	Stabilité de la configuration	269
C.5.7	Incertitude relative aux variations d'impédance de champ	269
C.6	Modèle de bilan d'incertitudes	270
Annexe D (informative)	Informations sur l'utilisation d'une forme carrée ou d'une forme circulaire pour la zone de moyennage de la densité de puissance dans le cadre des évaluations de conformité	272
D.1	Généralités	272
D.2	Méthode utilisant l'analyse computationnelle	272

D.3	Zones de moyennage de forme carrée et de forme circulaire sur une surface d'évaluation plane	273
D.4	Zones de moyennage de forme carrée et de forme circulaire sur une surface d'évaluation non plane	275
Annexe E (informative) Algorithmes de reconstruction		277
E.1	Généralités	277
E.2	Méthodes d'extraction des composantes de champ et des densités de puissance locales	277
E.2.1	Généralités	277
E.2.2	Approches sans la phase	278
E.2.3	Approches utilisant les mesures des ellipses de polarisation du champ E	278
E.2.4	Mesures directes en champ proche	278
E.3	Transformation (propagation) directe des champs	279
E.3.1	Généralités	279
E.3.2	Méthodes d'expansion de champ	280
E.3.3	Méthodes utilisant des équations intégrales de champ	280
E.4	Transformation (propagation) inverse des champs	281
E.4.1	Généralités	281
E.4.2	Méthodes d'expansion de champ – expansion en onde plane	282
E.4.3	Méthodes de source inverse	282
E.5	Fonctions analytiques de référence	283
Annexe F (informative) Comparaisons interlaboratoires		286
F.1	Objet	286
F.2	Dispositifs de référence	286
F.3	Configuration d'alimentation	286
F.4	Comparaisons interlaboratoires – procédure	286
Annexe G (informative) Exemple d'essai et de vérification de la densité de puissance		287
G.1	Objet	287
G.2	Présentation du DUT	287
G.3	Vérification du système d'essai	287
G.4	Montage d'essai	287
G.5	Résultats de densité de puissance	287
G.6	Exposition combinée (rapport d'exposition totale)	287
Annexe H (informative) Applicabilité des approximations d'onde plane équivalente		288
H.1	Objectif	288
H.2	Méthode	288
H.3	Résultats	289
H.4	Discussion	290
Annexe I (informative) Justifications des concepts et méthodes appliqués dans le présent document et l'IEC/IEEE 63195-2		291
I.1	Plage de fréquences	291
I.2	Calcul de la sPD	291
I.2.1	Application du vecteur de Poynting pour le calcul de la densité de puissance incidente	291
I.2.2	Zone de moyennage	292
Bibliographie		293
Figure 1 – Guide de démarrage rapide		173

Figure 2 – Représentation simplifiée d'un montage de mesure générique impliquant l'utilisation d'algorithmes de reconstruction	182
Figure 3 – Vue transversale du fantôme SAM pour les évaluations du DAS au niveau du plan de référence, comme cela est décrit dans l'IEC/IEEE 62209-1528:2020	187
Figure 4 – Vue transversale du fantôme SAM virtuel pour les évaluations de la densité de puissance au niveau du plan de référence (l'épaisseur de l'enveloppe est de 2 mm en tout point, y compris au niveau du pavillon).....	187
Figure 5 – Exemple de système de coordonnées de référence pour l'ERP gauche du fantôme SAM	189
Figure 6 – Exemple de points de référence et de lignes verticales et horizontales sur un DUT	189
Figure 7 – Logigramme de la procédure d'essai donnée en 7.3	191
Figure 8 – Logigramme de la procédure de mesure générale donnée en 7.4.1	194
Figure 9 – Logigramme des méthodes d'évaluation de la densité de puissance données en 7.4.2	196
Figure 10 – Evaluation du DAS et de la densité de puissance en un point r	203
Figure 11 – Combinaison du DAS (en haut) et de la densité de puissance (en bas) pour le fantôme SAM	204
Figure A.1 – Montage de mesure de la puissance acceptée recommandé pour la vérification relative du système, la vérification absolue du système et la validation du système	227
Figure A.2 – Configuration de l'équipement pour la mesure de la puissance incidente P_f et de la puissance couplée incidente P_{fc}	227
Figure A.3 – Configuration de l'équipement pour la mesure de la puissance couplée inverse en court-circuit P_{rcs}	228
Figure A.4 – Configuration de l'équipement pour la mesure de la puissance avec l'antenne de référence	228
Figure A.5 – Numérotation des accès pour les mesures du paramètre S du coupleur directif	230
Figure B.1 – Dimensions principales des réseaux de dipôles alimentés par cavité – Modèle à 30 GHz	242
Figure B.2 – Modèles 10 GHz de $ E_{total} $ et $Re\{S\}_{total}$ pour les réseaux de dipôles alimentés par cavité aux distances de a) 2 mm, b) 5 mm, c) 10 mm, et d) 50 mm de la surface supérieure du substrat diélectrique.....	245
Figure B.3 – Modèles 30 GHz de $ E_{total} $ et $Re\{S\}_{total}$ pour les réseaux de dipôles alimentés par cavité aux distances de a) 2 mm, b) 5 mm, c) 10 mm, et d) 50 mm de la surface supérieure du substrat diélectrique.....	246
Figure B.4 – Modèles 60 GHz de $ E_{total} $ et $Re\{S\}_{total}$ pour les réseaux de dipôles alimentés par cavité aux distances de a) 2 mm, b) 5 mm, c) 10 mm, et d) 50 mm de la surface supérieure du substrat diélectrique.....	247
Figure B.5 – Modèles 90 GHz de $ E_{total} $ et $Re\{S\}_{total}$ pour les réseaux de dipôles alimentés par cavité aux distances de a) 2 mm, b) 5 mm, c) 10 mm, et d) 50 mm de la surface supérieure du substrat diélectrique.....	248
Figure B.6 – Diagrammes de rayonnement en champ lointain de réseaux de dipôles alimentés par cavité à a) 10 GHz, b) 30 GHz, c) 60 GHz et d) 90 GHz	250
Figure B.7 – Dimensions principales du gabarit en acier inoxydable de 0,15 mm avec réseau de fentes rayonnantes.....	251
Figure B.8 – Dimensions principales des antennes cornets pyramidales	252

Figure B.9 – Modèles 10 GHz de $ E_{\text{total}} $ et $\text{Re}\{S\}_{\text{total}}$ pour le cornet pyramidal chargé d'un réseau de fentes rayonnantes aux distances de a) 2 mm, b) 5 mm, c) 10 mm, et d) 50 mm de la surface supérieure du réseau de fentes rayonnantes	255
Figure B.10 – Modèles 30 GHz de $ E_{\text{total}} $ et $\text{Re}\{S\}_{\text{total}}$ pour le cornet pyramidal chargé d'un réseau de fentes rayonnantes aux distances de a) 2 mm, b) 5 mm, c) 10 mm, et d) 50 mm de la surface supérieure du réseau de fentes rayonnantes	256
Figure B.11 – Modèles 60 GHz de $ E_{\text{total}} $ et $\text{Re}\{S\}_{\text{total}}$ pour le cornet pyramidal chargé d'un réseau de fentes rayonnantes aux distances de a) 2 mm, b) 5 mm, c) 10 mm, et d) 50 mm de la surface supérieure du réseau de fentes rayonnantes	257
Figure B.12 – Modèles 90 GHz de $ E_{\text{total}} $ et $\text{Re}\{S\}_{\text{total}}$ pour le cornet pyramidal chargé d'un réseau de fentes rayonnantes aux distances de a) 2 mm, b) 5 mm, c) 10 mm, et d) 50 mm de la surface supérieure du réseau de fentes rayonnantes	258
Figure B.13 – Diagrammes de rayonnement en champ lointain d'un cornet pyramidal à a) 10 GHz, b) 30 GHz, c) 60 GHz et d) 90 GHz chargé d'un réseau de fentes rayonnantes	260
Figure D.1 – Vue schématique de l'évaluation de la variation de la sPD avec une forme carrée en faisant pivoter l'antenne en essai	272
Figure D.2 – Comparaison de la $psPD$ moyennée à l'aide de zones de forme carrée par rapport à celle moyennée à l'aide de zones de forme circulaire sur des surfaces d'évaluation planes	274
Figure D.3 – Exemples de distributions de la PD dans une surface d'évaluation où le dispositif est tenu près de l'oreille	275
Figure D.4 – Comparaison de la $psPD$ moyennée en utilisant une zone en forme de section transversale de cube (carrée) par rapport à une zone en forme de section transversale de sphère (circulaire) comme surface d'évaluation où le dispositif est tenu près de l'oreille	276
Figure E.1 – Simulation (à gauche) et transformation directe à partir de mesures en appliquant les méthodes décrites dans [29] (à droite) de la densité de puissance dans le plan xz (en haut) et le plan yz (en bas) à une distance de 2 mm pour un réseau de dipôles alimenté par cavité à 30 GHz (voir Annexe B)	279
Figure H.1 – $psPD_{\text{pwe}} / psPD_{\text{tot}}$ comme fonction de la distance (en unités de λ) entre le réseau de dipôles alimenté par cavité (CDA##G, côté gauche) et le cornet pyramidal avec réseaux de fentes rayonnantes (SH##G, côté droit) fonctionnant à 10 GHz, 30 GHz, 60 GHz et 90 GHz	290
Tableau 1 – Liste de vérification du plan d'évaluation	172
Tableau 2 – Distance d'évaluation minimale entre l'antenne du DUT et la surface d'évaluation pour laquelle l'approximation de l'onde plane équivalente s'applique	196
Tableau 3 – Modèle d'incertitude de mesure pour les mesures de la densité de puissance	219
Tableau 4 – Exemple de bilan d'incertitudes de mesure pour les résultats de mesure de la densité de puissance	220
Tableau A.1 – Exemple d'incertitude de mesure de la puissance	230
Tableau A.2 – Signaux de communication pour l'essai de réponse en modulation	237
Tableau B.1 – Valeurs cibles pour les antennes cornets pyramidales à différentes fréquences	240
Tableau B.2 – Dimensions principales des réseaux de dipôles alimentés par cavité pour chaque fréquence d'intérêt	241
Tableau B.3 – Paramètres géométriques des réseaux de dipôles alimentés par cavité pour chaque fréquence d'intérêt	243

Tableau B.4 – Paramètres du substrat et du bloc métallique des réseaux de dipôles alimentés par cavité pour chaque fréquence d'intérêt.....	243
Tableau B.5 – Valeurs cibles pour les réseaux de dipôles alimentés par cavité à 10 GHz, 30 GHz, 60 GHz et 90 GHz	244
Tableau B.6 – Dimensions principales du gabarit avec réseau de fentes rayonnantes pour chaque fréquence	252
Tableau B.7 – Dimensions primaires des cornets pyramidaux correspondants pour chaque fréquence	253
Tableau B.8 – Valeurs cibles pour les cornets pyramidaux chargés de réseaux de fentes rayonnantes à 10 GHz, 30 GHz, 60 GHz et 90 GHz.....	254
Tableau C.1 – Analyse de l'incertitude de l'étalonnage de la sonde	270
Tableau D.1 – Valeurs de modulation de phase pour l'antenne en réseau.....	275
Tableau E.1 – Liste des fonctions analytiques de référence et des valeurs cibles de $psPD_{n+}$ associées.....	284
Tableau E.2 – Liste des fonctions analytiques de référence et des valeurs cibles de $psPD_{tot+}$ associées.....	284
Tableau E.3 – Liste des fonctions analytiques de référence et des valeurs cibles de $psPD_{mod+}$ associées	285

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ÉVALUATION DE LA DENSITÉ DE PUISSANCE DE L'EXPOSITION HUMAINE AUX CHAMPS RADIOFRÉQUENCES PROVENANT DE DISPOSITIFS SANS FIL À PROXIMITÉ IMMÉDIATE DE LA TÊTE ET DU CORPS (PLAGE DE FRÉQUENCES DE 6 GHz À 300 GHz) –

Partie 1: Procédure de mesure

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.

Les normes de l'IEEE sont élaborées par les Sociétés de l'IEEE, ainsi que par les Comités de coordination des normes du Conseil de normalisation de l'IEEE Standards Association (IEEE-SA). Ces normes sont l'aboutissement d'un consensus, approuvé par l'American National Standards Institute, qui rassemble des bénévoles représentant divers points de vue et intérêts. Les participants bénévoles ne sont pas nécessairement membres de l'IEEE et leur intervention n'est pas rétribuée. Si l'IEEE administre le déroulement de cette procédure et définit les règles destinées à favoriser l'équité du consensus, l'IEEE lui-même n'évalue pas, ne teste pas et ne vérifie pas l'exactitude de toute information contenue dans ses normes. L'utilisation de normes de l'IEEE est entièrement volontaire. *Les documents de l'IEEE sont disponibles à des fins d'utilisation, à condition d'être assortis d'avis importants et de clauses de non-responsabilité (voir <http://standards.ieee.org/ipr/disclaimers.html> pour de plus amples informations).*

L'IEC travaille en étroite collaboration avec l'IEEE, selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations. La présente Norme internationale double logo a été développée conjointement par l'IEC et l'IEEE dans le cadre de cet accord.

- 2) Les décisions officielles 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. Une fois le consensus établi entre les Sociétés de l'IEEE et les Comités de coordination des normes, les décisions officielles de l'IEEE relatives aux questions techniques sont déterminées en fonction du vote exprimé par un groupe à la composition équilibrée, composé de parties intéressées qui manifestent leur intérêt pour la révision des normes proposées. L'approbation finale de la norme de l'IEEE est soumise au Conseil de normalisation de l'IEEE Standards Association (IEEE SA).
- 3) Les Publications IEC/IEEE se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC/Sociétés de l'IEEE. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin de s'assurer de l'exactitude du contenu technique des Publications IEC/IEEE; l'IEC ou l'IEEE ne peuvent pas être tenus responsables 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 (y compris les Publications IEC/IEEE) dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications IEC/IEEE et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC et l'IEEE eux-mêmes ne fournissent 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 et l'IEEE ne sont responsables 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 ou à l'IEEE, 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, ou les bénévoles des Sociétés de l'IEEE et des Comités de coordination des normes du Conseil de normalisation de l'IEEE Standards Association (IEEE-SA), 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 IEC/IEEE ou toute autre publication de l'IEC ou de l'IEEE, 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 fait que la mise en application de cette Publication IEC/IEEE peut requérir l'utilisation de matériels protégés par des droits de brevet. En publiant cette norme, aucun parti n'est pris concernant l'existence ou la validité de droits de brevet y afférents. Ni l'IEC ni l'IEEE ne peuvent être tenus d'identifier les revendications de brevet essentielles pour lesquelles une autorisation peut s'avérer nécessaire, d'effectuer des recherches sur la validité juridique ou l'étendue des revendications des brevets, ou de déterminer le caractère raisonnable ou non discriminatoire des termes ou conditions d'autorisation énoncés dans le cadre d'un Certificat d'assurance, lorsque la demande d'un tel certificat a été formulée, ou contenus dans tout accord d'autorisation. Les utilisateurs de cette norme sont expressément informés du fait que la détermination de la validité de tous droits de propriété industrielle, ainsi que les risques qu'implique la violation de ces droits, relèvent entièrement de leur seule responsabilité.

L'IEC/IEEE 63195-1 a été établie par le comité d'études 106 de l'IEC: Méthodes d'évaluation des champs électriques, magnétiques et électromagnétiques en relation avec l'exposition humaine, en coopération avec l'International Committee on Electromagnetic Safety (ICES) de l'IEEE Standards Association, sous accord double logo IEC/IEEE entre l'IEC et l'IEEE. Il s'agit d'une Norme internationale.

Le présent document est publié en tant que norme double logo IEC/IEEE.

La présente publication contient des fichiers complémentaires sous la forme de fonctions analytiques de référence pour la validation des algorithmes de reconstruction décrits à l'Annexe E. Les liens de téléchargement de ces fichiers peuvent être consultés à l'Article E.5.

Le texte de la présente Norme internationale est issu des documents de l'IEC suivants:

Projet	Rapport de vote
106/565/FDIS	106/570/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Le présent document a été rédigé conformément aux règles données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2, disponibles à l'adresse www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/standardsdev/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC/IEEE 63195, publiées sous le titre général *Evaluation de la densité de puissance de l'exposition humaine aux champs radioélectriques provenant de dispositifs sans fil à proximité immédiate de la tête et du corps*, se trouve sur le site web de l'IEC.

Le comité d'études de l'IEC et le comité technique de l'IEEE ont décidé que le contenu du présent document 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 au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de ce document indique qu'il 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

Le présent document fournit des méthodes pour évaluer les expositions à une densité de puissance incidente dues à des dispositifs de transmission par champ électromagnétique (EMF, *Electromagnetic Field*) conçus pour être utilisés à proximité de la tête ou du corps humain, ou pour être installés sur le corps, combinés avec d'autres émetteurs dans un même produit ou être intégrés dans des vêtements. Les catégories de dispositifs couvertes incluent notamment les téléphones mobiles, les émetteurs radio des ordinateurs personnels, les dispositifs de bureau et les dispositifs portables. Le présent document traite également des dispositifs multibandes et multiantennes. La plage de fréquences globale applicable est comprise entre 6 GHz et 300 GHz. Le présent document spécifie:

- le système de mesure (Article 6);
- les protocoles de mesure de la densité de puissance (Article 7);
- l'évaluation de l'incertitude (Article 8);
- le rapport de mesure (Article 9);
- les vérifications et la validation du système (Annexe B).

En vue d'établir le présent document, le comité d'études 106 (CE 106) de l'IEC et le sous-comité 1 (SC 1) du comité technique 34 (TC 34) de l'International Committee on Electromagnetic Safety (ICES) de l'IEEE ont formé le groupe de travail mixte 12 (JWG 12) concernant les méthodes de mesure pour l'évaluation de la densité de puissance des champs électromagnétiques en provenance de dispositifs sans fil à proximité immédiate de la tête et du corps.

Le présent document est en partie issu du document IEC TR 63170:2018.

NOTE Les essais de validation du système sont indiqués à l'Annexe B pour les fréquences de 10 GHz, 30 GHz, 60 GHz et 90 GHz afin de couvrir la plage de fréquences de 6 GHz à 110 GHz. Des antennes de validation supplémentaires qui permettent de couvrir la plage de fréquences jusqu'à 300 GHz seront élaborées dans une révision ultérieure du présent document. Une analyse plus approfondie des justifications est donnée à l'Annexe I.

ÉVALUATION DE LA DENSITÉ DE PUISSANCE DE L'EXPOSITION HUMAINE AUX CHAMPS RADIOFRÉQUENCES PROVENANT DE DISPOSITIFS SANS FIL À PROXIMITÉ IMMÉDIATE DE LA TÊTE ET DU CORPS (PLAGE DE FRÉQUENCES DE 6 GHz À 300 GHz) –

Partie 1: Procédure de mesure

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les protocoles et les procédures d'essai relatifs aux mesures répétables et reproductibles de la densité de puissance (PD, *Power Density*) qui donnent des estimations prudentes de l'exposition de la tête ou du corps humain aux champs provenant de dispositifs de communication qui émettent un champ électromagnétique (EMF, *Electromagnetic Field*) radiofréquence (RF), avec une incertitude de mesure spécifiée. Ces protocoles et procédures s'appliquent aux évaluations de l'exposition d'une vaste majorité de la population lors de l'utilisation de dispositifs de communication qui émettent des RF tenus à la main et portés sur le corps. Les méthodes s'appliquent aux dispositifs qui peuvent comporter un ou plusieurs émetteurs ou antennes, et qui peuvent être utilisés alors que leurs structures rayonnantes se trouvent à des distances inférieures ou égales à 200 mm de la tête ou du corps humain.

Les méthodes décrites dans le présent document peuvent être utilisées pour déterminer la conformité aux exigences en matière de densité de puissance maximale applicables de différents types de dispositifs qui émettent des RF lorsqu'ils sont utilisés à proximité immédiate de la tête et du corps, y compris s'ils sont combinés à d'autres dispositifs ou accessoires qui émettent des RF ou non (clip de ceinture, par exemple) ou s'ils sont intégrés dans des vêtements. La plage de fréquences globale applicable pour ces protocoles et procédures est comprise entre 6 GHz et 300 GHz.

Les catégories de dispositifs de communication qui émettent des RF couvertes par le présent document incluent notamment les téléphones mobiles, les émetteurs radio des ordinateurs personnels, les dispositifs de bureau et les dispositifs portables, ainsi que les dispositifs multibandes et multiantennes.

NOTE 1 Les essais de validation du système sont indiqués à l'Annexe B pour les fréquences de 10 GHz, 30 GHz, 60 GHz et 90 GHz afin de couvrir la plage de fréquences de 6 GHz à 110 GHz. Des antennes de validation supplémentaires qui permettent de couvrir la plage de fréquences jusqu'à 300 GHz seront élaborées dans une révision ultérieure du présent document. Une analyse plus approfondie des justifications est donnée à l'Annexe I.

NOTE 2 Les procédures d'essai et les protocoles décrits dans le présent document peuvent par ailleurs être adaptés afin d'évaluer l'exposition liée à des dispositifs autres que des dispositifs de communication utilisés à proximité de la tête ou du corps, ces dispositifs n'étant cependant pas couverts par le domaine d'application du présent document.

NOTE 3 Pour l'évaluation de l'exposition combinée en provenance de plusieurs émetteurs qui fonctionnent à des fréquences inférieures à 6 GHz, les normes applicables pour les mesures du débit d'absorption spécifique (DAS) sont l'IEC/IEEE 62209-1528:2020 et l'IEC/IEEE 62209-3:2019 [1].

NOTE 4 Pour la plage de fréquences entre 6 GHz et 10 GHz, le domaine d'application du présent document coïncide avec celui de l'IEC/IEEE 62209-1528:2020. Selon les lignes directrices de l'ICNIRP [2] et la norme C95.1 de l'ICES de l'IEEE [3], la densité de puissance est la mesure réglementaire dans cette plage de fréquences. Le DAS peut être utilisé comme mesure réglementaire si les exigences réglementaires locales le permettent (lorsqu'une seule bande de transmission comprend des canaux d'essai à des fréquences inférieures et supérieures à 6 GHz, par exemple).

Les procédures du présent document ne s'appliquent pas aux mesures du champ électromagnétique de dispositifs ou d'objets destinés à être implantés dans le corps.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. 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/IEEE 62209-1528:2020, *Measurement procedure for the assessment of specific absorption rate of human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted wireless communication devices – Part 1528: Human models, instrumentation, and procedures (Frequency range of 4 MHz to 10 GHz)* (disponible en anglais seulement)

IEC/IEEE 63195-2:2021¹, *Evaluation de la densité de puissance de l'exposition humaine aux champs radiofréquences provenant de dispositifs sans fil à proximité immédiate de la tête et du corps (plage de fréquences de 6 GHz à 300 GHz) – Partie 2: Procédure de calcul*

¹ A paraître.