



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Determination of RF field strength, power density and *SAR* in the vicinity of radiocommunication base stations for the purpose of evaluating human exposure

Détermination de l'intensité de champ de radiofréquences, de la densité de puissance et du *DAS* à proximité des stations de base de radiocommunication dans le but d'évaluer l'exposition humaine

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 13.280; 17.240

ISBN 978-2-8322-6302-0

**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.....	12
INTRODUCTION.....	14
1 Scope.....	15
2 Normative references	15
3 Terms and definitions	16
4 Symbols and abbreviated terms.....	22
4.1 Physical quantities	22
4.2 Constants	23
4.3 Abbreviated terms.....	23
5 Quick start guide and how to use this document	24
5.1 Overview.....	24
5.2 Quick start guide.....	24
5.3 How to use this document.....	26
5.4 Worked case studies.....	27
6 Evaluation processes for product compliance, product installation compliance and in-situ RF exposure assessments	27
6.1 Evaluation process for product compliance	27
6.1.1 General	27
6.1.2 Establishing compliance boundaries	27
6.1.3 Iso-surface compliance boundary definition	28
6.1.4 Simple compliance boundaries	28
6.1.5 Methods for establishing the compliance boundary	30
6.1.6 Uncertainty	32
6.1.7 Reporting.....	32
6.2 Evaluation process used for product installation compliance	33
6.2.1 General.....	33
6.2.2 General evaluation procedure for product installations.....	33
6.2.3 Product installation data collection.....	34
6.2.4 Simplified product installation evaluation process	35
6.2.5 Assessment area selection	37
6.2.6 Measurements.....	39
6.2.7 Computations	40
6.2.8 Uncertainty.....	41
6.2.9 Reporting.....	41
6.3 Evaluation processes for in-situ RF exposure assessment	42
6.3.1 General requirements, source determination and site analysis.....	42
6.3.2 Measurement procedures	44
6.3.3 Uncertainty.....	45
6.3.4 Reporting.....	45
6.4 Averaging procedures	46
6.4.1 Spatial averaging.....	46
6.4.2 Time averaging.....	46
7 Determining the evaluation method.....	46
7.1 Overview.....	46
7.2 Process to determine the evaluation method.....	46
7.2.1 General	46

7.2.2	Establishing the evaluation points in relation to the source-environment plane	47
7.2.3	Exposure metric selection.....	49
8	Evaluation methods	49
8.1	Overview.....	49
8.2	Measurement methods.....	50
8.2.1	General	50
8.2.2	RF field strength measurements	50
8.2.3	<i>SAR</i> measurements	51
8.3	Computation methods	52
9	Uncertainty.....	53
10	Reporting.....	54
10.1	General requirements	54
10.2	Report format.....	54
10.3	Opinions and interpretations	55
Annex A (informative)	Source environment plane and guidance on the evaluation method selection.....	56
A.1	Guidance on the source-environment plane	56
A.1.1	General	56
A.1.2	Source-environment plane example	56
A.1.3	Source regions	57
A.2	Select between computation or measurement approaches	63
A.3	Select measurement method.....	64
A.3.1	Selection stages	64
A.3.2	Selecting between field strength and <i>SAR</i> measurement approaches	64
A.3.3	Selecting between broadband and frequency-selective measurement	65
A.3.4	Selecting RF field strength measurement procedures	66
A.4	Select computation method.....	66
A.5	Additional considerations.....	68
A.5.1	Simplicity.....	68
A.5.2	Evaluation method ranking	68
A.5.3	Applying multiple methods for RF exposure evaluation	68
Annex B (normative)	Evaluation methods.....	69
B.1	Overview.....	69
B.2	Evaluation parameters	69
B.2.1	Overview	69
B.2.2	Coordinate systems	69
B.2.3	Reference points	70
B.2.4	Variables	70
B.3	Measurement methods.....	73
B.3.1	RF field strength measurements	73
B.3.2	<i>SAR</i> measurements	104
B.4	Computation methods	114
B.4.1	Overview and general requirements.....	114
B.4.2	Formulas	115
B.4.3	Basic algorithms	123
B.4.4	Advanced computation methods	129
B.5	Extrapolation from the evaluated <i>SAR</i> / RF field strength to the required assessment condition.....	150

B.5.1	Extrapolation method	150
B.5.2	Extrapolation to maximum RF field strength using broadband measurements	151
B.5.3	Extrapolation to maximum RF field strength for frequency and code selective measurements	151
B.5.4	Influence of traffic in real operating network	152
B.6	Summation of multiple RF fields	152
B.6.1	Applicability	152
B.6.2	Uncorrelated fields	153
B.6.3	Correlated fields	153
B.6.4	Ambient fields	153
Annex C (informative)	Rationale supporting simplified product installation criteria	154
C.1	General	154
C.2	Class E2	154
C.3	Class E10	155
C.4	Class E100	155
C.5	Class E+	157
Annex D (informative)	Guidance on comparing evaluated parameters with a limit value	159
D.1	Overview	159
D.2	Information required to compare evaluated value against limit value	159
D.3	Performing a limit comparison at a given confidence level	159
D.4	Performing a limit comparison using a process based assessment scheme	160
Annex E (informative)	Uncertainty	161
E.1	Background	161
E.2	Requirement to estimate uncertainty	161
E.3	How to estimate uncertainty	162
E.4	Guidance on uncertainty and assessment schemes	162
E.4.1	General	162
E.4.2	Overview of assessment schemes	162
E.4.3	Examples of assessment schemes	163
E.4.4	Assessment schemes and compliance probabilities	166
E.5	Guidance on uncertainty	168
E.5.1	Overview	168
E.5.2	Measurement uncertainty and confidence levels	169
E.6	Applying uncertainty for compliance assessments	170
E.7	Example influence quantities for field measurements	170
E.7.1	General	170
E.7.2	Calibration uncertainty of measurement antenna or field probe	171
E.7.3	Frequency response of the measurement antenna or field probe	171
E.7.4	Isotropy of the measurement antenna or field probe	173
E.7.5	Frequency response of the spectrum analyser	173
E.7.6	Temperature response of a broadband field probe	173
E.7.7	Linearity deviation of a broadband field probe	173
E.7.8	Mismatch uncertainty	173
E.7.9	Deviation of the experimental source from numerical source	174
E.7.10	Meter fluctuation uncertainty for time varying signals	174
E.7.11	Uncertainty due to power variation in the RF source	174
E.7.12	Uncertainty due to field gradients	174

E.7.13	Mutual coupling between measurement antenna or isotropic probe and object	176
E.7.14	Uncertainty due to field scattering from the surveyor's body	177
E.7.15	Measurement device	178
E.7.16	Fields out of measurement range	178
E.7.17	Noise	179
E.7.18	Integration time	179
E.7.19	Power chain	179
E.7.20	Positioning system	179
E.7.21	Matching between probe and the EUT	179
E.7.22	Drifts in output power of the EUT, probe, temperature, and humidity	179
E.7.23	Perturbation by the environment	179
E.8	Example influence quantities for RF field strength computations by ray tracing or full wave methods	180
E.8.1	General	180
E.8.2	System	180
E.8.3	Technique uncertainties	181
E.8.4	Environmental uncertainties	181
E.9	Influence quantities for <i>SAR</i> measurements	182
E.9.1	General	182
E.9.2	Post-processing	182
E.9.3	Device holder	182
E.9.4	Test sample positioning	183
E.9.5	Phantom shell uncertainty	184
E.9.6	<i>SAR</i> correction / target liquid permittivity and conductivity	184
E.9.7	Liquid permittivity and conductivity measurements	184
E.9.8	Liquid temperature	185
E.10	Influence quantities for <i>SAR</i> calculations	185
E.11	Spatial averaging	185
E.11.1	General	185
E.11.2	Small-scale fading variations	186
E.11.3	Error on the estimation of local average power density	186
E.11.4	Error on the estimation of local average power density	187
E.11.5	Characterization of environment statistical properties	187
E.11.6	Characterization of different averaging schemes	188
E.12	Influence of human body on probe measurements of the electrical field strength	192
E.12.1	Simulations of the influence of human body on probe measurements based on the Method of Moments (Surface Equivalence Principle)	192
E.12.2	Comparison with measurements	194
E.12.3	Conclusions	194
Annex F (informative)	Technology-specific guidance	195
F.1	Overview to guidance on specific technologies	195
F.2	Summary of technology-specific information	195
F.3	Guidance on spectrum analyser settings	199
F.3.1	Overview of spectrum analyser settings	199
F.3.2	Detection algorithms	199
F.3.3	Resolution bandwidth and channel power processing	200
F.3.4	Integration per service	202
F.4	Constant power components	203

F.4.1	TDMA/FDMA technology.....	203
F.4.2	WCDMA/UMTS technology	203
F.4.3	OFDM technology	204
F.5	WCDMA measurement and calibration using a code domain analyser.....	204
F.5.1	WCDMA measurements – General.....	204
F.5.2	Requirements for the code domain analyser	204
F.5.3	Calibration.....	205
F.6	Wi-Fi measurements	207
F.6.1	General	207
F.6.2	Integration time for reproducible measurements	207
F.6.3	Channel occupation	208
F.6.4	Some considerations	208
F.6.5	Scalability by channel occupation	209
F.6.6	Influence of the application layers.....	209
F.7	LTE measurements for Frequency Division Duplexing (FDD).....	209
F.7.1	Overview	209
F.7.2	Maximum LTE exposure evaluation	210
F.7.3	Instantaneous LTE exposure evaluation	213
F.7.4	MIMO multiplexing of LTE base station.....	213
F.8	LTE measurements for Time Division Duplexing (TDD).....	214
F.8.1	General	214
F.8.2	Definitions and transmission modes.....	214
F.8.3	TDD frame structure	215
F.8.4	Maximum LTE exposure evaluation	217
F.9	Establishing compliance boundaries using numerical simulations of MIMO array antennas emitting correlated wave forms.....	220
F.9.1	General.....	220
F.9.2	Field combining near radio base stations for correlated exposure with the purpose of establishing compliance boundaries	221
F.9.3	Numerical simulations of MIMO array antennas with densely packed columns.....	222
F.9.4	Numerical simulations of large MIMO array antennas	222
F.10	Smart antennas	223
F.10.1	Overview	223
F.10.2	Deterministic conservative approach	223
F.10.3	Statistical conservative approach.....	223
F.10.4	Example approaches	224
F.10.5	Smart antenna (TD-LTE).....	233
F.11	Establishing compliance boundary for systems using dish antennas	233
F.11.1	General	233
F.11.2	Overview	234
F.11.3	Compliance boundary of a dish antenna	234
	Bibliography.....	236
	Figure 1 – Quick start guide to the evaluation process	25
	Figure 2 – Example of complex compliance boundary	28
	Figure 3 – Example of circular cylindrical compliance boundaries	28
	Figure 4 – Example of box shaped compliance boundary	29
	Figure 5 – Example of truncated box shaped compliance boundary	29

Figure 6 – Example of dish antenna compliance boundary (from [11]).....	30
Figure 7 – Example illustrating the linear scaling procedure.....	31
Figure 8 – Flowchart describing the product installation evaluation process.....	34
Figure 9 – Square-shaped assessment domain boundary (ADB) with size D_{ad}	39
Figure 10 – Alternative routes to evaluate in-situ RF exposure.....	43
Figure 11 – Source-environment plane concept.....	48
Figure 12 – Flow chart of the measurement methods.....	50
Figure 13 – Flow chart of the relevant computation methods.....	52
Figure A.1 – Example source-environment plane regions near a radio base station antenna on a tower which has a narrow vertical (elevation plane) beamwidth (not to scale).....	56
Figure A.2 – Example source-environment plane regions near a roof-top antenna which has a narrow vertical (elevation plane) beamwidth (not to scale).....	57
Figure A.3 – Geometry of an antenna with largest linear dimension L_{eff} and largest end dimension L_{end}	58
Figure A.4 – Maximum path difference for an antenna with largest linear dimension L	62
Figure B.1 – Cylindrical, cartesian and spherical coordinates relative to the RBS antenna.....	70
Figure B.2 – Evaluation locations.....	81
Figure B.3 – Relationship of separation of remote radio source and evaluation area to separation of evaluation points.....	82
Figure B.4 – Outline of the surface scanning methodology.....	84
Figure B.5 – Block diagram of the near-field antenna measurement system.....	85
Figure B.6 – Minimum radius constraint where a denotes the minimum radius of a sphere, centred at the reference point, that will encompass the EUT.....	86
Figure B.7 – Maximum angular sampling spacing constraint.....	86
Figure B.8 – Outline of the volume/surface scanning methodology.....	90
Figure B.9 – Block diagram of typical near-field EUT measurement system.....	91
Figure B.10 – Spatial averaging schemes relative to foot support level and in the vertical plane oriented to offer maximum area in the direction of the source being evaluated.....	97
Figure B.11 – Spatial averaging relative to spatial-peak field strength point height.....	97
Figure B.12 – Positioning of the EUT relative to the relevant phantom.....	105
Figure B.13 – Phantom liquid volume and measurement volume used for whole-body SAR measurements with the box-shaped phantoms.....	111
Figure B.14 – Reflection due to the presence of a ground plane.....	116
Figure B.15 – Enclosed cylinder around collinear arrays, with and without electrical downtilt.....	116
Figure B.16 – Leaky feeder geometry.....	118
Figure B.17 – Directions for which SAR estimation expressions are given.....	119
Figure B.18 – Reference frame employed for cylindrical formulas for field strength computation at a point P (left), and on a line perpendicular to boresight (right).....	124
Figure B.19 – Views illustrating the three valid zones for field strength computation around an antenna.....	125
Figure B.20 – Cylindrical formulas reference results.....	128
Figure B.21 – Spherical formulas reference results.....	129
Figure B.22 – Synthetic model and ray tracing algorithms geometry and parameters.....	131

Figure B.23 – Line 4 far-field positions for synthetic model and ray tracing validation example	134
Figure B.24 – Antenna parameters for synthetic model and ray tracing algorithms validation example	135
Figure B.25 – Generic 900 MHz RBS antenna with nine dipole radiators	142
Figure B.26 – Line 1, 2 and 3 near-field positions for full wave and ray tracing validation	142
Figure B.27 – Generic 1 800 MHz RBS antenna with five slot radiators	143
Figure B.28 – RBS antenna placed in front of a multi-layered lossy cylinder	149
Figure B.29 – Time variation over 24 h of the exposure induced by GSM 1800 MHz (left) and FM (right) both normalized to mean	152
Figure C.1 – Measured ER as a function of distance for a low power BS ($G = 5$ dBi, $f = 2100$ MHz) transmitting with an $EIRP$ of 2 W (class E2) and 10 W (class E10)	154
Figure C.2 – Minimum installation height as a function of transmitting power corresponding to class E10	155
Figure C.3 – Compliance distance in the main lobe as a function of $EIRP$ established according to the far-field formula corresponding to class E100	156
Figure C.4 – Minimum installation height as a function of transmitting power corresponding to class E100	156
Figure C.5 – Averaged power density at ground level for various installation configurations of equipment with 100 W $EIRP$ (class E100)	157
Figure C.6 – Compliance distance in the main lobe as a function of $EIRP$ established according to the far-field formula corresponding to class E+	158
Figure C.7 – Minimum installation height as a function of transmitting power corresponding to class E+	158
Figure E.1 – Examples of general assessment schemes	164
Figure E.2 – Target uncertainty scheme overview	165
Figure E.3 – Probability of the true value being above (respectively below) the evaluated value depending on the confidence level assuming a normal distribution	169
Figure E.4 – Plot of the calibration factors for E (not E^2) provided from an example calibration report for an electric field probe	172
Figure E.5 – Computational model used for the variational analysis of reflected RF fields from the front of a surveyor	177
Figure E.6 – Positioning device and different positioning errors	183
Figure E.7 – Physical model of Rayleigh (a) and Rice (b) small-scale fading variations	185
Figure E.8 – Example of E field strength variations in line of sight of an antenna operating at 2,2 GHz	186
Figure E.9 – Error at 95% on average power estimation	187
Figure E.10 – 343 measurement positions building a cube (centre) and different templates consisting of a different number of positions	188
Figure E.11 – Moving a template (Line 3) through the CUBE	189
Figure E.12 – Standard deviations for GSM 900, DCS 1800 and UMTS	191
Figure E.13 – Simulation arrangement	193
Figure E.14 – Body influence	193
Figure E.15 – Simulation arrangement	194
Figure F.1 – Spectral occupancy for GMSK	200
Figure F.2 – Spectral occupancy for CDMA	201
Figure F.3 – Channel allocation for a WCDMA signal	204

Figure F.4 – Example of Wi-Fi frames	207
Figure F.5 – Channel occupation versus the integration time for IEEE 802.11b standard	208
Figure F.6 – Channel occupation versus nominal throughput rate for IEEE 802.11b/g standards.....	208
Figure F.7 – Wi-Fi spectrum trace snapshot.....	209
Figure F.8 – Frame structure of transmission signal for LTE downlink	210
Figure F.9 – Examples of received waves from LTE downlink signals using a spectrum analyser using zero span mode.....	213
Figure F.10 – Frame structure type 2 (for 5 ms switch-point periodicity).....	216
Figure F.11 – Frame structure of transmission signal for TDD LTE	216
Figure F.12 – PBCH measurement example.....	218
Figure F.13 – PBCH measurement example spectrum analyser using zero span mode	220
Figure F.14 – MIMO array antenna with densely packed columns	221
Figure F.15 – Plan view representation of statistical conservative model	224
Figure F.16 – Binomial cumulative probability function for $N = 24$, $PR = 0,125$	232
Figure F.17 – Binomial cumulative probability function for $N = 18$, $PR = 2/7$	233
Figure F.18 – Flowchart for the assessment of EMF compliance boundary in the line of sight of dish antennas (from [11]).....	235
Table 1 – Quick start guide evaluation steps	26
Table 2 – Example of product installation classes where a simplified evaluation process is applicable (based on ICNIRP general public limits [13])	36
Table 3 – Exposure metrics validity for evaluation points in each source region	49
Table 4 – Requirements for RF field strength measurements	51
Table 5 – Whole-body <i>SAR</i> exclusions based on RF power levels.....	51
Table 6 – Requirements for <i>SAR</i> measurements.....	51
Table 7 – Applicability of computation methods for source-environment regions of Figure 10	53
Table 8 – Requirements for computation methods.....	53
Table A.1 – Definition of source regions.....	59
Table A.2 – Default source region boundaries.....	59
Table A.3 – Source region boundaries for antennas with maximum dimension less than $2,5 \lambda$	60
Table A.4 – Source region boundaries for linear/planar antenna arrays with a maximum dimension greater than or equal to $2,5 \lambda$	60
Table A.5 – Source region boundaries for equiphase radiation aperture (e.g. dish) antennas with maximum reflector dimension much greater than a wavelength	61
Table A.6 – Source region boundaries for leaky feeders	61
Table A.7 – Far-field distance r measured in metres as a function of angle β	63
Table A.8 – Guidance on selecting between computation and measurement approaches.....	64
Table A.9 – Guidance on selecting between broadband and frequency-selective measurement.....	65
Table A.10 – Guidance on selecting RF field strength measurement procedures.....	66
Table A.11 – Guidance on selecting computation methods.....	67

Table A.12 – Guidance on specific evaluation method ranking	68
Table B.1 – Dimension variables	70
Table B.2 – RF power variables	71
Table B.3 – Antenna variables	72
Table B.4 – Exposure metric variables	73
Table B.5 – Broadband measurement system requirements	75
Table B.6 – Frequency-selective measurement system requirements	76
Table B.7 – Sample template for estimating the expanded uncertainty of an in-situ RF field strength measurement that used a frequency-selective instrument	100
Table B.8 – Sample template for estimating the expanded uncertainty of an in-situ RF field strength measurement that used a broadband instrument	101
Table B.9 – Sample template for estimating the expanded uncertainty of a laboratory-based RF field strength measurement using the surface scanning method	102
Table B.10 – Sample template for estimating the expanded uncertainty of a laboratory-based RF field strength measurement using the volume scanning method	103
Table B.11 – Numerical reference <i>SAR</i> values for reference dipoles and flat phantom – All values are normalized to a forward power of 1 W	108
Table B.12 – Phantom liquid volume and measurement volume used for whole-body <i>SAR</i> measurements [35], [29]	111
Table B.13 – Correction factor to compensate for a possible bias in the obtained general public whole-body <i>SAR</i> when assessed using the large box-shaped phantom for child exposure configurations [36]	111
Table B.14 – Measurement uncertainty evaluation template for EUT whole-body <i>SAR</i> test	112
Table B.15 – Measurement uncertainty evaluation template for whole-body <i>SAR</i> system validation	113
Table B.16 – Applicability of <i>SAR</i> estimation formulas	120
Table B.17 – Definition of $C(f)$	121
Table B.18 – Input parameters for <i>SAR</i> estimation formulas validation	123
Table B.19 – SAR_{10g} and SAR_{wb} estimation formula reference results for Table B.18 parameters and a body mass of 46 kg	123
Table B.20 – Definition of boundaries for selecting the zone of computation	126
Table B.21 – Input parameters for cylinder and spherical formulas validation	128
Table B.22 – Sample template for estimating the expanded uncertainty of a synthetic model and ray tracing RF field strength computation	133
Table B.23 – Synthetic model and ray tracing power density reference results	136
Table B.24 – Sample template for estimating the expanded uncertainty of a full wave RF field strength computation	140
Table B.25 – Validation 1 full wave field reference results	143
Table B.26 – Validation 2 full wave field reference results	144
Table B.27 – Sample template for estimating the expanded uncertainty of a full wave <i>SAR</i> computation	147
Table B.28 – Validation reference <i>SAR</i> results for computation method	149
Table E.1 – Determining target uncertainty	165
Table E.2 – Monte Carlo simulation of 10 000 trials, both surveyor and auditor using best estimate	167
Table E.3 – Monte Carlo simulation of 10 000 trials, both surveyor and auditor using target uncertainty of 4 dB	167

Table E.4 – Monte Carlo simulation of 10 000 trials surveyor uses upper 95 % CI vs. auditor uses lower 95 % CI	168
Table E.5 – Guidance on minimum separation distances for some dipole lengths to ensure that the uncertainty does not exceed 5 % or 10 % in a measurement of E	175
Table E.6 – Guidance on minimum separation distances for some loop diameters to ensure that the uncertainty does not exceed 5 % or 10 % in a measurement of H	176
Table E.7 – Example minimum separation conditions for selected dipole lengths for 10 % uncertainty in E	176
Table E.8 – Standard estimates of dB variation for the perturbations in front of a surveyor due to body reflected fields as described in Figure E.5	178
Table E.9 – Standard uncertainty (u) estimates for E and H due to body reflections from the surveyor for common radio services derived from estimates provided in Table E.8.....	178
Table E.10 – Maximum sensitivity coefficients for liquid permittivity and conductivity over the frequency range 300 MHz to 6 GHz.....	185
Table E.11 – Uncertainty at 95 % for different fading models	188
Table E.12 – Correlation coefficients for GSM 900 and DCS 1800	190
Table E.13 – Variations of the standard deviations for the GSM 900, DCS 1800 and UMTS frequency band	191
Table E.14 – Examples of total uncertainty calculation.....	192
Table E.15 – Maximum simulated error due to the influence of a human body on the measurement values of an omni-directional probe	194
Table E.16 – Measured influence of a human body on omni-directional probe measurements	194
Table F.1 – Technology specific information	196
Table F.2 – Example of spectrum analyser settings for an integration per service	202
Table F.3 – Example constant power components for specific TDMA/FDMA technologies	203
Table F.4 – WCDMA decoder requirements	205
Table F.5 – Signal configurations.....	205
Table F.6 – WCDMA generator setting for power linearity	206
Table F.7 – WCDMA generator setting for decoder calibration	206
Table F.8 – WCDMA generator setting for reflection coefficient measurement	207
Table F.9 – Theoretical extrapolation factor, N_{RS} , based on frame structure given in 3GPP TS 36.104 [10].....	212
Table F.10 – Configuration of special subframe (lengths of DwPTS/GP/UpPTS)	217
Table F.11 – Uplink-downlink configurations	217

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

DETERMINATION OF RF FIELD STRENGTH, POWER DENSITY AND *SAR* IN THE VICINITY OF RADIOCOMMUNICATION BASE STATIONS FOR THE PURPOSE OF EVALUATING HUMAN EXPOSURE

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62232 has been prepared by IEC technical committee 106: Methods for the assessment of electric, magnetic and electromagnetic fields associated with human exposure.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2011 and constitutes a technical revision.

The significant changes with respect to the previous edition are the following:

- a) Increased frequency range from 110 MHz to 100 GHz (including consideration of ambient sources 100 kHz to 300 GHz);
- b) product compliance – determination of compliance boundary information for an RBS product before it is placed on the market;
- c) product installation compliance – determination of the total RF exposure levels before the product is put into service;

- d) simplified document structure and methods of assessment for new technologies such as LTE-TDD, FDD and WiFi.

This publication contains attached files in the form of a CD-ROM for the paper version and embedded files for the electronic version. These files are intended to be used as a complement and do not form an integral part of the standard.

This bilingual version (2018-11) corresponds to the monolingual English version, published in 2017-08.

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

FDIS	Report on voting
106/397/FDIS	106/406/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.

The French version of this standard has not been voted upon.

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

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://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 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 addresses the evaluation of radiofrequency (RF) field strength, power density or specific absorption rate (*SAR*) levels in the vicinity of radiocommunication base stations (RBS), also called product or Equipment Under Test (EUT), intentionally radiating in the frequency range 110 MHz to 100 GHz according to the scope (see Clause 1). It does not address the evaluation of current density which exposure guidelines often do not consider to be relevant when evaluating RF fields in the intended RBS operating frequency range.

This document specifies the RF exposure evaluation methods to be used for product compliance, product installation compliance and in-situ RF exposure assessments. It does not define human exposure limits, also called “exposure limits”. When implementing RF exposure assessments, the surveyor refers to the set of exposure limits applicable where exposure takes place.

Clause 2, Clause 3 and Clause 4 address normative references, terms and definitions, and symbols and abbreviated terms, respectively.

Clause 5 provides a quick start guide and details how to use this document.

Clause 6 describes the three main application areas of this document: RF exposure evaluation methods for product compliance, product installation compliance, and in-situ RF exposure assessments. Further details are provided in Annex C.

Clause 7 provides guidelines on how to select the evaluation method. Further details are provided in Annex A.

Clause 8 defines the RF exposure evaluation methods to be used and refers to further details in Annexes B and F.

Clause 9 addresses the estimation of uncertainty and refers to Annex E for further details.

Clause 10 describes reporting requirements for the evaluation or assessment.

Annexes and the bibliography are referenced extensively to provide useful clarifications or guidance.

Additional guidance can be found in IEC TR 62669 which includes a set of worked case studies giving practical examples of the application of this document.

DETERMINATION OF RF FIELD STRENGTH, POWER DENSITY AND *SAR* IN THE VICINITY OF RADIOCOMMUNICATION BASE STATIONS FOR THE PURPOSE OF EVALUATING HUMAN EXPOSURE

1 Scope

This document provides methods for the determination of radio-frequency (RF) field strength and specific absorption rate (*SAR*) in the vicinity of radiocommunication base stations (RBS) for the purpose of evaluating human exposure.

This document:

- a) considers intentionally radiating RBS which transmit on one or more antennas using one or more frequencies in the range 110 MHz to 100 GHz;
- b) considers the impact of ambient sources on RF exposure at least in the 100 kHz to 300 GHz frequency range;
- c) specifies the methods to be used for RF exposure evaluation for compliance assessment applications, namely:
 - 1) product compliance – determination of compliance boundary information for an RBS product before it is placed on the market;
 - 2) product installation compliance – determination of the total RF exposure levels in accessible areas from an RBS product and other relevant sources before the product is put into service;
 - 3) in-situ RF exposure assessment – measurement of in-situ RF exposure levels in the vicinity of an RBS installation after the product has been taken into operation;
- d) describes several RF field strength and *SAR* measurement and computation methodologies with guidance on their applicability to address both the in-situ evaluation of installed RBS and laboratory-based evaluations;
- e) describes how surveyors, with a sufficient level of expertise, establish their specific evaluation procedures appropriate for their evaluation purpose;
- f) provides guidance on how to report, interpret and compare results from different evaluation methodologies and, where the evaluation purpose requires it, determine a justified decision against a limit value;
- g) provides short descriptions of the informative example case studies given in the companion Technical Report IEC TR 62669 [1].

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, *Human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-mounted wireless communication devices – Human models, instrumentation, and procedures – Part 1: Procedure to determine the specific absorption rate (SAR) for hand-held devices used in close proximity to the ear (frequency range of 300 MHz to 3 GHz)*

IEC 62209-2, *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 apparatus with the basic restrictions related to human exposure to electromagnetic fields (10 MHz – 300 GHz)*

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

Withdrawn

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	253
INTRODUCTION.....	255
1 Domaine d'application	256
2 Références normatives	256
3 Termes et définitions	257
4 Symboles et abréviations.....	264
4.1 Grandeurs physiques	264
4.2 Constantes	264
4.3 Termes abrégés.....	264
5 Guide de démarrage rapide et informations sur l'utilisation du présent document.....	266
5.1 Vue d'ensemble	266
5.2 Guide de démarrage rapide.....	266
5.3 Informations sur l'utilisation du présent document.....	268
5.4 Etudes de cas	269
6 Processus d'évaluation pour la conformité du produit, la conformité de l'installation du produit et les appréciations de l'exposition RF sur site	269
6.1 Processus d'évaluation pour la conformité du produit.....	269
6.1.1 Généralités.....	269
6.1.2 Détermination des frontières de conformité.....	269
6.1.3 Définition de la frontière de conformité isosurfacique.....	270
6.1.4 Frontières de conformité simples.....	270
6.1.5 Méthodes d'établissement de la frontière de conformité.....	272
6.1.6 Incertitude	274
6.1.7 Rapport.....	275
6.2 Processus d'évaluation pour la conformité de l'installation du produit.....	275
6.2.1 Généralités.....	275
6.2.2 Procédure d'évaluation générale pour l'installation du produit.....	276
6.2.3 Collecte de données sur l'installation du produit	277
6.2.4 Processus d'évaluation simplifiée de l'installation du produit.....	278
6.2.5 Choix de la zone d'appréciation	281
6.2.6 Mesures	282
6.2.7 Calculs.....	284
6.2.8 Incertitude	285
6.2.9 Rapport	285
6.3 Processus d'évaluation pour l'appréciation de l'exposition RF sur site.....	286
6.3.1 Exigences générales, détermination de la source et analyse du site	286
6.3.2 Procédures de mesure.....	288
6.3.3 Incertitude	289
6.3.4 Rapport	290
6.4 Procédures de moyennage	290
6.4.1 Moyennage spatial.....	290
6.4.2 Moyennage temporel	290
7 Détermination de la méthode d'évaluation	290
7.1 Vue d'ensemble	290
7.2 Processus de détermination de la méthode d'évaluation	291
7.2.1 Généralités.....	291

7.2.2	Etablir les points d'évaluation par rapport au plan source-environnement.....	291
7.2.3	Choix de l'indicateur d'exposition.....	293
8	Méthodes d'évaluation.....	294
8.1	Vue d'ensemble.....	294
8.2	Méthodes de mesure.....	294
8.2.1	Généralités.....	294
8.2.2	Mesure de l'intensité de champ de radiofréquences.....	296
8.2.3	Mesures du <i>DAS</i>	296
8.3	Méthodes de calcul.....	297
9	Incertitude.....	299
10	Rapport.....	299
10.1	Exigences générales.....	299
10.2	Format de rapport.....	300
10.3	Avis et interprétations.....	301
Annexe A (informative)	Plan source-environnement et recommandations relatives au choix de la méthode d'évaluation.....	302
A.1	Recommandations relatives au plan source-environnement.....	302
A.1.1	Généralités.....	302
A.1.2	Exemple de plan source-environnement.....	302
A.1.3	Régions sources.....	303
A.2	Choix entre l'approche par calcul ou l'approche par mesure.....	309
A.3	Choix de la méthode de mesure.....	310
A.3.1	Etapes du choix.....	310
A.3.2	Choix entre approche de mesure de l'intensité de champ et du <i>DAS</i>	310
A.3.3	Choix entre mesures à large bande et mesures sélectives en fréquence.....	311
A.3.4	Choix des procédures de mesure de l'intensité des champs de radiofréquences.....	312
A.4	Choix de la méthode de calcul.....	313
A.5	Considérations supplémentaires.....	315
A.5.1	Simplicité.....	315
A.5.2	Classement des méthodes d'évaluation.....	315
A.5.3	Appliquer plusieurs méthodes pour l'évaluation de l'exposition RF.....	315
Annexe B (normative)	Méthodes d'évaluation.....	317
B.1	Vue d'ensemble.....	317
B.2	Paramètres d'évaluation.....	317
B.2.1	Vue d'ensemble.....	317
B.2.2	Systèmes de coordonnées.....	317
B.2.3	Points de référence.....	318
B.2.4	Variables.....	318
B.3	Méthodes de mesure.....	321
B.3.1	Mesure de l'intensité de champ de radiofréquences.....	321
B.3.2	Mesures du <i>DAS</i>	357
B.4	Méthodes de calcul.....	369
B.4.1	Présentation et exigences générales.....	369
B.4.2	Formules.....	369
B.4.3	Algorithmes de base.....	379
B.4.4	Méthodes de calculs avancés.....	385

B.5	Extrapolation des valeurs de <i>DAS</i> /intensité de champs RF évaluées aux conditions d'évaluation exigées.....	408
B.5.1	Méthode d'extrapolation.....	408
B.5.2	Extrapolation à une intensité maximale du champ de radiofréquences utilisant des mesures à large bande.....	409
B.5.3	Extrapolation à une intensité maximale du champ de radiofréquences pour des mesures sélectives en code et en fréquence.....	409
B.5.4	Influence du trafic sur un réseau fonctionnant véritablement.....	410
B.6	Sommation de champs de radiofréquences multiples.....	411
B.6.1	Applicabilité.....	411
B.6.2	Champs non corrélés.....	412
B.6.3	Champs corrélés.....	412
B.6.4	Champs ambiants.....	412
Annexe C (informative)	Justification prenant en charge les critères simplifiés d'installation du produit.....	414
C.1	Généralités.....	414
C.2	Classe E2.....	414
C.3	Classe E10.....	415
C.4	Classe E100.....	416
C.5	Classe E+.....	419
Annexe D (informative)	Recommandations pour la comparaison de paramètres évalués avec une valeur limite.....	421
D.1	Vue d'ensemble.....	421
D.2	Informations nécessaires pour comparer une valeur évaluée à une valeur limite.....	421
D.3	Comparaison d'une limite à un niveau de confiance donné.....	421
D.4	Comparaison avec la limite au moyen d'un schéma d'évaluation fondé sur le processus.....	422
Annexe E (informative)	Incertitude.....	424
E.1	Contexte.....	424
E.2	Exigences de calcul de l'incertitude.....	424
E.3	Méthode de calcul de l'incertitude.....	425
E.4	Recommandations pour les schémas d'incertitude et d'évaluation.....	425
E.4.1	Généralités.....	425
E.4.2	Présentation générale des schémas d'évaluation.....	425
E.4.3	Exemples de schémas d'évaluation.....	426
E.4.4	Schémas d'évaluation et probabilités de conformité.....	430
E.5	Recommandations pour l'incertitude.....	433
E.5.1	Vue d'ensemble.....	433
E.5.2	Incertitude de mesure et niveaux de confiance.....	433
E.6	Application de l'incertitude pour des évaluations de la conformité.....	435
E.7	Exemples de grandeurs d'influence pour des mesures de champs.....	436
E.7.1	Généralités.....	436
E.7.2	Incertitude d'étalonnage de l'antenne de mesure ou de la sonde de champ.....	436
E.7.3	Réponse en fréquence de l'antenne de mesure ou de la sonde de champ.....	436
E.7.4	Isotropie de l'antenne de mesure ou de la sonde de champ.....	438
E.7.5	Réponse en fréquence de l'analyseur de spectre.....	439
E.7.6	Réponse en température d'une sonde de champ à large bande.....	439

E.7.7	Ecart de linéarité d'une sonde de champ à large bande	439
E.7.8	Incertitude de désadaptation.....	439
E.7.9	Ecart entre la source expérimentale et la source numérique	440
E.7.10	Incertitude des fluctuations d'instruments de mesure pour les signaux à variation temporelle	440
E.7.11	Incertitude due à une variation de puissance de la source RF.....	440
E.7.12	Incertitude due à des gradients de champ.....	440
E.7.13	Couplage mutuel entre la sonde de mesure ou sonde isotrope et un objet	442
E.7.14	Incertitude due à la diffusion du champ par le vérificateur.....	443
E.7.15	Dispositif de mesure	445
E.7.16	Champs hors de la plage de mesure.....	445
E.7.17	Bruit	445
E.7.18	Temps d'intégration	445
E.7.19	Chaîne de puissance	446
E.7.20	Système de positionnement.....	446
E.7.21	Correspondance entre la sonde et l'EUT.....	446
E.7.22	Ecarts dans la puissance de sortie de l'EUT, de la sonde, de la température et de l'humidité	446
E.7.23	Perturbations liées à l'environnement	446
E.8	Exemples de grandeurs d'influence pour des calculs de l'intensité de champs de radiofréquences par les méthodes de lancer de rayons ou par onde complète	446
E.8.1	Généralités.....	446
E.8.2	Systèmes.....	446
E.8.3	Incertitudes liées à la technique.....	448
E.8.4	Incertitudes liées à l'environnement.....	448
E.9	Grandeurs d'influence pour les mesures du <i>DAS</i>	448
E.9.1	Généralités.....	448
E.9.2	Post-traitement.....	449
E.9.3	Support de dispositif.....	449
E.9.4	Positionnement de l'échantillon d'essai.....	450
E.9.5	Incertitude de l'enveloppe de fantôme.....	452
E.9.6	Permittivité et conductivité du liquide pour les mesures du <i>DAS</i> corrigées/cibles	452
E.9.7	Mesures de la permittivité et de la conductivité d'un liquide	452
E.9.8	Température d'un liquide	452
E.10	Grandeurs d'influence pour les calculs du <i>DAS</i>	452
E.11	Moyennage spatial.....	453
E.11.1	Généralités.....	453
E.11.2	Variations d'évanouissements à petite échelle	454
E.11.3	Erreur dans l'estimation de la densité de puissance moyenne locale	454
E.11.4	Erreur dans l'estimation de la densité de puissance moyenne locale	454
E.11.5	Description des propriétés statistiques d'environnement.....	455
E.11.6	Description des différentes procédures de moyennage	456
E.12	Influence du corps humain sur les mesures de l'intensité de champ électrique au moyen d'une sonde.....	460
E.12.1	Simulations de l'influence du corps humain sur les mesures au moyen d'une sonde fondées sur la méthode des moments (principe de l'équivalence des surfaces).....	460
E.12.2	Comparaison avec les mesures	462

E.12.3	Conclusions.....	463
Annexe F (informative) Recommandations spécifiques à la technologie		464
F.1	Introduction aux technologies spécifiques	464
F.2	Synthèse des informations spécifiques à la technologie	464
F.3	Lignes directrices relatives aux réglages d'analyseurs de spectre	468
F.3.1	Introduction aux réglages d'analyseurs de spectre.....	468
F.3.2	Algorithmes de détection	468
F.3.3	Largeur de bande de résolution et traitement de la puissance du canal	469
F.3.4	Intégration par service	472
F.4	Composantes de puissance constante	472
F.4.1	Technologies AMRT/ AMRF.....	472
F.4.2	Technologies AMRC à bande élargie/UMTS	473
F.4.3	Technologie OFDM.....	474
F.5	Mesures et étalonnage AMRC à bande élargie au moyen d'un analyseur de domaine des codes	474
F.5.1	Mesures AMRC à bande élargie – Généralités.....	474
F.5.2	Exigences applicables à l'analyseur de domaine des codes	475
F.5.3	Etalonnage	475
F.6	Mesures WiFi.....	477
F.6.1	Généralités	477
F.6.2	Temps d'intégration pour des mesures reproductibles	478
F.6.3	Occupation du canal	479
F.6.4	Autres considérations	480
F.6.5	Echelonnabilité par occupation de canal.....	481
F.6.6	Influence des couches d'application.....	481
F.7	Mesures LTE du duplexage par répartition en fréquence (FDD)	481
F.7.1	Vue d'ensemble.....	481
F.7.2	Evaluation de l'exposition LTE maximale	483
F.7.3	Evaluation de l'exposition LTE instantanée	486
F.7.4	Multiplexage MIMO de la station de base LTE	486
F.8	Mesures LTE du duplexage par répartition dans le temps (TDD).....	487
F.8.1	Généralités.....	487
F.8.2	Définitions et modes de transmission.....	487
F.8.3	Structure de trame TDD.....	488
F.8.4	Evaluation de l'exposition LTE maximale	491
F.9	Définition des frontières de conformité au moyen de simulations numériques des réseaux d'antennes MIMO émettant des formes d'ondes corrélées	494
F.9.1	Généralités	494
F.9.2	Combinaison de champs à proximité des stations de base pour l'exposition corrélée dans le but d'établir des frontières de conformité	495
F.9.3	Simulations numériques des réseaux d'antennes MIMO dont les colonnes sont compactées.....	496
F.9.4	Simulations numériques de réseaux d'antennes MIMO étendus	497
F.10	Antennes intelligentes.....	497
F.10.1	Vue d'ensemble	497
F.10.2	Approche déterministe conservatrice	497
F.10.3	Approche statistique conservatrice	498
F.10.4	Exemples d'approches.....	498
F.10.5	Antenne intelligente (TD-LTE).....	509

F.11	Etablissement d'une frontière de conformité pour les systèmes utilisant des antennes paraboliques	509
F.11.1	Généralités	509
F.11.2	Vue d'ensemble	509
F.11.3	Frontière de conformité d'une antenne parabolique	510
	Bibliographie	512
Figure 1	— Guide de démarrage rapide sur le processus d'évaluation	267
Figure 2	— Exemple de frontière de conformité complexe	270
Figure 3	— Exemples de frontière de conformité circulaire cylindrique	271
Figure 4	— Exemple de frontière de conformité rectangulaire	271
Figure 5	— Exemple de frontière de conformité rectangulaire tronquée	272
Figure 6	— Exemple de frontière de conformité pour antenne à réflecteur (suivant [11])	272
Figure 7	— Exemple de procédure d'extrapolation linéaire	273
Figure 8	— Organigramme du processus d'évaluation de l'installation du produit	277
Figure 9	— Frontière de domaine d'appréciation (ADB) carrée de taille D_{ad}	282
Figure 10	— Itinéraires alternatifs d'évaluation de l'exposition RF sur site	287
Figure 11	— Concept de plan source-environnement	292
Figure 12	— Logigramme des méthodes de mesure	295
Figure 13	— Logigramme des méthodes de calcul applicables	298
Figure A.1	— Exemple de régions d'un plan source-environnement à proximité d'une antenne de station de base radio sur un pylône avec un faisceau vertical étroit (vue en élévation non à l'échelle)	302
Figure A.2	— Exemple de régions d'un plan source-environnement à proximité d'une antenne en toiture avec un faisceau vertical étroit (vue en élévation non à l'échelle)	303
Figure A.3	— Géométrie d'une antenne ayant la dimension linéaire la plus grande (L_{eff}) et la dimension la plus grande aux extrémités (L_{end})	304
Figure A.4	— Différence de trajet maximale pour une antenne ayant la plus grande dimension linéaire L	308
Figure B.1	— Coordonnées cylindriques, cartésiennes et sphériques par rapport à l'antenne de RBS	318
Figure B.2	— Emplacements d'évaluation	330
Figure B.3	— Rapport de la séparation de la source radioélectrique distante et de la zone d'évaluation avec la séparation des points d'évaluation entre eux	332
Figure B.4	— Présentation de la méthode de balayage de surface	334
Figure B.5	— Diagramme du système de mesure par antenne en champ proche	335
Figure B.6	— Contrainte de rayon minimal où a est le rayon minimal d'une sphère centrée sur le point de référence et qui englobe l'EUT	336
Figure B.7	— Contrainte d'espacement angulaire maximal d'échantillonnage	337
Figure B.8	— Présentation de la méthode de balayage de surface/volume	340
Figure B.9	— Diagramme d'un système type de mesure de l'EUT en champ proche	341
Figure B.10	— Procédures de moyennage spatial au niveau d'appuis pour les pieds et sur le plan vertical orienté pour offrir la zone maximale dans la direction de la source à évaluer	348
Figure B.11	— Moyennage spatial relatif à une hauteur de champ d'intensité maximale	349
Figure B.12	— Position de l'EUT par rapport au fantôme applicable	359

Figure B.13 — Volume de liquide de fantôme et volume de mesure utilisés pour les mesures du <i>DAS</i> du corps entier avec un fantôme en caisson	365
Figure B.14 — Réflexion due à la présence d'un plan de masse	370
Figure B.15 — Cylindre inscrit autour de réseaux colinéaires avec et sans angle d'inclinaison électrique vers le bas	371
Figure B.16 — Géométrie d'un conducteur d'ondes de fuite	373
Figure B.17 — Directions utilisées dans les expressions d'estimation du <i>DAS</i>	374
Figure B.18 — Cadre de référence utilisé pour les formules cylindriques de calcul d'intensité de champ en un point P (à gauche) et sur une ligne perpendiculaire à l'axe de visée (à droite)	379
Figure B.19 — Vues représentant les trois zones valides de calcul de l'intensité de champ autour d'une antenne	381
Figure B.20 — Résultats de référence pour les formules cylindriques	384
Figure B.21 — Résultats de référence pour les formules sphériques	384
Figure B.22 — Géométrie et paramètres du modèle synthétique et des algorithmes de lancer de rayons	387
Figure B.23 — Positions de l'axe 4 en champ lointain pour l'exemple de validation du modèle synthétique et du lancer de rayons	391
Figure B.24 — Paramètres d'antenne pour l'exemple de validation du modèle synthétique et des algorithmes de lancer de rayons	392
Figure B.25 — Antenne 900 MHz de RBS générique à neuf radiateurs dipôles	399
Figure B.26 — Positions des axes 1, 2 et 3 en champ proche pour la validation de l'onde complète et du lancer de rayons	399
Figure B.27 — Antenne 1 800 MHz de RBS générique à cinq radiateurs à fentes	401
Figure B.28 — Antenne de RBS placée en face d'un cylindre multicouche avec pertes	407
Figure B.29 — Variation temporelle sur 24 h de l'exposition induite par les services GSM 1 800 MHz (à gauche) et les services FM (à droite) normalisés à la valeur moyenne	411
Figure C.1 — Mesure de l' <i>ER</i> en fonction de la distance pour une RBS de faible puissance ($G = 5$ dBi, $f = 2\,100$ MHz) dont la <i>PIRE</i> de transmission est égale à 2 W (classe E2) et 10 W (classe E10)	415
Figure C.2 — Hauteur minimale d'installation en fonction de la puissance de transmission correspondant à la classe E10	416
Figure C.3 — Distance de conformité dans le lobe principal en fonction de la <i>PIRE</i> établie conformément à la formule de champ lointain correspondant à la classe E100	417
Figure C.4 — Hauteur minimale d'installation en fonction de la puissance de transmission correspondant à la classe E100	418
Figure C.5 — Densité de puissance moyennée au niveau du sol pour différentes configurations d'installation de l'équipement avec une <i>PIRE</i> de 100 W (classe E100)	419
Figure C.6 — Distance de conformité dans le lobe principal en fonction de la <i>PIRE</i> établie conformément à la formule de champ lointain correspondant à la classe E+	420
Figure C.7 — Hauteur minimale d'installation en fonction de la puissance de transmission correspondant à la classe E+	420
Figure E.1 — Exemples de schémas d'évaluation génériques	427
Figure E.2 — Présentation générale du schéma de l'incertitude cible	429
Figure E.3 — Probabilité qu'une valeur vraie soit supérieure (respectivement inférieure) aux valeurs évaluées en fonction du niveau de confiance en prenant pour hypothèse que l'incertitude obéit à une loi normale	434
Figure E.4 — Tracé des facteurs d'étalonnage pour <i>E</i> (non <i>E2</i>) tiré d'un exemple de rapport d'étalonnage d'une sonde de champ électrique	437

Figure E.5 — Modélisation informatique utilisée pour l'analyse des variations de champs RF réfléchis par l'avant d'un vérificateur	444
Figure E.6 — Dispositif de positionnement et différentes erreurs de positionnement	451
Figure E.7 — Modèle physique des variations d'évanouissements à petite échelle de Rayleigh (a) et Rice (b)	453
Figure E.8 — Exemple de variations de l'intensité de champ E dans la visibilité directe d'une antenne à 2,2 GHz	453
Figure E.9 — Erreur à 95 % dans l'estimation de la densité de puissance moyenne	455
Figure E.10 — 343 positions de mesure constituant un cube (centre) et différents modèles comprenant un certain nombre de positions	456
Figure E.11 — Déplacement d'un modèle (Axe 3) à travers le CUBE	457
Figure E.12 — Écarts-types pour GSM 900, DCS 1800 et UMTS	459
Figure E.13 — Disposition de la simulation	461
Figure E.14 — Influence du corps	462
Figure E.15 — Disposition de la simulation	463
Figure F.1 — Occupation spectrale pour une modulation GMSK	469
Figure F.2 — Occupation spectrale pour AMRC	470
Figure F.3 — Attribution des canaux pour un signal AMRC à bande élargie	474
Figure F.4 — Exemple de trames WiFi	478
Figure F.5 — Occupation du canal en fonction du temps d'intégration pour la norme IEEE 802.11b	479
Figure F.6 — Occupation du canal en fonction du taux de débit nominal pour les normes IEEE 802.11b/g	480
Figure F.7 — Instantané d'une trace de spectre WiFi	481
Figure F.8 — Structure de la trame d'un signal de transmission pour la liaison descendante LTE	483
Figure F.9 — Exemples d'ondes reçues émises par les signaux de liaison descendante LTE au moyen d'un analyseur de spectre en mode bande de fréquences égale à zéro	486
Figure F.10 — Structure de trame de type 2 (pour une périodicité au point de commutation de 5 ms)	489
Figure F.11 — Structure de la trame d'un signal de transmission pour le TDD LTE	490
Figure F.12 — Exemple de mesure du PBCH	492
Figure F.13 — Exemple de mesure du PBCH au moyen d'un analyseur de spectre en mode bande de fréquences égale à zéro	494
Figure F.14 — Réseau d'antennes MIMO dont les colonnes sont compactées	495
Figure F.15 — Vue en plan du modèle statistique conservateur	499
Figure F.16 — Fonction de probabilité cumulative binomiale pour $N = 24$, $PR = 0,125$	508
Figure F.17 — Fonction de probabilité cumulative binomiale pour $N = 18$, $PR = 2/7$	508
Figure F.18 — Organigramme pour l'évaluation de la frontière de conformité EMF dans la visibilité des antennes paraboliques (de [11])	511
Tableau 1 — Etapes d'évaluation du guide de démarrage rapide	268
Tableau 2 — Exemple de classes d'installation de produit pour lesquelles un processus d'évaluation simplifiée est applicable (sur la base des limites grand public de l'ICNIRP [13])	279
Tableau 3 — Validité des indicateurs d'exposition pour les points d'évaluation de chaque région source	293

Tableau 4 — Exigences de mesure de l'intensité de champ de radiofréquences	296
Tableau 5 — Exclusions du <i>DAS</i> du corps entier en fonction des niveaux de puissance RF	296
Tableau 6 — Exigences de mesure du <i>DAS</i>	297
Tableau 7 — Applicabilité des méthodes de calcul pour les régions source-environnement de la Figure 10.....	298
Tableau 8 — Exigences des méthodes de calcul.....	299
Tableau A.1 — Définition des régions sources	305
Tableau A.2 — Frontières des régions sources par défaut	305
Tableau A.3 — Frontières des régions sources pour des antennes de dimension maximale inférieure à $2,5 \lambda$	306
Tableau A.4 — Frontières des régions sources pour des réseaux d'antennes linéaires/planaires de dimension maximale supérieure ou égale à $2,5 \lambda$	306
Tableau A.5 — Frontières des régions sources pour des antennes à ouverture de rayonnement équiphase (par exemple à réflecteur) dont la dimension maximale des réflecteurs est bien plus grande qu'une longueur d'onde.....	307
Tableau A.6 — Frontières des régions sources pour des conducteurs d'ondes de fuite	307
Tableau A.7 — Distance de champ lointain r (en mètres) en fonction d'un angle β	309
Tableau A.8 — Recommandations relatives au choix de l'approche par calcul et de l'approche par mesure	310
Tableau A.9 — Recommandations relatives au choix entre mesures à large bande et mesures sélectives en fréquence	312
Tableau A.10 — Recommandations relatives au choix des procédures de mesure de l'intensité de champ de radiofréquences	313
Tableau A.11 — Recommandations relatives au choix de méthodes de calcul	314
Tableau A.12 — Recommandations relatives au classement de méthodes d'évaluation spécifiques	315
Tableau B.1 — Variables dimensionnelles	318
Tableau B.2 — Variables de puissance RF	319
Tableau B.3 — Variables d'antenne.....	320
Tableau B.4 — Variables d'indicateur d'exposition	321
Tableau B.5 — Exigences relatives au système de mesure à large bande	324
Tableau B.6 — Exigences relatives au système de mesure sélective en fréquence	324
Tableau B7 — Exemple de modèle d'estimation de l'incertitude élargie pour une mesure sur site de l'intensité de champ de radiofréquences avec un instrument de mesure sélective en fréquence	352
Tableau B8 — Exemple de modèle d'estimation de l'incertitude élargie pour une mesure sur site de l'intensité de champ de radiofréquences avec un instrument de mesure à large bande	354
Tableau B9 — Exemple de modèle d'estimation de l'incertitude élargie pour une mesure en laboratoire de l'intensité de champ de radiofréquences avec la méthode de balayage de surface.....	356
Tableau B10 — Exemple de modèle d'estimation de l'incertitude élargie pour une mesure en laboratoire de l'intensité de champ de radiofréquences avec la méthode de balayage de volume	357
Tableau B.11 — Valeurs numériques de référence du <i>DAS</i> pour dipôles de référence et fantômes plans Toutes les valeurs sont normalisées à une puissance incidente de 1 W ...	362
Tableau B.12 — Volume de liquide de fantôme et volume de mesure utilisés pour les mesures du <i>DAS</i> du corps entier[35], [29].....	365

Tableau B.13 — Facteur de correction à appliquer pour compenser un éventuel biais du <i>DAS</i> du corps entier obtenu pour le grand public pour une appréciation avec grand fantôme en caisson pour les configurations d'exposition d'enfants [36]	365
Tableau B.14 — Modèle d'évaluation de l'incertitude de mesure pour l'essai du <i>DAS</i> du corps entier de l'EUT	366
Tableau B.15 — Modèle d'évaluation de l'incertitude de mesure pour le <i>DAS</i> du corps entier (validation du système)	367
Tableau B.16 — Applicabilité des formules d'estimation du <i>DAS</i>	375
Tableau B.17 — Définition de $C(f)$	376
Tableau B.18 — Paramètres d'entrée pour la validation des formules d'estimation du <i>DAS</i> 378	
Tableau B.19 — Résultats de référence pour les formules d'estimation SAR_{10g} et SAR_{wb} pour les paramètres du Tableau B.18 et une masse corporelle de 46 kg.....	379
Tableau B.20 — Définition de frontières pour le choix de la zone de calcul.....	381
Tableau B.21 — Paramètres d'entrée pour la validation des formules cylindriques et sphériques.....	383
Tableau B.22 — Exemple de modèle d'estimation de l'incertitude élargie d'un calcul d'intensité de champ de radiofréquences par modèle synthétique et lancer de rayons	389
Tableau B.23 — Résultats de référence de la densité de puissance du lancer de rayons et du modèle synthétique.....	392
Tableau B.24 — Exemple de modèle d'estimation de l'incertitude élargie pour un calcul de l'intensité des champs de radiofréquences utilisant la technique d'analyse par onde complète.....	397
Tableau B.25 — Validation 1: résultats de référence de l'évaluation de champs par onde complète.....	400
Tableau B.26 — Validation 2: résultats de référence de l'évaluation de champs par onde complète.....	401
Tableau B.27 — Exemple de modèle d'estimation de l'incertitude élargie de calcul par onde complète du <i>DAS</i>	405
Tableau B.28 — Résultats du <i>DAS</i> de référence pour la validation de la méthode de calcul.....	407
Tableau E.1 — Détermination de l'incertitude cible	430
Tableau E.2 — Simulation de Monte Carlo avec 10 000 essais, le vérificateur et l'auditeur utilisant la "meilleure estimation"	431
Tableau E.3 — Simulation de Monte Carlo avec 10 000 essais, le vérificateur et l'auditeur utilisant une incertitude cible de 4 dB	432
Tableau E.4 — Simulation de Monte Carlo avec 10 000 essais; le vérificateur utilise un IC supérieur à 95 % tandis que l'auditeur utilise un IC inférieur à 95 %	432
Tableau E.5 — Distances de séparation minimales recommandées pour certaines longueurs de dipôles afin de s'assurer que l'incertitude ne dépasse pas $\overset{[1]}{[SEP]}$ 5 % ou 10 % pour une mesure de E	441
Tableau E.6 — Distances de séparation minimales recommandées pour certains diamètres de cadres afin de s'assurer que l'incertitude ne dépasse pas 5 % ou 10 % pour une mesure de H	442
Tableau E.7 — Exemple de conditions de séparation minimales pour des longueurs de dipôle choisies avec une incertitude de 10 % dans E	443
Tableau E.8 — Estimations normalisées de la variation en dB des perturbations en face d'un vérificateur dues aux champs réfléchis $\overset{[1]}{[SEP]}$ par le corps comme décrit dans la Figure E.5.....	444

Tableau E.9 — Estimations de l'incertitude type (u) pour E et H dues aux réflexions du corps du vérificateur pour des services de radiodiffusion ordinaires, dérivées des estimations du Tableau E.8.....	445
Tableau E.10 — Coefficients de sensibilité maximaux pour la permittivité et la conductivité d'un liquide sur la plage de fréquences de 300 MHz à 6 GHz	452
Tableau E.11 — Incertitude à 95 % pour différents modèles d'évanouissement	455
Tableau E.12 — Coefficients de corrélation pour GSM 900 et DCS 1800	458
Tableau E.13 — Variations des écarts-types pour la bande de fréquences GSM 900, DCS 1800 et UMTS	460
Tableau E.14 — Exemples de calcul de l'incertitude totale.....	460
Tableau E.15 — Erreur maximale simulée due à l'influence d'un corps humain sur les valeurs de mesure d'une sonde omnidirectionnelle	462
Tableau E.16 — Influence mesurée d'un corps humain sur les mesures d'une sonde omnidirectionnelle.....	463
Tableau F.1 — Informations spécifiques à la technologie.....	465
Tableau F.2 — Exemple de réglages d'analyseur de spectre pour une intégration par service.....	472
Tableau F.3 — Exemple de composantes de puissance constante pour des technologies AMRT/AMRF spécifiques.....	473
Tableau F.4 — Exigences applicables au décodeur AMRC à bande élargie	475
Tableau F.5 — Configurations des signaux.....	476
Tableau F.6 — Réglage de la linéarité de puissance du générateur AMRC à bande élargie	476
Tableau F.7 — Réglage du générateur AMRC à bande élargie pour l'étalonnage du décodeur	477
Tableau F.8 — Réglage du générateur AMRC à bande élargie pour la mesure du coefficient de réflexion.....	477
Tableau F.9 — Facteur d'extrapolation théorique, N_{RS} , fondé sur la structure de trame donnée dans la spécification technique 36.104 du 3GPP [10]	484
Tableau F.10 — Configuration de la sous-trame spéciale (longueurs de $DwPTS/GP/UpPTS$)	491
Tableau F.11 — Configurations de liaison ascendante/descendante	491

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DÉTERMINATION DE L'INTENSITÉ DE CHAMP DE RADIOFRÉQUENCES, DE LA DENSITÉ DE PUISSANCE ET DU *DAS* À PROXIMITÉ DES STATIONS DE BASE DE RADIOCOMMUNICATION DANS LE BUT D'ÉVALUER L'EXPOSITION HUMAINE

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC - entre autres activités - publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 62232 a été établie par le comité d'études 106 de l'IEC: Méthodes d'appréciation des champs électriques, magnétiques et électromagnétiques associées à l'exposition humaine.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2011, dont elle constitue une révision technique.

Les modifications majeures par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- a) augmentation de la plage de fréquences de 110 MHz à 100 GHz (avec prise en compte des sources ambiantes de 100 kHz à 300 GHz);
- b) conformité du produit: détermination des informations sur la frontière de conformité des produits RBS avant leur commercialisation;

- c) conformité de l'installation du produit: détermination des niveaux d'exposition RF totaux avant la mise en service du produit;
- d) simplification de la structure du document et des méthodes d'appréciation pour les nouvelles technologies (LTE–TDD, FDD et WiFi, par exemple).

La présente publication comporte des fichiers joints sous la forme d'un CD-ROM pour la version papier et de fichiers intégrés pour la version électronique. Ces fichiers sont destinés à être utilisés comme complément et ne font pas partie intégrante de la norme.

La présente version bilingue (2018-11) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2017-08.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 106/397/FDIS et 106/406/RVD.

Le rapport de vote 106/406/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

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

Le comité a décidé que le contenu de ce document 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 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 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 traite de l'évaluation du champ de radiofréquences (RF), de la densité de puissance ou des niveaux de débit d'absorption spécifique (*DAS*) à proximité des stations de base de radiocommunication (RBS) (également désignées comme le "produit" ou le "matériel à l'essai", EUT) rayonnant intentionnellement dans la plage de fréquences de 110 MHz à 100 GHz, conformément au domaine d'application (voir Article 1). Elle ne couvre pas l'évaluation de la densité de courant qui est bien souvent jugée non pertinente par les recommandations relatives à l'exposition lorsqu'il s'agit d'évaluer des champs RF dans la plage de fréquences de fonctionnement prévue des RBS.

Le présent document spécifie les méthodes d'évaluation de l'exposition RF à utiliser pour la conformité du produit, la conformité de l'installation du produit et les appréciations de l'exposition RF sur site. Il ne définit pas de limites d'exposition humaine (également désignées comme "limites d'exposition"). Lors de la mise en œuvre des appréciations de l'exposition RF, le vérificateur fait référence à l'ensemble de limites d'exposition applicable en cas d'exposition.

Les Articles 2, 3 et 4 donnent respectivement les références normatives, les termes et définitions, les symboles et les abréviations.

L'Article 5 fournit un guide de démarrage rapide et des informations sur l'utilisation du présent document.

L'Article 6 décrit les trois principaux domaines d'application du présent document: méthodes d'évaluation de l'exposition RF pour la conformité du produit, la conformité de l'installation du produit et les appréciations de l'exposition RF sur site. De plus amples informations sont fournies en Annexe C.

L'Article 7 fournit des lignes directrices sur le choix de la méthode d'évaluation. De plus amples informations sont fournies en Annexe A.

L'Article 8 définit les méthodes d'évaluation de l'exposition RF à utiliser et fait référence aux informations complémentaires des Annexes B et F.

L'Article 9 traite de l'estimation de l'incertitude et fait référence aux informations complémentaires de l'Annexe E.

L'Article 10 décrit les exigences relatives à l'activité de rapport pour l'évaluation ou l'appréciation.

Il est également fait référence aux annexes et données bibliographiques qui donnent des clarifications ou des recommandations utiles.

Des recommandations complémentaires peuvent être consultées dans l'IEC TR 62669 qui comprend un ensemble d'études de cas réels donnant des exemples pratiques d'application du présent document.

DÉTERMINATION DE L'INTENSITÉ DE CHAMP DE RADIOFRÉQUENCES, DE LA DENSITÉ DE PUISSANCE ET DU *DAS* À PROXIMITÉ DES STATIONS DE BASE DE RADIOCOMMUNICATION DANS LE BUT D'ÉVALUER L'EXPOSITION HUMAINE

1 Domaine d'application

Le présent document donne des méthodes de détermination du champ de radiofréquences (RF) et du débit d'absorption spécifique (*DAS*) à proximité des stations de base de radiocommunication (RBS) dans le but d'évaluer l'exposition humaine.

Le présent document:

- a) examine des RBS rayonnant intentionnellement qui transmettent sur une ou plusieurs antennes dans la plage de fréquences de 110 MHz à 100 GHz;
- b) étudie l'impact des sources ambiantes d'exposition RF au moins dans la plage de fréquences de 100 kHz à 300 GHz;
- c) spécifie les méthodes d'évaluation de l'exposition RF à utiliser pour les applications d'appréciation de la conformité, à savoir:
 - 1) conformité du produit: détermination des informations sur la frontière de conformité des produits RBS avant leur commercialisation;
 - 2) conformité de l'installation du produit: détermination des niveaux d'exposition RF totaux dans les zones accessibles depuis un produit RBS et les autres sources pertinentes avant la mise en service du produit;
 - 3) appréciation de l'exposition RF sur site: mesure des niveaux d'exposition RF à proximité d'une installation RBS après la mise en service du produit;
- d) décrit plusieurs méthodologies de mesure et de calcul de l'intensité de champ de radiofréquences et du *DAS* avec des recommandations relatives à leur applicabilité pour couvrir tant l'évaluation sur site des RBS installées que les évaluations en laboratoire;
- e) décrit la manière dont un vérificateur ayant des compétences suffisantes établit ses propres procédures d'évaluation, en fonction de ses objectifs d'évaluation;
- f) fournit des recommandations quant à la manière de rendre compte, d'interpréter et de comparer les résultats obtenus à partir de différentes méthodologies d'évaluation et, lorsque l'objectif de l'évaluation l'exige, prendre une décision justifiée en vertu d'une valeur limite donnée;
- g) fournit, à titre informatif, de brèves descriptions d'exemples d'études de cas dans le cadre de la comparaison avec le rapport technique IEC 62669 [1].

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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, *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 1: Procédure de détermination du débit d'absorption spécifique (DAS) produit par les appareils tenus à la main et utilisés près de l'oreille (plage de fréquence de 300 MHz à 3 GHz)*

IEC 62209-2, *Exposition humaine aux champs radiofréquence produits par les dispositifs de communications sans fils tenus à la main ou portés près du corps – Modèles de corps humain, instrumentation et procédures – Partie 2: Procédure de détermination du débit d'absorption spécifique produit par les appareils de communication sans fil utilisés très près du corps humain (plage de fréquences de 30 MHz à 6 GHz)*

IEC 62479, *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 62311, *Evaluation des équipements électroniques et électriques en relation avec les restrictions d'exposition humaine aux champs électromagnétiques (0 Hz – 300 GHz)*

Withdrawn