

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



HORIZONTAL STANDARD  
NORME HORIZONTALE

**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 3: Vector measurement-based systems (Frequency range of 600 MHz to 6 GHz)**

**Procédure de mesure pour l'évaluation du débit d'absorption spécifique de l'exposition humaine aux champs radiofréquence produits par les dispositifs de communications sans fil tenus à la main ou portés près du corps –  
Partie 3: Systèmes basés sur la mesure vectorielle (plage de fréquences comprise entre 600 MHz et 6 GHz)**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

ICS 33.060.20

ISBN 978-2-8322-7355-5

**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.**

## CONTENTS

FOREWORD.....	9
INTRODUCTION.....	11
1 Scope.....	12
2 Normative references .....	12
3 Terms and definitions .....	13
4 Symbols and abbreviated terms.....	14
5 Overview of the measurement procedure.....	14
6 Measurement system specifications.....	17
6.1 General requirements .....	17
6.2 Phantom specifications .....	19
6.2.1 Head phantom specifications – shell.....	19
6.2.2 Body phantom specifications – shell .....	19
6.2.3 Tissue-equivalent medium properties.....	19
6.3 Measurement system requirements.....	19
6.3.1 General .....	19
6.3.2 Scanning measurement system specifications .....	19
6.3.3 Array measurement system specifications .....	20
6.4 Device holder specification .....	21
6.5 Reconstruction algorithm and peak spatial-averaging specifications .....	22
7 Protocol for SAR assessments .....	22
7.1 Measurement preparation .....	22
7.1.1 General .....	22
7.1.2 Preparation of tissue-equivalent medium .....	22
7.1.3 System check .....	23
7.1.4 Preparation of the device under test (DUT).....	23
7.1.5 Operating modes .....	23
7.1.6 Position of the DUT in relation to the phantom.....	23
7.1.7 Positions of the DUT in relation to the flat phantom for large DUT .....	23
7.1.8 Test frequencies for DUT.....	24
7.2 Tests to be performed.....	24
7.3 General measurement procedure.....	25
7.3.1 General .....	25
7.3.2 Measurement procedure for scanning systems .....	25
7.3.3 Measurement procedure for array systems .....	26
7.4 SAR measurements for simultaneous transmission .....	26
7.4.1 General .....	26
7.4.2 SAR measurements for uncorrelated signals .....	27
7.4.3 SAR measurements for correlated signals .....	31
8 Measurement uncertainty estimation.....	32
8.1 General.....	32
8.2 Requirements on the measurement uncertainty evaluation.....	32
8.3 Description of measurement uncertainty models .....	33
8.3.1 General .....	33
8.3.2 Uncertainty models for array measurement system and scanning measurement systems .....	34
8.3.3 Example uncertainty budget templates .....	35

9	Measurement report .....	39
	Annex A (normative) Phantom specifications .....	40
	A.1 SAM phantom specifications .....	40
	A.1.1 Justification .....	40
	A.1.2 SAM phantom geometry.....	40
	A.1.3 Tissue-equivalent medium .....	40
	A.2 Flat phantom specifications.....	41
	A.3 Specific phantoms.....	42
	A.4 Tissue-equivalent medium .....	43
	Annex B (normative) Calibration and characterization of dosimetric probes.....	44
	B.1 General.....	44
	B.2 Types of calibration.....	44
	B.2.1 Amplitude calibration with analytical fields .....	44
	B.2.2 Amplitude and phase calibration by transfer calibration .....	45
	B.2.3 Amplitude and phase calibration using numerical reference .....	47
	Annex C (informative) Field reconstruction techniques.....	49
	C.1 General.....	49
	C.2 Objective of field reconstruction techniques .....	49
	C.3 Background.....	49
	C.4 Reconstruction techniques .....	51
	C.4.1 Expansion techniques.....	51
	C.4.2 Source reconstruction techniques .....	52
	C.4.3 Source base function decomposition.....	52
	C.4.4 Phase reconstruction .....	52
	C.5 Source reconstruction and SAR estimation from fields measured outside the phantom.....	53
	C.6 Additional considerations for field reconstruction in scanning systems .....	53
	Annex D (normative) SAR measurement system verification and system validation.....	54
	D.1 Objectives and purpose .....	54
	D.1.1 General .....	54
	D.1.2 Objectives and purpose of <i>system check</i> .....	54
	D.1.3 Objectives of <i>system validation</i> .....	54
	D.2 SAR measurement setup and procedure for <i>system check</i> and <i>system validation</i> .....	55
	D.2.1 General .....	55
	D.2.2 Power measurement setups.....	55
	D.2.3 Procedure to measure and normalize SAR.....	57
	D.2.4 Power measurement uncertainty.....	59
	D.3 <i>System check</i> .....	61
	D.3.1 <i>System check</i> antennas and test conditions.....	61
	D.3.2 <i>System check</i> antennas and test conditions for scanning systems .....	61
	D.3.3 <i>System check</i> antennas and test conditions for array systems .....	61
	D.3.4 <i>System check</i> acceptance criteria.....	62
	D.4 <i>System validation</i> .....	62
	D.4.1 Validation of array systems and scanning systems .....	62
	D.4.2 Requirements for <i>system validation</i> antennas and test conditions.....	62
	D.4.3 Requirements for array systems and scanning systems .....	62
	D.4.4 Test positions for <i>system validation</i> .....	64
	D.4.5 <i>System validation</i> procedure based on peak spatial-average SAR .....	71

D.4.6	On-site <i>system validation</i> after installation .....	79
D.4.7	<i>System validation</i> acceptance criteria .....	80
Annex E	(informative) Interlaboratory comparisons .....	82
E.1	Purpose .....	82
E.2	Monitor laboratory .....	82
E.3	Phantom set-up .....	82
E.4	Reference devices .....	82
E.5	Power set-up .....	83
E.6	Interlaboratory comparison – Procedure .....	83
Annex F	(normative) <i>System validation</i> antennas .....	84
F.1	General requirements .....	84
F.2	Return loss requirements .....	84
F.3	Standard dipole antenna .....	85
F.4	VPIFA .....	88
F.5	2-PEAK CPIFA .....	90
F.6	Additional antennas .....	94
Annex G	(normative) SAR calibration of reference antennas .....	95
G.1	Purpose .....	95
G.2	Parameters or quantities and ranges to be determined by calibration method .....	96
G.3	Reference antenna calibration setup .....	96
G.4	Reference antenna calibration procedure .....	97
G.4.1	Verification of return loss .....	97
G.4.2	Calibration of reference antennas: step-by-step procedure .....	97
G.4.3	Uncertainty budget of reference antenna calibration .....	98
G.5	Method and uncertainties for the transfer of calibration between two of more antennas of the same type using the array system .....	102
Annex H	(informative) General considerations on uncertainty estimation .....	105
H.1	Concept of uncertainty estimation .....	105
H.2	Type A and Type B evaluations .....	106
H.3	Degrees of freedom and coverage factor .....	106
H.4	Combined and expanded uncertainties .....	107
H.5	Analytical reference functions .....	108
Annex I	(normative) Evaluation of measurement uncertainty of SAR results from scanning vector measurement-based systems with single probes .....	111
I.1	Measurement uncertainties to be evaluated by the system manufacturer <i>MM</i> .....	111
I.1.1	General .....	111
I.1.2	Calibration <i>CF</i> .....	111
I.1.3	Isotropy <i>ISO</i> .....	111
I.1.4	System linearity <i>LIN</i> .....	112
I.1.5	Sensitivity limit <i>SL</i> .....	112
I.1.6	Boundary effect <i>BE</i> .....	112
I.1.7	Readout electronics <i>RE</i> .....	113
I.1.8	Response time <i>RT</i> .....	113
I.1.9	Probe positioning <i>PP</i> .....	113
I.1.10	Sampling error <i>SE</i> .....	113
I.1.11	Phantom shell <i>PS</i> .....	114
I.1.12	Tissue-equivalent medium parameters <i>MAT</i> .....	114
I.1.13	Measurement system immunity/secondary reception <i>MSI</i> .....	116

I.2	Uncertainty of reconstruction corrections and post-processing to be specified by the manufacturer <i>MN</i> .....	116
I.2.1	General .....	116
I.2.2	Evaluation of uncertainty due to reconstruction <i>REC</i> .....	116
I.2.3	Impact of noise on reconstruction <i>POL</i> .....	117
I.2.4	SAR averaging <i>SAV</i> .....	117
I.2.5	SAR scaling <i>SARS</i> .....	117
I.2.6	SAR correction for deviations in permittivity and conductivity <i>SC</i> .....	118
I.3	Uncertainties that are dependent on the DUT <i>MD</i> .....	119
I.3.1	General .....	119
I.3.2	Probe coupling with the DUT <i>PC</i> .....	119
I.3.3	Modulation Response <i>MOD</i> .....	119
I.3.4	Integration time <i>IT</i> .....	120
I.3.5	Measured SAR drift <i>SD</i> .....	120
I.4	Uncertainties related to the measurement environment <i>ME</i> .....	120
I.4.1	General .....	120
I.4.2	Device holder <i>DH</i> .....	120
I.4.3	Device positioning <i>DP</i> .....	121
I.4.4	RF ambient conditions <i>AC</i> .....	121
I.4.5	Measurement system drift and noise <i>DN</i> .....	121
I.5	Uncertainties of validation antennas <i>MV</i> .....	122
I.5.1	General .....	122
I.5.2	Deviation of experimental antennas <i>DEX</i> .....	122
I.5.3	Power measurement uncertainty <i>PMU</i> .....	122
I.5.4	Other uncertainty contributions when using validation antennas <i>OVS</i> .....	122
Annex J (normative)	Evaluation of the measurement system uncertainty of fixed array or scanning array vector measurement-based systems .....	123
J.1	Measuring system uncertainties to be evaluated by the manufacturer <i>MM</i> .....	123
J.1.1	General .....	123
J.1.2	Calibration <i>CF</i> .....	123
J.1.3	Isotropy <i>ISO</i> .....	123
J.1.4	Mutual sensor coupling <i>MSC</i> .....	124
J.1.5	Scattering due to the presence of the array <i>AS</i> .....	125
J.1.6	System linearity <i>LIN</i> .....	126
J.1.7	Sensitivity limit <i>SL</i> .....	126
J.1.8	Boundary effect <i>BE</i> .....	126
J.1.9	Readout electronics <i>RE</i> .....	127
J.1.10	Response time <i>RT</i> .....	127
J.1.11	Probe position <i>PP</i> .....	127
J.1.12	Sampling error <i>SE</i> .....	128
J.1.13	Array boundaries <i>AB</i> .....	128
J.1.14	Phantom shell <i>PS</i> .....	129
J.1.15	Tissue-equivalent medium parameters <i>MAT</i> .....	129
J.1.16	Phantom homogeneity <i>HOM</i> .....	131
J.1.17	Measurement system immunity/secondary reception <i>MSI</i> .....	132
J.2	Uncertainty of reconstruction, corrections, and post-processing to be specified by the manufacturer <i>MN</i> .....	132
J.2.1	General .....	132
J.2.2	Evaluation of uncertainty due to reconstruction <i>REC</i> .....	132

J.2.3	Impact of noise on reconstruction <i>POL</i> .....	132
J.2.4	SAR averaging <i>SAV</i> .....	132
J.2.5	SAR scaling <i>SARS</i> .....	132
J.2.6	SAR correction for deviations in permittivity and conductivity <i>SC</i> .....	132
J.3	Measurement system uncertainties that are dependent on the DUT <i>MD</i> .....	132
J.3.1	General .....	132
J.3.2	Probe or probe-array coupling with the DUT <i>PC</i> .....	132
J.3.3	Modulation response <i>MOD</i> .....	133
J.3.4	Integration time <i>IT</i> .....	133
J.3.5	Measurement system drift and noise <i>DN</i> .....	133
J.4	Uncertainties related to the source or noise <i>ME</i> .....	133
J.4.1	General .....	133
J.4.2	Device holder <i>DH</i> .....	133
J.4.3	Device positioning <i>DP</i> .....	133
J.4.4	RF ambient conditions <i>AC</i> .....	134
J.4.5	Measurement system drift and noise <i>DN</i> .....	134
J.5	Uncertainties of validation antennas <i>MV</i> .....	134
J.5.1	General .....	134
J.5.2	Deviation of experimental antennas <i>DEX</i> .....	134
J.5.3	Power measurement uncertainty <i>PMU</i> .....	134
J.5.4	Other uncertainty contributions when using validation antennas <i>OVS</i> .....	134
	Bibliography.....	135

Figure 1	– Evaluation plan checklist.....	15
Figure 2	– Illustration of the shape and orientation relative to a curved phantom surface of the distorted cubic volume for computing psSAR .....	22
Figure 3	– Measurements performed by shifting a large device over the efficient measurement area of the system including overlapping areas – in this case: six tests performed .....	24
Figure 4	– Flow chart for SAR measurements of uncorrelated signals at different frequencies using a measurement system able to distinguish between different frequency components (Method 2) .....	27
Figure 5	– Illustration of the amplitude spectrum, as function of frequency, for simultaneously transmitted signals of multiple frequency bands emitted by a DUT .....	28
Figure 6	– Illustration of a completely covered signal bandwidth $B_S$ by the measurement system analysis bandwidth $B_A$ at single transmission mode .....	29
Figure 7	– Illustration of a completely covered signal bandwidths $B_{S_i}$ (for $i = 2$ to $N$ ) by the measurement system analysis bandwidth $B_A$ for simultaneous multiple-frequency transmission mode.....	29
Figure 8	– Illustration of a non-coverage of the signal bandwidths $B_{S_i}$ (for $i = 2$ to $N$ ) by the measurement system analysis bandwidth $B_A$ for simultaneous multiple-frequency transmission mode.....	29
Figure 9	– Illustration of a partial-coverage of the signal bandwidths $B_{S_i}$ (for $i = 2$ to $N$ ) by the measurement system analysis bandwidth $B_A$ for simultaneous multiple-frequency transmission mode .....	30
Figure 10	– Illustration of reduction of the measurement system analysis bandwidth $B_A$ to cover only one signal bandwidth $B_{S_i}$ (for $i = 1$ to $N$ ) for simultaneous multiple-frequency transmission mode .....	30
Figure 11	– Illustration of increasing or moving the measurement system analysis bandwidth $B_A$ to cover one or more signal bandwidth $B_{S_i}$ (for $i = 1$ to $N$ ) for simultaneous multiple-frequency transmission mode.....	30

Figure A.1 – Sagittally-bisected phantom with extended perimeter, used for scanning measurement systems .....	41
Figure A.2 – Dimensions of the elliptical phantom .....	42
Figure C.1 – Coordinate system for 2D planar measurement-system .....	50
Figure C.2 – Generic configuration of SAR measurement system.....	50
Figure C.3 – Schematic representation of 2D planar measurement-based SAR system and its coordinate system .....	52
Figure C.4 – Source reconstruction from fields outside a phantom .....	53
Figure D.1 – Recommended power measurement setup for <i>system check</i> and <i>system validation</i> .....	56
Figure D.2 – Equipment setup for measurement of forward power $P_f$ and forward coupled power $P_{fc}$ .....	57
Figure D.3 – Equipment setup for measuring the shorted reverse coupled power $P_{rcs}$ .....	58
Figure D.4 – Equipment setup for measuring the power with the reference antenna connected .....	58
Figure D.5 – Port numbering for the $S$ -parameter measurements of the directional coupler .....	60
Figure D.6 – SAM masks for positioning dipole antennas and VPIFAs on the head phantoms, including holes where the antenna spacer is inserted .....	65
Figure D.7 – Flat masks for positioning VPIFAs on the flat phantoms, including a hole in the centre where the VPIFA spacer is inserted .....	66
Figure D.8 – Dipole showing the distance of $s = 15$ mm .....	67
Figure D.9 – 2-PEAK CPIFA showing the fixed distance of $s = 7$ mm .....	67
Figure D.10 – VPIFA positioned showing the fixed distance of $s = 2$ mm .....	68
Figure D.11 – <i>System check</i> and validation locations for the flat phantom.....	69
Figure D.12 – <i>System check</i> and validation locations for the head phantom.....	70
Figure D.13 – Definition of rotation angles for dipoles .....	71
Figure F.1 – Mechanical details of the standard dipole.....	87
Figure F.2 – VPIFA validation antenna.....	89
Figure F.3 – 2-PEAK CPIFA at 2 450 MHz .....	92
Figure F.4 – Detail of the tuning structure and matching structure.....	93
Figure G.1 – Measurement setup for waveguide calibration of dosimetric probe, and similar setup (same tissue-equivalent liquid, dielectric spacer, power sensors and coupler) for antenna calibration.....	95
Figure G.2 – Setup for calibration of a reference antenna .....	96
Figure G.3 – Method for the transfer of calibration between two antennas of the same type using the array system .....	103
Figure I.1 – Illustration of SAR measurement results during 8 h and the centred moving average .....	122
Table 1 – Evaluation plan checklist .....	16
Table 2 – Uncertainty budget template for the evaluation of the measurement system uncertainty of the 1 g or 10 g psSAR to be carried out by the system manufacturer .....	36
Table 3 – Uncertainty budget template for evaluating the uncertainty in the measured value of 1 g SAR or 10 g SAR from a DUT .....	37
Table 4 – Uncertainty budget template for evaluating the uncertainty in the measured value of 1 g SAR or 10 g SAR from a validation antenna.....	38

Table 5 – Uncertainty budget template for evaluating the uncertainty in the measured value of 1 g SAR or 10 g SAR from the <i>system check</i> .....	39
Table A.1 – Dielectric properties of the tissue-equivalent medium .....	43
Table B.1 – Uncertainty analysis for single-probe calibration in waveguide .....	45
Table B.2 – Uncertainty analysis for transfer calibration of array systems .....	46
Table B.3 – Uncertainty analysis of transfer calibration of array systems .....	48
Table D.1 – Example of power measurement uncertainty in % .....	60
Table D.2 – Modulations and multiplexing modes used by radio systems .....	64
Table D.3 – Peak spatial-average SAR (psSAR) averaged over 1 g and 10 g values for the flat phantom filled with tissue-equivalent medium for the antennas specified in Annex F .....	72
Table D.4 – Peak spatial-average SAR (psSAR) averaged over 1 g and 10 g values for antenna generating two peaks on the flat phantom filled with tissue-equivalent medium for the antennas specified in Annex F .....	73
Table D.5 – Peak spatial-average SAR (psSAR) averaged over 1 g and 10 g values on the head left and right phantom for the antennas specified in Annex F .....	74
Table D.6 – Peak spatial-average SAR (psSAR) averaged over 1 g and 10 g values for antenna generating two peaks on the head left and right phantom for the antennas specified in Annex F. Modulations are as specified in Table D.2 .....	79
Table D.7 – Set of randomised tests for on-site <i>system validation</i> using flat phantom 1 g and 10 g psSAR, normalized to 1 W forward power, using the antennas specified in Annex F .....	79
Table D.8 – Set of tests for on-site <i>system validation</i> using left and right head phantoms for 1 g and 10 g psSAR for the antennas specified in Annex F .....	80
Table F.1 – Return loss values for antennas specified in Annex F and flat phantom filled with tissue-equivalent medium .....	85
Table F.2 – Mechanical dimensions of the reference dipoles .....	86
Table F.3 – Dimensions for VPIFA antennas at different frequencies .....	90
Table F.4 – Dielectric properties of the dielectric layers for VPIFA antennas .....	90
Table F.5 – Thickness of substrates and planar metallization .....	93
Table F.6 – Dielectric properties of FR4 .....	93
Table F.7 – Values for the antenna dimensions in Figures F.4 and F.5 .....	94
Table G.1 – Example uncertainty budget for reference dipole antenna calibration for 1 g and 10 g averaged SAR (750 MHz to 3 GHz) .....	99
Table G.2 – Example uncertainty budget for reference antenna calibration (PIFA) for 1 g and 10 g averaged SAR (750 MHz to 3 GHz) .....	100
Table G.3 – Example uncertainty budget for reference antenna (dipole) calibration for 1 g and 10 g averaged SAR (3 GHz to 6 GHz) .....	101
Table G.4 – Example uncertainty budget for the calibration of an antenna using the transfer method, as percentages .....	104
Table H.1 – Parameters of analytical reference functions and associated reference peak 10 g SAR value .....	109



## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**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 3: Vector measurement-based systems  
(Frequency range of 600 MHz to 6 GHz)**

## 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.

IEC 62209-3 has been prepared by IEC technical committee 106: Methods for the assessment of electric, magnetic and electromagnetic fields associated with human exposure.

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

FDIS	Report on voting
106/494/FDIS	106/497/RVD

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

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

In this standard, the following print types are used:

- specific test protocols: in *italic* type.

This standard contains attached files in the form of four \*.IGS files of inner and outer surfaces for the left and right halves extracted from the CAD model of the SAM phantom (see A.1.2). These files are available in the supporting documents folder at [www.iec.ch/tc106/supportingdocuments](http://www.iec.ch/tc106/supportingdocuments).

This standard contains attached files for the analytical functions that are to be used for the evaluation of the reconstruction algorithm uncertainty in Table H.1. These files are available in the supporting documents folder at [www.iec.ch/tc106/supportingdocuments](http://www.iec.ch/tc106/supportingdocuments).

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

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

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

## INTRODUCTION

This document specifies the requirements for vector measurement-based systems to measure the Specific Absorption Rate (SAR) of devices that are used in close proximity to the human body or head.

Because SAR measurement systems are used for showing compliance with national and international exposure limits, the test procedures have to be standardized. This standardization aims at achieving comparable results for the equipment approval process.

Vector measurement-based systems and the associated protocols can differ from traditional SAR measurement systems and protocols. These systems use more advanced field reconstruction methods, allowing the application of indirect measurement approaches in which the SAR is evaluated in three dimensions from a limited number of measurement points that may be located in a limited part of the volume of interest, or even outside this volume. Such new SAR assessment approaches result in significantly reduced SAR measurement times.

# 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 3: Vector measurement-based systems (Frequency range of 600 MHz to 6 GHz)

### 1 Scope

This part of IEC 62209 specifies measurement protocols and test procedures for the reproducible measurement of peak spatial-average specific absorption rate (psSAR) induced inside a simplified model of a human head or body by radio-frequency (RF) transmitting devices, with a specified measurement uncertainty. Requirements are provided for psSAR assessment using vector measurement-based systems. Such systems determine the psSAR by three-dimensional (3D) field reconstruction within the volume of interest in accordance with the requirements herein for the measurement system, calibration, uncertainty assessment and validation methods. The protocols and procedures apply for the psSAR assessments covering a significant majority of people including children during use of wireless communication devices operated in close proximity to the head or body.

This document is applicable to wireless communication devices intended to be used at a position near the human head or body at distances up to and including 200 mm. This document may be employed to evaluate SAR compliance of different types of wireless communication devices used next to the ear, in front of the face, mounted on the body, combined with other RF-transmitting or non-transmitting devices or accessories (e.g. belt-clip), or embedded in garments. The overall applicable frequency range is from 600 MHz to 6 GHz.

The *system validation* procedures provided within this document cover frequencies from 600 MHz to 6 GHz.

With a vector measurement-based system this document can be employed to evaluate SAR compliance of different types of wireless communication devices.

The wireless communication device categories covered include but are not limited to mobile telephones, cordless microphones, auxiliary broadcast devices and radio transmitters in personal computers, desktop and laptop devices, multi-band, multi-antenna, and push-to-talk devices.

### 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 62209-1:2016, *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 1: Devices used next to the ear (Frequency range of 300 MHz to 6 GHz)*

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 62479, *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)*

IEC TR 62630:2010, *Guidance for evaluating exposure from multiple electromagnetic sources*

ISO/IEC Guide 98-1:2009, *Uncertainty of measurement – Part 1: Introduction to the expression of uncertainty in measurement*

ISO/IEC Guide 98-3, *Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)*

IEC/IEEE 62704-1, *Determining the peak spatial-average specific absorption rate (SAR) in the human body from wireless communications devices, 30 MHz to 6 GHz – Part 1: General requirements for using the finite difference time-domain (FDTD) method for SAR calculations*

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	146
INTRODUCTION .....	148
1 Domaine d'application .....	149
2 Références normatives .....	149
3 Termes et définitions .....	150
4 Symboles et abréviations .....	151
5 Présentation de la procédure de mesure .....	151
6 Spécifications du système de mesure .....	154
6.1 Exigences générales .....	154
6.2 Spécifications du fantôme .....	156
6.2.1 Spécifications du fantôme de tête – enveloppe .....	156
6.2.2 Spécifications du fantôme de corps – enveloppe .....	156
6.2.3 Propriétés du milieu équivalent aux tissus .....	156
6.3 Exigences relatives au système de mesure .....	156
6.3.1 Généralités .....	156
6.3.2 Spécifications du système de mesure par balayage .....	156
6.3.3 Spécifications du système de mesure matriciel .....	157
6.4 Spécification du support de dispositif .....	158
6.5 Spécifications de l'algorithme de reconstruction et de l'intégration spatiale maximale .....	159
7 Protocole pour les évaluations du DAS .....	160
7.1 Préparation de mesure .....	160
7.1.1 Généralités .....	160
7.1.2 Préparation du milieu équivalent aux tissus .....	160
7.1.3 Contrôle du système .....	160
7.1.4 Préparation du dispositif à l'essai (DAE) .....	161
7.1.5 Modes de fonctionnement .....	161
7.1.6 Position du DAE par rapport au fantôme .....	161
7.1.7 Positions du DAE par rapport au fantôme plan pour les DAE volumineux .....	161
7.1.8 Fréquences d'essai pour le DAE .....	162
7.2 Essais à réaliser .....	162
7.3 Procédure de mesure générale .....	163
7.3.1 Généralités .....	163
7.3.2 Procédure de mesure pour les systèmes de balayage .....	163
7.3.3 Procédure de mesure pour les systèmes matriciels .....	163
7.4 Mesurages du DAS pour une émission simultanée .....	164
7.4.1 Généralités .....	164
7.4.2 Mesurages du DAS pour les signaux non corrélés .....	165
7.4.3 Mesurages du DAS pour les signaux corrélés .....	169
8 Estimation de l'incertitude de mesure .....	170
8.1 Généralités .....	170
8.2 Exigences relatives à l'évaluation de l'incertitude de mesure .....	171
8.3 Description des modèles d'incertitude de mesure .....	171
8.3.1 Généralités .....	171
8.3.2 Modèles d'incertitude pour un système de mesure matriciel et des systèmes de mesure par balayage .....	172

8.3.3	Exemple de modèles de bilans d'incertitudes .....	173
9	Rapport de mesure .....	178
Annexe A (normative)	Spécifications du fantôme .....	179
A.1	Spécifications du fantôme SAM.....	179
A.1.1	Justification .....	179
A.1.2	Géométrie du fantôme SAM.....	179
A.1.3	Milieu équivalent aux tissus .....	179
A.2	Spécifications du fantôme plan .....	180
A.3	Fantômes spécifiques .....	181
A.4	Milieu équivalent aux tissus .....	182
Annexe B (normative)	Étalonnage et caractérisation des sondes dosimétriques.....	183
B.1	Généralités .....	183
B.2	Types d'étalonnage.....	183
B.2.1	Étalonnage d'amplitude avec champs analytiques .....	183
B.2.2	Étalonnage d'amplitude et de phase par étalonnage par transfert .....	184
B.2.3	Étalonnage d'amplitude et de phase à l'aide d'une référence numérique.....	186
Annexe C (informative)	Techniques de reconstruction de champ .....	188
C.1	Généralités .....	188
C.2	Objectif des techniques de reconstruction de champ.....	188
C.3	Contexte .....	189
C.4	Techniques de reconstruction .....	190
C.4.1	Techniques de décomposition.....	190
C.4.2	Techniques de reconstruction de la source .....	192
C.4.3	Décomposition en fonctions de base sources .....	192
C.4.4	Reconstruction de phase .....	192
C.5	Reconstruction de source et estimation du DAS à partir des champs mesurés à l'extérieur du fantôme .....	192
C.6	Considérations supplémentaires relatives à la reconstruction du champ dans les systèmes de balayage .....	193
Annexe D (normative)	Vérification et validation du système de mesure du DAS .....	194
D.1	Objectifs et objet.....	194
D.1.1	Généralités .....	194
D.1.2	Objectifs et objet du <i>contrôle du système</i> .....	194
D.1.3	Objectifs de la <i>validation du système</i> .....	195
D.2	Montage et procédure de mesure du DAS pour le <i>contrôle du système</i> et la <i>validation du système</i> .....	195
D.2.1	Généralités .....	195
D.2.2	Montages de mesure de puissance.....	196
D.2.3	Procédure de mesure et de normalisation du DAS .....	197
D.2.4	Incertitude de mesure de puissance .....	199
D.3	<i>Contrôle du système</i> .....	201
D.3.1	Antennes de <i>contrôle du système</i> et conditions d'essai .....	201
D.3.2	Antennes de <i>contrôle du système</i> et conditions d'essai pour les systèmes de balayage .....	202
D.3.3	Antennes de <i>contrôle du système</i> et conditions d'essai pour les systèmes matriciels .....	202
D.3.4	Critères d'acceptation du <i>contrôle du système</i> .....	202
D.4	<i>Validation du système</i> .....	203
D.4.1	Validation des systèmes matriciels et des systèmes de balayage .....	203

D.4.2	Exigences pour les antennes de <i>validation du système</i> et conditions d'essai .....	203
D.4.3	Exigences relatives aux systèmes matriciels et aux systèmes de balayage.....	203
D.4.4	Positions d'essai pour la <i>validation du système</i> .....	206
D.4.5	Procédure de <i>validation du système</i> en fonction du DAS maximal moyenné dans l'espace .....	214
D.4.6	<i>Validation du système</i> sur site après installation .....	222
D.4.7	Critères d'acceptation de la <i>validation du système</i> .....	223
Annexe E (informative) Comparaisons interlaboratoires .....		225
E.1	Objet.....	225
E.2	Laboratoire de contrôle .....	225
E.3	Montage du fantôme .....	225
E.4	Dispositifs de référence .....	225
E.5	Réglage de la puissance .....	226
E.6	Comparaison interlaboratoires – Procédure .....	226
Annexe F (normative) Antennes de validation du système .....		227
F.1	Exigences générales.....	227
F.2	Exigences relatives au facteur d'adaptation .....	227
F.3	Antenne dipôle normalisée.....	228
F.4	VPIFA .....	231
F.5	2-PEAK CPIFA.....	233
F.6	Antennes supplémentaires.....	237
Annexe G (normative) Étalonnage DAS des antennes de référence .....		238
G.1	Objet.....	238
G.2	Paramètres ou grandeurs et plages à déterminer par la méthode d'étalonnage .....	239
G.3	Montage d'étalonnage de l'antenne de référence .....	239
G.4	Procédure d'étalonnage de l'antenne de référence.....	240
G.4.1	Vérification du facteur d'adaptation.....	240
G.4.2	Étalonnage des antennes de référence: procédure pas-à-pas.....	240
G.4.3	Bilan d'incertitudes de l'étalonnage de l'antenne de référence .....	241
G.5	Méthode et incertitudes pour le transfert de l'étalonnage entre deux antennes ou plus de même type utilisant le système matriciel.....	246
Annexe H (informative) Considérations générales relatives à l'estimation de l'incertitude .....		248
H.1	Concept d'estimation de l'incertitude .....	248
H.2	Évaluations de Type A et de Type B .....	249
H.3	Degrés de liberté et facteur d'élargissement .....	249
H.4	Incertitude composée et incertitude élargie .....	250
H.5	Fonctions de référence analytiques.....	251
Annexe I (normative) Évaluation de l'incertitude de mesure des résultats de DAS obtenus à partir de systèmes basés sur la mesure vectorielle par balayage avec des sondes simples .....		254
I.1	Incertitudes de mesure à évaluer par le fabricant des systèmes <i>MM</i> .....	254
I.1.1	Généralités .....	254
I.1.2	Étalonnage <i>CF</i> .....	254
I.1.3	Isotropie <i>ISO</i> .....	255
I.1.4	Linéarité du système <i>LIN</i> .....	255
I.1.5	Limite de sensibilité <i>SL</i> .....	255



1.1.6	Effet de bord <i>BE</i> .....	255
1.1.7	Lectures électroniques <i>RE</i> .....	256
1.1.8	Temps de réponse <i>RT</i> .....	256
1.1.9	Positionnement de la sonde <i>PP</i> .....	256
1.1.10	Erreur d'échantillonnage <i>SE</i> .....	257
1.1.11	Enveloppe du fantôme <i>PS</i> .....	257
1.1.12	Paramètres du milieu équivalent aux tissus <i>MAT</i> .....	258
1.1.13	Immunité/réception secondaire du système de mesure <i>MSI</i> .....	259
I.2	Incertitude des corrections de reconstruction et du traitement ultérieur à spécifier par le fabricant <i>MN</i> .....	260
1.2.1	Généralités .....	260
1.2.2	Évaluation de l'incertitude due à la reconstruction <i>REC</i> .....	260
1.2.3	Impact du bruit sur la reconstruction <i>POL</i> .....	261
1.2.4	Moyennage du DAS <i>SAV</i> .....	261
1.2.5	Mise à l'échelle du DAS <i>SARS</i> .....	261
1.2.6	Correction du DAS pour les écarts de permittivité et de conductivité <i>SC</i> .....	261
I.3	Incertitudes qui dépendent du DAE <i>MD</i> .....	263
1.3.1	Généralités .....	263
1.3.2	Couplage de sonde avec le DAE <i>PC</i> .....	263
1.3.3	Réponse en modulation <i>MOD</i> .....	263
1.3.4	Temps d'intégration <i>IT</i> .....	264
1.3.5	Dérive de DAS mesuré <i>SD</i> .....	264
I.4	Incertitudes liées à l' environnement de mesure <i>ME</i> .....	264
1.4.1	Généralités .....	264
1.4.2	Support de dispositif <i>DH</i> .....	264
1.4.3	Positionnement de dispositif <i>DP</i> .....	264
1.4.4	Conditions ambiantes RF <i>AC</i> .....	264
1.4.5	Dérive et bruit du système de mesure <i>DN</i> .....	264
I.5	Incertitudes des antennes de validation, <i>MV</i> .....	266
1.5.1	Généralités .....	266
1.5.2	Écart des antennes expérimentales <i>DEX</i> .....	266
1.5.3	Incertitude de mesure de puissance <i>PMU</i> .....	266
1.5.4	Autres contributions à l'incertitude lors de l'utilisation d'antennes de validation <i>OVS</i> .....	266
Annexe J (normative)	Évaluation de l'incertitude des systèmes basés sur la mesure vectorielle matriciels ou à balayage .....	267
J.1	Incertitudes du système de mesure à évaluer par le fabricant <i>MM</i> .....	267
J.1.1	Généralités .....	267
J.1.2	Étalonnage <i>CF</i> .....	267
J.1.3	Isotropie <i>ISO</i> .....	268
J.1.4	Couplage mutuel de capteur <i>MSC</i> .....	268
J.1.5	Diffraction en raison de la présence de la matrice <i>AS</i> .....	269
J.1.6	Linéarité du système <i>LIN</i> .....	270
J.1.7	Limite de sensibilité <i>SL</i> .....	271
J.1.8	Effet de bord <i>BE</i> .....	271
J.1.9	Lectures électroniques <i>RE</i> .....	271
J.1.10	Temps de réponse <i>RT</i> .....	271
J.1.11	Position de la sonde <i>PP</i> .....	272
J.1.12	Erreur d'échantillonnage <i>SE</i> .....	273

J.1.13	Limites de la matrice $AB$ .....	273
J.1.14	Enveloppe du fantôme $PS$ .....	274
J.1.15	Paramètres du milieu équivalent aux tissus $MAT$ .....	274
J.1.16	Homogénéité du fantôme $HOM$ .....	276
J.1.17	Immunité/réception secondaire du système de mesure $MSI$ .....	277
J.2	Incertitude de reconstruction, des corrections et du traitement ultérieur à spécifier par le fabricant $MN$ .....	277
J.2.1	Généralités .....	277
J.2.2	Évaluation de l'incertitude due à la reconstruction $REC$ .....	277
J.2.3	Impact du bruit sur la reconstruction $POL$ .....	277
J.2.4	Moyennage du DAS $SAV$ .....	277
J.2.5	Mise à l'échelle du DAS $SARS$ .....	277
J.2.6	Correction du DAS pour les écarts de permittivité et de conductivité $SC$ .....	277
J.3	Incertitudes du système de mesure qui dépendent du DAE $MD$ .....	277
J.3.1	Généralités .....	277
J.3.2	Couplage de la sonde ou du réseau de sondes avec le DAE $PC$ .....	278
J.3.3	Réponse en modulation $MOD$ .....	278
J.3.4	Temps d'intégration $IT$ .....	278
J.3.5	Dérive et bruit du système de mesure $DN$ .....	278
J.4	Incertitudes liées à la source ou au bruit, $ME$ .....	279
J.4.1	Généralités .....	279
J.4.2	Support de dispositif $DH$ .....	279
J.4.3	Positionnement de dispositif $DP$ .....	279
J.4.4	Conditions ambiantes RF $AC$ .....	279
J.4.5	Dérive et bruit du système de mesure $DN$ .....	279
J.5	Incertitudes des antennes de validation, $MV$ .....	279
J.5.1	Généralités .....	279
J.5.2	Écart des antennes expérimentales $DEX$ .....	279
J.5.3	Incertitude de mesure de puissance $PMU$ .....	279
J.5.4	Autres contributions à l'incertitude lors de l'utilisation d'antennes de validation $OVS$ .....	279
	Bibliographie.....	280
	Figure 1 – Liste de contrôle du plan d'évaluation .....	152
	Figure 2 – Représentation de la forme et de l'orientation par rapport à une surface de fantôme courbe du volume cubique déformé pour le calcul du psSAR.....	160
	Figure 3 – Mesurages réalisés en déplaçant un dispositif volumineux sur la zone de mesure efficace du système incluant les zones de chevauchement – dans ce cas: six essais réalisés.....	162
	Figure 4 – Diagramme des mesurages du DAS des signaux non corrélés à différentes fréquences à l'aide d'un système de mesure capable de faire la distinction entre différentes composantes de fréquence (Méthode 2) .....	165
	Figure 5 – Représentation du spectre d'amplitude en fonction de la fréquence pour les signaux émis simultanément de plusieurs bandes de fréquences émises par un DAE .....	166
	Figure 6 – Représentation d'une largeur de bande de signal $B_s$ totalement couverte par la largeur de bande d'analyse $B_a$ du système de mesure en mode d'émission simple .....	167
	Figure 7 – Représentation d'une largeur de bande de signal $B_{Si}$ (pour $i = 2$ à $N$ ) totalement couverte par la largeur de bande d'analyse $B_a$ du système de mesure pour un mode d'émission simultanée à plusieurs fréquences .....	167

Figure 8 – Représentation de la non-couverture des largeurs de bande de signal $B_{Si}$ (pour $i=2$ à $N$ ) par la largeur de bande d'analyse $B_a$ du système de mesure pour un mode d'émission simultanée à plusieurs fréquences .....	167
Figure 9 – Représentation d'une couverture partielle des largeurs de bande de signal $B_{Si}$ (pour $i = 2$ à $N$ ) par la largeur de bande d'analyse $B_a$ du système de mesure pour un mode d'émission simultanée à plusieurs fréquences .....	168
Figure 10 – Représentation de la réduction de la largeur de bande d'analyse $B_a$ du système de mesure pour couvrir uniquement une largeur de bande de signal $B_{Si}$ (pour $i = 1$ à $N$ ) pour un mode d'émission simultanée à plusieurs fréquences .....	168
Figure 11 – Représentation de l'augmentation ou du déplacement de la largeur de bande d'analyse $B_a$ du système de mesure pour couvrir une ou plusieurs largeurs de bande de signal $B_{Si}$ (pour $i = 1$ à $N$ ) pour un mode d'émission simultanée à plusieurs fréquences .....	168
Figure A.1 – Fantôme à bissection sagittale avec périmètre élargi, utilisé pour les systèmes de mesure par balayage .....	180
Figure A.2 – Dimensions du fantôme elliptique .....	181
Figure C.1 – Système de coordonnées du système de mesure planaire 2D .....	189
Figure C.2 – Configuration générique du système de mesure du DAS .....	190
Figure C.3 – Représentation schématique du système DAS de mesure planaire 2D et de son système de coordonnées .....	191
Figure C.4 – Reconstruction de source à partir des champs à l'extérieur d'un fantôme .....	193
Figure D.1 – Montage de mesure de puissance recommandé pour le <i>contrôle du système</i> et la <i>validation du système</i> .....	196
Figure D.2 – Montage de l'équipement de mesure de la puissance directe $P_f$ et de la puissance couplée directe $P_{fc}$ .....	197
Figure D.3 – Montage de l'équipement de mesure de la puissance couplée inverse court-circuitée $P_{rcs}$ .....	198
Figure D.4 – Montage de l'équipement de mesure de la puissance avec l'antenne de référence connectée .....	198
Figure D.5 – Numérotation d'accès pour les mesurages de paramètres $S$ du coupleur directionnel .....	200
Figure D.6 – Masques SAM pour le positionnement des antennes dipôles et des VPIFA sur les fantômes de tête, comprenant les orifices dans lesquels sont insérés l'écarteur d'antenne .....	208
Figure D.7 – Masques plans pour le positionnement des VPIFA sur les fantômes plans, comprenant un orifice au centre dans lequel est inséré l'écarteur VPIFA .....	208
Figure D.8 – Dipôle présentant une distance $s = 15$ mm .....	210
Figure D.9 – 2-PEAK CPIFA présentant la distance fixe $s = 7$ mm .....	210
Figure D.10 – VPIFA placée avec la distance fixe $s = 2$ mm .....	211
Figure D.11 – <i>Contrôle du système</i> et emplacements de validation pour le fantôme plan 212	
Figure D.12 – <i>Contrôle du système</i> et emplacements de validation pour le fantôme de tête 213	
Figure D.13 – Définition des angles de rotation pour les dipôles .....	214
Figure F.1 – Caractéristiques mécaniques du dipôle normalisé .....	230
Figure F.2 – Antenne de validation VPIFA .....	232
Figure F.3 – 2-PEAK CPIFA à 2 450 MHz .....	236
Figure F.4 – Présentation détaillée de la structure de syntonisation et de la structure d'adaptation .....	236

Figure G.1 – Montage de mesure pour l'étalonnage de guide d'ondes de la sonde dosimétrique et montage similaire (mêmes liquide équivalent aux tissus, écarteur diélectrique, capteurs de puissance et coupleur) pour l'étalonnage de l'antenne .....	239
Figure G.2 – Montage pour l'étalonnage d'une antenne de référence .....	240
Figure G.3 – Méthode de transfert de l'étalonnage entre deux antennes de même type utilisant le système matriciel .....	246
Figure I.1 – Représentation des résultats de mesure de DAS pendant 8 h et moyenne mobile centrée .....	266
Tableau 1 – Liste de contrôle du plan d'évaluation .....	153
Tableau 2 – Modèle de bilan d'incertitudes pour l'évaluation de l'incertitude du système de mesure du psSAR de 1 g ou de 10 g à effectuer par le fabricant du système .....	173
Tableau 3 – Modèle de bilan d'incertitudes pour l'évaluation de l'incertitude de la valeur mesurée du DAS de 1 g ou de 10 g d'un DAE .....	175
Tableau 4 – Modèle de bilan d'incertitudes pour l'évaluation de l'incertitude de la valeur mesurée du DAS de 1 g ou de 10 g d'une antenne de validation .....	176
Tableau 5 – Modèle de bilan d'incertitudes pour l'évaluation de l'incertitude de la valeur mesurée du DAS de 1 g ou de 10 g dans le cadre du <i>contrôle du système</i> .....	177
Tableau A.1 – Propriétés diélectriques du milieu équivalent aux tissus .....	182
Tableau B.1 – Analyse d'incertitude pour l'étalonnage d'une sonde unique dans un guide d'ondes .....	184
Tableau B.2 – Analyse d'incertitude pour l'étalonnage par transfert de systèmes matriciels .....	185
Tableau B.3 – Analyse d'incertitude de l'étalonnage par transfert de systèmes matriciels .....	187
Tableau D.1 – Exemple d'incertitude de mesure de puissance en % .....	201
Tableau D.2 – Modulations et modes de multiplexage utilisés par les systèmes radioélectriques .....	205
Tableau D.3 – DAS maximal moyenné dans l'espace (psSAR) sur des valeurs de 1 g et 10 g pour le fantôme plan rempli d'un milieu équivalent aux tissus pour les antennes spécifiées à l'Annexe F .....	215
Tableau D.4 – DAS maximal moyenné dans l'espace (psSAR) sur des valeurs de 1 g et 10 g pour une antenne générant deux crêtes sur le fantôme plan rempli d'un milieu équivalent aux tissus pour les antennes spécifiées à l'Annexe F .....	216
Tableau D.5 – DAS maximal moyenné dans l'espace (psSAR) sur des valeurs de 1 g et 10 g sur le fantôme de tête gauche et de tête droite pour les antennes spécifiées à l'Annexe F .....	217
Tableau D.6 – DAS maximal moyenné dans l'espace (psSAR) sur des valeurs de 1 g et 10 g pour une antenne générant deux crêtes sur le fantôme de tête gauche et de tête droite pour les antennes spécifiées à l'Annexe F. Les modulations sont telles que spécifiées dans le Tableau D.2 .....	222
Tableau D.7 – Ensemble d'essais aléatoires pour la validation du système sur site à l'aide d'un fantôme plan psSAR de 1 g et 10 g, normalisé par rapport à une puissance directe de 1 W, à l'aide des antennes spécifiées à l'Annexe F .....	222
Tableau D.8 – Ensemble d'essais pour la <i>validation du système</i> sur site à l'aide des fantômes de tête gauche et droite pour un psSAR de 1 g et 10 g pour les antennes spécifiées à l'Annexe F .....	223
Tableau F.1 – Valeurs du facteur d'adaptation pour les antennes spécifiées à l'Annexe F et le fantôme plan rempli d'un milieu équivalent aux tissus .....	228
Tableau F.2 – Dimensions mécaniques des dipôles de référence .....	229
Tableau F.3 – Dimensions des antennes VPIFA à différentes fréquences .....	233

Tableau F.4 – Propriétés diélectriques des couches diélectriques des antennes VPIFA .....	233
Tableau F.5 – Épaisseur des substrats et métallisation planaire .....	236
Tableau F.6 – Propriétés diélectriques de FR4.....	237
Tableau F.7 – Valeurs pour les dimensions d'antennes aux Figures F.4 et F.5 .....	237
Tableau G.1 – Exemple de bilan d'incertitudes pour l'étalonnage de l'antenne dipôle de référence pour un DAS moyenné de 1 g et de 10 g (750 MHz à 3 GHz) .....	243
Tableau G.2 – Exemple de bilan d'incertitudes pour l'étalonnage de l'antenne de référence (PIFA) pour un DAS moyenné de 1 g et de 10 g (750 MHz à 3 GHz) .....	244
Tableau G.3 – Exemple de bilan d'incertitudes pour l'étalonnage de l'antenne (dipôle) de référence pour un DAS moyenné de 1g et de 10g (3 GHz à 6 GHz) .....	245
Tableau G.4 – Exemple de bilan d'incertitudes pour l'étalonnage d'une antenne à l'aide de la méthode de transfert, en pourcentage .....	247
Tableau H.1 – Paramètres des fonctions de référence analytiques et valeur de DAS maximal de 10 g de référence associée .....	253

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

---

### **PROCÉDURE DE MESURE POUR L'ÉVALUATION DU DÉBIT D'ABSORPTION SPÉCIFIQUE DE L'EXPOSITION HUMAINE AUX CHAMPS RADIOFRÉQUENCE PRODUITS PAR LES DISPOSITIFS DE COMMUNICATIONS SANS FIL TENUS À LA MAIN OU PORTÉS PRÈS DU CORPS –**

#### **Partie 3: Systèmes basés sur la mesure vectorielle (plage de fréquences comprise entre 600 MHz et 6 GHz)**

##### AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique 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. À 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.

L'IEC 62209-3 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.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
106/494/FDIS	106/497/RVD

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

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Dans cette norme, les caractères d'imprimerie suivants sont utilisés:

- protocoles d'essai spécifiques: *caractères italiques*.

La présente norme contient des fichiers joints transmis sous la forme de quatre fichiers \*.IGS correspondant aux surfaces intérieures et extérieures des moitiés gauche et droite extraites du modèle CAO du fantôme du mannequin anthropomorphe spécifique (SAM) (voir A.1.2). Ces fichiers sont disponibles dans le dossier de documents de support à l'adresse [www.iec.ch/tc106/supportingdocuments](http://www.iec.ch/tc106/supportingdocuments).

La présente norme contient des fichiers joints correspondant à la fonction analytique qui doivent être utilisés pour l'évaluation de l'incertitude de l'algorithme de reconstruction dans le Tableau H.1. Ces fichiers sont disponibles dans le dossier de documents de support à l'adresse [www.iec.ch/tc106/supportingdocuments](http://www.iec.ch/tc106/supportingdocuments).

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

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

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

## INTRODUCTION

Le présent document spécifie les exigences relatives aux systèmes basés sur la mesure vectorielle permettant de mesurer le débit d'absorption spécifique (DAS) des dispositifs utilisés à proximité du corps humain ou de la tête.

Compte tenu de l'utilisation des systèmes de mesure du DAS afin de démontrer la conformité aux limites d'exposition nationales et internationales, les procédures d'essai doivent être normalisées. Cette normalisation vise à obtenir des résultats comparables pour le processus d'approbation des équipements.

Les systèmes basés sur la mesure vectorielle et les protocoles associés peuvent être différents des systèmes de mesure et protocoles DAS traditionnels. Ces systèmes utilisent des méthodes de reconstruction plus avancées, permettant d'appliquer des approches de mesure indirectes dans lesquelles le DAS est évalué en trois dimensions à partir d'un nombre limité de points de mesure qui peuvent se situer dans une petite partie du volume à l'étude, voire à l'extérieur de ce volume. Ces nouvelles approches en matière d'évaluation du DAS réduisent considérablement les temps de mesure du DAS.



# PROCÉDURE DE MESURE POUR L'ÉVALUATION DU DÉBIT D'ABSORPTION SPÉCIFIQUE DE L'EXPOSITION HUMAINE AUX CHAMPS RADIOFRÉQUENCE PRODUITS PAR LES DISPOSITIFS DE COMMUNICATIONS SANS FIL TENUS À LA MAIN OU PORTÉS PRÈS DU CORPS –

## Partie 3: Systèmes basés sur la mesure vectorielle (plage de fréquences comprise entre 600 MHz et 6 GHz)

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62209 spécifie les protocoles et procédures d'essai pour le mesurage reproductible du DAS maximal moyenné dans l'espace (psSAR – *peak spatial-average specific absorption rate*) induit à l'intérieur d'un modèle simplifié de tête ou de corps humain par des dispositifs d'émission de radiofréquence (RF), avec une incertitude de mesure spécifiée. Des exigences sont fournies concernant l'évaluation du psSAR utilisant des systèmes basés sur la mesure vectorielle. Ces systèmes déterminent le psSAR par reconstruction de champ tridimensionnel (3D) à l'intérieur du volume à l'étude conformément aux exigences du présent document relatives au système de mesure, à l'étalonnage, à l'évaluation de l'incertitude et aux méthodes de validation. Les protocoles et procédures s'appliquent pour les évaluations du psSAR couvrant une grande majorité de personnes, y compris les enfants, lors de l'utilisation de dispositifs de communications à proximité de la tête ou du corps.

Le présent document s'applique aux dispositifs de communications sans fil destinés à être utilisés proches de la tête ou du corps humain, à des distances allant jusqu'à 200 mm inclus. Le présent document peut être utilisé pour évaluer la conformité du DAS de différents types de dispositifs de communications sans fil utilisés proches de l'oreille, devant le visage, sur le corps, en combinaison avec d'autres dispositifs ou accessoires de transmission RF ou pas (une attache de ceinture, par exemple) ou intégrés aux vêtements. La plage de fréquences globale applicable est comprise entre 600 MHz et 6 GHz.

Les procédures de *validation du système* indiquées dans le présent document couvrent les fréquences comprises entre 600 MHz et 6 GHz.

Avec un système basé sur la mesure vectorielle, le présent document peut être utilisé pour évaluer la conformité du DAS de différents types de dispositifs de communications sans fil.

Les catégories de dispositifs de communications sans fil incluent, entre autres, les téléphones mobiles, les micros sans fil, les dispositifs de diffusion auxiliaires et les émetteurs radio dans les ordinateurs personnels, les ordinateurs de bureau et les ordinateurs portables, ainsi que les dispositifs à plusieurs bandes, à plusieurs antennes et à boutons-poussoirs.

### 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 62209-1:2016, *Procédure de mesure pour l'évaluation du débit d'absorption spécifique de l'exposition humaine aux champs radiofréquences produits par les dispositifs de communications sans fil tenus à la main ou portés près du corps – Partie 1: Dispositifs utilisés à proximité de l'oreille (Plage de fréquences de 300 MHz à 6 GHz)*

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

IEC TR 62630:2010, *Guidance for evaluating exposure from multiple electromagnetic sources* (disponible en anglais seulement)

ISO/IEC Guide 98-1:2009, *Uncertainty of measurement – Part 1: Introduction to the expression of uncertainty in measurement* (disponible en anglais seulement)

ISO/IEC Guide 98-3, *Incertitude de mesure – Partie 3: Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM:1995)*

IEC/IEEE 62704-1, *Determining the peak spatial-average specific absorption rate (SAR) in the human body from wireless communications devices, 30 MHz to 6 GHz – Part 1: General requirements for using the finite difference time-domain (FDTD) method for SAR calculations* (disponible en anglais seulement)