



# 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 $\beta$ .....	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)*



## 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	Ecart 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 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 $\beta$ .....	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)*