

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE  
COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES

BASIC EMC PUBLICATION  
PUBLICATION FONDAMENTALE EN CEM

**Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods –  
Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Antennas  
and test sites for radiated disturbance measurements**

**Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations  
radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques –  
Partie 1-4: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de  
l'immunité aux perturbations radioélectriques – Antennes et emplacements  
d'essai pour les mesures des perturbations rayonnées**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE **XD**  
CODE PRIX

ICS 33.100.10; 33.100.20

ISBN 978-2-88910-011-8

## CONTENTS

FOREWORD.....	6
1 Scope.....	8
2 Normative references.....	8
3 Terms, definitions and abbreviations.....	9
3.1 Terms and definitions.....	9
3.2 Abbreviations.....	12
4 Antennas for measurement of radiated radio disturbance.....	12
4.1 General.....	12
4.2 Physical parameter for radiated emission measurements.....	12
4.3 Frequency range 9 kHz to 150 kHz.....	13
4.3.1 General.....	13
4.3.2 Magnetic antenna.....	13
4.3.3 Shielding of loop antenna.....	13
4.4 Frequency range 150 kHz to 30 MHz.....	13
4.4.1 Electric antenna.....	13
4.4.2 Magnetic antenna.....	14
4.4.3 Balance/cross-polar performance of antennas.....	14
4.5 Frequency range 30 MHz to 1 000 MHz.....	14
4.5.1 General.....	14
4.5.2 Low-uncertainty antenna for use if there is an alleged non-compliance to the <i>E</i> -field limit.....	14
4.5.3 Antenna characteristics.....	14
4.5.4 Balance of antenna.....	16
4.5.5 Cross-polar response of antenna.....	18
4.6 Frequency range 1 GHz to 18 GHz.....	18
4.7 Special antenna arrangements – Loop antenna system.....	19
5 Test sites for measurement of radio disturbance field strength for the frequency range of 30 MHz to 1 000 MHz.....	19
5.1 General.....	19
5.2 OATS.....	19
5.2.1 General.....	19
5.2.2 Weather protection enclosure.....	20
5.2.3 Obstruction-free area.....	20
5.2.4 Ambient radio frequency environment of a test site.....	21
5.2.5 Ground plane.....	22
5.2.6 OATS validation procedure.....	22
5.3 Test site suitability for other ground-plane test sites.....	26
5.3.1 General.....	26
5.3.2 Normalized site attenuation for alternative test sites.....	26
5.3.3 Site attenuation.....	30
5.3.4 Conducting ground plane.....	30
5.4 Test site suitability without ground plane.....	31
5.4.1 Measurement considerations for free space test sites, as realized by fully-absorber-lined shielded enclosures.....	31
5.4.2 Site performance.....	32
5.4.3 Site validation criteria.....	40
5.5 Evaluation of set-up table and antenna tower.....	40

5.5.1	General .....	40
5.5.2	Evaluation procedure for set-up table influences .....	40
6	Reverberating chamber for total radiated power measurement .....	42
6.1	General .....	42
6.2	Chamber .....	42
6.2.1	Chamber size and shape.....	42
6.2.2	Door, openings in walls, and mounting brackets .....	42
6.2.3	Stirrers .....	43
6.2.4	Test for the efficiency of the stirrers .....	43
6.2.5	Coupling attenuation .....	44
7	TEM cells for immunity to radiated disturbance measurement.....	45
8	Test sites for measurement of radio disturbance field strength for the frequency range 1 GHz to 18 GHz.....	45
8.1	General .....	45
8.2	Reference test site .....	45
8.3	Validation of the test site.....	45
8.3.1	General .....	45
8.3.2	Acceptance criterion for site validation .....	46
8.3.3	Site validation procedures – evaluation of $S_{VSWR}$ .....	47
8.4	Alternative test sites .....	59
9	Common mode absorption devices.....	59
9.1	General .....	59
9.2	CMAD $S$ -parameter measurements .....	59
9.3	CMAD test jig .....	59
9.4	Measurement method using the TRL calibration.....	61
9.5	Specification of ferrite clamp-type CMAD .....	63
9.6	CMAD performance (degradation) check using spectrum analyzer and tracking generator .....	63
Annex A	(normative) Parameters of antennas.....	66
Annex B	(normative) Monopole (1 m rod) antenna performance equations and characterization of the associated antenna matching network .....	73
Annex C	(normative) Loop antenna system for magnetic field induced-current measurements in the frequency range of 9 kHz to 30 MHz.....	78
Annex D	(normative) Construction details for open area test sites in the frequency range of 30 MHz to 1 000 MHz (see Clause 5).....	87
Annex E	(normative) Validation procedure of the open area test site for the frequency range of 30 MHz to 1 000 MHz (see Clause 5).....	91
Annex F	(informative) Basis for 4 dB site acceptability criterion (see Clause 5) .....	99
Bibliography	.....	101
Figure 1	– Schematic of radiation from EUT reaching an LPDA antenna directly and via ground reflections on a 3 m site, showing the half beamwidth, $\varphi$ , at the reflected ray.....	15
Figure 2	– Obstruction-free area of a test site with a turntable (see 5.2.3).....	21
Figure 3	– Obstruction-free area with stationary EUT (see 5.2.3) .....	21
Figure 4	– Configuration of equipment for measuring site attenuation in horizontal polarization (see 5.2.6 and Annex E) .....	23
Figure 5	– Configuration of equipment for measuring site attenuation in vertical polarization using tuned dipoles (see 5.2.6 and Annex E).....	24

Figure 6 – Typical antenna positions for alternative test site – Vertical polarization NSA measurements .....	28
Figure 7 – Typical antenna positions for alternative test site – Horizontal polarization NSA measurements .....	28
Figure 8 – Typical antenna positions for alternative test site – Vertical polarization NSA measurements for a smaller EUT .....	29
Figure 9 – Typical antenna positions for alternative test site – Horizontal polarization NSA measurements for a smaller EUT .....	29
Figure 10 – Graph of theoretical free-space NSA as a function of the frequency for different measurement distances (see Equation (10)) .....	33
Figure 11 – Measurement positions for the site validation procedure .....	35
Figure 12 – Example of one measurement position and antenna tilt for the site validation procedure .....	36
Figure 13 – Typical free-space reference site attenuation measurement set-up .....	39
Figure 14 – Position of the antenna relative to the edge above a rectangle set-up table (top view) .....	42
Figure 15 – Antenna position above the set-up table (side view) .....	42
Figure 16 – Example of a typical paddle stirrer .....	43
Figure 17 – Range of coupling attenuation as a function of frequency for a chamber using the stirrer shown in Figure 16 .....	44
Figure 18 – Transmit antenna <i>E</i> -plane radiation pattern example (this example is for informative purposes only) .....	48
Figure 19 – Transmit antenna <i>H</i> -plane radiation pattern (this example is for informative purposes only) .....	49
Figure 20 – $S_{VSWR}$ measurement positions in a horizontal plane (see 8.3.3.2.2 for description) .....	50
Figure 21 – $S_{VSWR}$ positions (height requirements) .....	52
Figure 22 – Conditional test position requirements .....	58
Figure 23 – Definition of the reference planes inside the test jig .....	60
Figure 24 – The four configurations for the TRL calibration .....	62
Figure 25 – Limits for the magnitude of $S_{11}$ , measured according to provisions of 9.1 to 9.3 .....	63
Figure 26 – Example of a 50 $\Omega$ adaptor construction in the vertical flange of the jig .....	64
Figure 27 – Example of a matching adaptor with balun or transformer .....	65
Figure 28 – Example of a matching adaptor with resistive matching network .....	65
Figure A.1 – Short dipole antenna factors for $R_L = 50 \Omega$ .....	69
Figure B.1 – Method using network analyzer .....	75
Figure B.2 – Method using measuring receiver and signal generator .....	76
Figure B.3 – Example of capacitor mounting in dummy antenna .....	76
Figure C.1 – The loop-antenna system, consisting of three mutually perpendicular large-loop antennas .....	79
Figure C.2 – A large-loop antenna containing two opposite slits, positioned symmetrically with respect to the current probe C .....	80
Figure C.3 – Construction of the antenna slit .....	81
Figure C.4 – Example of antenna-slit construction using a strap of printed circuit board to obtain a rigid construction .....	81
Figure C.5 – Construction for the metal box containing the current probe .....	82
Figure C.6 – Example showing the routing of several cables from an EUT to ensure that there is no capacitive coupling from the leads to the loop .....	82

Figure C.7 – The eight positions of the balun-dipole during validation of the large-loop antenna .....	83
Figure C.8 – Validation factor for a large loop-antenna of 2 m diameter .....	83
Figure C.9 – Construction of the balun-dipole .....	84
Figure C.10 – Conversion factors $C_{dA}$ [for conversion into dB( $\mu$ A/m)] and $C_{dV}$ (for conversion into dB( $\mu$ V/m)) for two standardized measuring distances $d$ .....	85
Figure C.11 – Sensitivity $S_D$ of a large-loop antenna with diameter $D$ relative to a large-loop antenna having a diameter of 2 m .....	85
Figure D.1 – The Rayleigh criterion for roughness in the ground plane .....	88
Table 1 – Normalized site attenuation (recommended geometries for tuned half-wave dipoles with horizontal polarization) .....	30
Table 2 – Normalized site attenuation* (recommended geometries for broadband antennas).....	31
Table 3 – Maximum dimensions of test volume versus test distance .....	34
Table 4 – Frequency ranges and step sizes .....	36
Table 5 – $S_{VSWR}$ test position designations.....	53
Table 6 – $S_{VSWR}$ reporting requirements.....	58
Table E.1 – Normalized site attenuation <sup>a</sup> – Recommended geometries for broadband antennas.....	95
Table E.2 – Normalized site attenuation – Recommended geometries for tuned half-wave dipoles, horizontal polarization.....	96
Table E.3 – Normalized site attenuation – Recommended geometries for tuned half-wave dipoles – vertical polarization.....	97
Table E.4 – Mutual coupling correction factors for geometry using resonant tunable dipoles spaced 3 m apart .....	98
Table F.1 – Error budget .....	99

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION  
INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

**SPECIFICATION FOR RADIO DISTURBANCE AND IMMUNITY  
MEASURING APPARATUS AND METHODS –**

**Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus –  
Antennas and test sites for radiated disturbance measurements**

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 CISPR 16-1-4 has been prepared by CISPR subcommittee A: Radio-interference measurements and statistical methods.

This third edition of CISPR 16-1-4 cancels and replaces the second edition published in 2007 and its Amendments 1 (2007) and 2 (2008). It is a technical revision.

This edition includes the following significant technical change with respect to the previous edition: provisions are added to address evaluation of a set-up table in the frequency range above 1 GHz.

It has the status of a basic EMC publication in accordance with IEC Guide 107, *Electromagnetic compatibility – Guide to the drafting of electromagnetic compatibility publications*.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
CISPR/A/885/FDIS	CISPR/A/891/RVD

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

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

A list of all parts of CISPR 16 series, under the general title *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods*, can be found on the IEC website.

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

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

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

IECNORM.COM : Click to view the PDF of CISPR 16 1-4 ed 2.0:2010

## SPECIFICATION FOR RADIO DISTURBANCE AND IMMUNITY MEASURING APPARATUS AND METHODS –

### Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Antennas and test sites for radiated disturbance measurements

#### 1 Scope

This part of CISPR 16 specifies the characteristics and performance of equipment for the measurement of radiated disturbances in the frequency range 9 kHz to 18 GHz. Specifications for antennas and test sites are included.

NOTE In accordance with IEC Guide 107, CISPR 16-1-4 is a basic EMC publication for use by product committees of the IEC. As stated in Guide 107, product committees are responsible for determining the applicability of the EMC standard. CISPR and its sub-committees are prepared to co-operate with product committees in the evaluation of the value of particular EMC tests for specific products.

The requirements of this publication apply at all frequencies and for all levels of radiated disturbances within the CISPR indicating range of the measuring equipment.

Methods of measurement are covered in Part 2-3, and further information on radio disturbance is given in Part 3 of CISPR 16. Uncertainties, statistics and limit modelling are covered in Part 4 of CISPR 16.

#### 2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application 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.

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

CISPR 16-1-5:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-5: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Antenna calibration test sites for 30 MHz to 1 000 MHz*

CISPR 16-2-3, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity – Radiated disturbance measurements*

CISPR/TR 16-3:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 3: CISPR technical reports*  
Amendment 1(2005)  
Amendment 2(2006)

CISPR 16-4-2, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-2: Uncertainties, statistics and limit modelling – Uncertainty in EMC measurements*

IEC 60050-161, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*

IEC 61000-4-20, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-20: Testing and measurement techniques – Emission and immunity testing in transverse electromagnetic (TEM) waveguides*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of CISPR 16 1-4 ed 3.0:2010

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	108
1 Domaine d'application .....	110
2 Références normatives .....	110
3 Termes, définitions et abréviations .....	111
3.1 Termes et définitions .....	111
3.2 Abréviations .....	114
4 Antennes pour la mesure des perturbations radioélectriques rayonnées .....	114
4.1 Généralités .....	114
4.2 Paramètre physique pour les mesures des émissions rayonnées .....	115
4.3 Gamme de fréquences de 9 kHz à 150 kHz .....	115
4.3.1 Généralités .....	115
4.3.2 Antenne magnétique .....	115
4.3.3 Blindage de l'antenne cadre .....	116
4.4 Gamme de fréquences de 150 kHz à 30 MHz .....	116
4.4.1 Antenne électrique .....	116
4.4.2 Antenne magnétique .....	116
4.4.3 Performance d'équilibrage et de polarisation croisée des antennes .....	116
4.5 Gamme de fréquences de 30 MHz à 1 000 MHz .....	116
4.5.1 Généralités .....	116
4.5.2 Antenne à faible incertitude pour utilisation en l'absence de non-conformité présumée du champ $E$ .....	117
4.5.3 Caractéristiques d'antenne .....	117
4.5.4 Symétrisation de l'antenne .....	119
4.5.5 Réponse de polarisation croisée de l'antenne .....	120
4.6 Gamme de fréquences de 1 GHz à 18 GHz .....	121
4.7 Montages d'antennes particuliers – Système d'antennes cadres .....	122
5 Emplacements d'essai pour la mesure du champ radioélectrique perturbateur dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 1 000 MHz .....	122
5.1 Généralités .....	122
5.2 OATS (emplacement d'essai en zone dégagée) .....	123
5.2.1 Généralités .....	123
5.2.2 Enceinte de protection contre les intempéries .....	123
5.2.3 Zone sans obstacle .....	123
5.2.4 Environnement radiofréquence ambiant d'un emplacement d'essai .....	125
5.2.5 Plan de sol .....	125
5.2.6 Procédure de validation d'OATS .....	125
5.3 Aptitude des emplacements d'essai pour les autres emplacements d'essai à plan de sol .....	130
5.3.1 Généralités .....	130
5.3.2 Affaiblissement normalisé d'emplacement pour les autres emplacements d'essai .....	131
5.3.3 Affaiblissement de l'emplacement .....	134
5.3.4 Plan de sol conducteur .....	134
5.4 Aptitude des emplacements d'essai sans plan de sol .....	135
5.4.1 Aspects de mesure pour les emplacements d'essai en espace libre constitués par des enceintes blindées entièrement tapissées d'absorbants .....	135
5.4.2 Performances d'emplacement .....	136

5.4.3	Critères de validation d'emplacement.....	144
5.5	Évaluation de la table d'essai et du pylône d'antenne .....	144
5.5.1	Généralités .....	144
5.5.2	Procédure d'évaluation de l'influence de la table d'essai.....	145
6	Chambre de réverbération pour la mesure de la puissance totale rayonnée .....	147
6.1	Généralités.....	147
6.2	Chambre .....	147
6.2.1	Dimensions et forme de la chambre .....	147
6.2.2	Porte, ouvertures dans les parois et équerres de montage .....	147
6.2.3	Agitateurs .....	147
6.2.4	Essai de rendement des agitateurs .....	148
6.2.5	Affaiblissement de couplage .....	149
7	Cellules TEM pour les mesures d'immunité aux perturbations rayonnées.....	149
8	Emplacements d'essai pour la mesure des champs radioélectriques perturbateurs dans la gamme de fréquences de 1 GHz à 18 GHz.....	150
8.1	Généralités.....	150
8.2	Emplacement d'essai de référence .....	150
8.3	Validation de l'emplacement d'essai.....	150
8.3.1	Généralités .....	150
8.3.2	Critère d'acceptation pour la validation de l'emplacement .....	151
8.3.3	Procédures de validation de l'emplacement – évaluation de $S_{VSWR}$ .....	152
8.4	Autres emplacements d'essai .....	164
9	Dispositifs d'absorption en mode commun.....	164
9.1	Généralités.....	164
9.2	Mesures des paramètres $S$ d'un CMAD .....	165
9.3	Montage d'essai de CMAD .....	165
9.4	Méthode de mesure utilisant l'étalonnage TRL .....	166
9.5	Spécification d'un CMAD du type à pince en ferrite .....	168
9.6	Vérification de la performance (dégradation) des CMAD en utilisant un analyseur de spectre et un générateur de poursuite .....	169
	Annexe A (normative) Paramètres des antennes .....	172
	Annexe B (normative) Équations donnant les caractéristiques de l'antenne monopole (antenne fouet de 1 m) et caractérisation du réseau d'adaptation associé à l'antenne .....	179
	Annexe C (normative) Système d'antennes cadres pour les mesures du courant induit par un champ magnétique dans la gamme de fréquences de 9 kHz à 30 MHz.....	184
	Annexe D (normative) Détails de construction des emplacements d'essai en zone dégagée dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 1 000 MHz (voir Article 5) .....	193
	Annexe E (normative) Procédure de validation de l'emplacement d'essai en zone dégagée pour la gamme de fréquences de 30 MHz à 1 000 MHz (voir Article 5).....	197
	Annexe F (informative) Base du critère de 4 dB d'acceptabilité d'un emplacement (voir Article 5) .....	205
	Bibliographie .....	207
	Figure 1 – Représentation schématique du rayonnement de l'EUT atteignant une antenne LPDA directement et via des réflexions sur le sol sur un emplacement de 3 m, présentant la moitié de l'ouverture de faisceau, $\varphi$ , au niveau du rayon réfléchi.....	118
	Figure 2 – Zone sans obstacle d'un emplacement d'essai équipé d'une table tournante (voir 5.2.3) .....	124
	Figure 3 – Zone sans obstacle avec EUT fixe (voir 5.2.3) .....	124

Figure 4 – Configuration des équipements pour la mesure en polarisation horizontale de l'affaiblissement de l'emplacement (voir 5.2.6 et Annexe E) .....	127
Figure 5 – Configuration des équipements pour la mesure en polarisation verticale de l'affaiblissement de l'emplacement avec des doublets accordés (voir 5.2.6 et Annexe E) .....	128
Figure 6 – Positions types d'antenne pour les mesures de NSA en polarisation verticale d'autres emplacements d'essai.....	132
Figure 7 – Positions types d'antenne pour les mesures de NSA en polarisation horizontale d'autres emplacements d'essai.....	132
Figure 8 – Positions types d'antenne pour d'autres emplacements d'essai – Mesure de NSA en polarisation verticale pour un petit EUT.....	133
Figure 9 – Positions types d'antenne pour d'autres emplacements d'essai – Mesure de NSA en polarisation horizontale pour un petit EUT.....	133
Figure 10 – Graphique du NSA théorique en espace libre en fonction de la fréquence pour différentes distances de mesure (voir Équation (10)) .....	137
Figure 11 – Positions de mesure pour la procédure de validation de l'emplacement.....	139
Figure 12 – Exemple de position de mesure et d'inclinaison d'antenne pour la procédure de validation de l'emplacement.....	140
Figure 13 – Montage de mesure de l'affaiblissement d'emplacement de référence type en espace libre .....	143
Figure 14 – Position de l'antenne par rapport au bord au-dessus d'une table d'essai rectangulaire (vue de dessus) .....	146
Figure 15 – Position de l'antenne au-dessus de la table d'essai (vue de côté).....	146
Figure 16 – Exemple d'agitateur à aubes type.....	148
Figure 17 – Gamme d'affaiblissement de couplage en fonction de la fréquence pour une chambre utilisant l'agitateur de la Figure 16.....	149
Figure 18 – Exemple de diagramme de rayonnement dans le plan <i>E</i> d'une antenne d'émission (à titre informatif uniquement).....	153
Figure 19 – Diagramme de rayonnement dans le plan <i>H</i> d'une antenne d'émission (exemple donné à titre informatif uniquement).....	154
Figure 20 – Positions de mesure de $S_{VSWR}$ dans un plan horizontal (voir description en 8.3.3.2.2).....	155
Figure 21 – Positions de $S_{VSWR}$ (exigences de hauteur) .....	157
Figure 22 – Exigences relatives aux positions d'essai conditionnelles .....	163
Figure 23 – Définition des plans de référence à l'intérieur du montage d'essai .....	166
Figure 24 – Les quatre configurations pour l'étalonnage TRL.....	168
Figure 25 – Limites pour l'amplitude de $S_{11}$ , mesurée selon les dispositions de 9.1 à 9.3 .....	169
Figure 26 – Exemple de conception d'adaptateur 50 $\Omega$ dans le flasque vertical du montage.....	170
Figure 27 – Exemple d'adaptateur avec symétriseur ou transformateur.....	171
Figure 28 – Exemple d'adaptateur avec réseau d'adaptation résistif.....	171
Figure A.1 – Facteurs d'antenne des doublets courts pour $R_L = 50 \Omega$ .....	175
Figure B.1 – Méthode utilisant un analyseur de réseau .....	181
Figure B.2 – Méthode utilisant un récepteur de mesure et un générateur de signal.....	182
Figure B.3 – Exemple de montage du condensateur dans une antenne fictive .....	182
Figure C.1 – Système d'antennes cadres, constitué de trois antennes de grand diamètre mutuellement perpendiculaires .....	185
Figure C.2 – Antenne de grand diamètre, comportant deux fentes opposées, positionnées symétriquement par rapport à la sonde de courant .....	186

Figure C.3 – Construction de la fente de l'antenne.....	187
Figure C.4 – Exemple de construction de fente d'antenne utilisant une bande de circuit imprimé pour obtenir une construction rigide .....	187
Figure C.5 – Construction du boîtier métallique renfermant la sonde de courant.....	188
Figure C.6 – Exemple montrant le cheminement de plusieurs câbles de l'EUT afin de s'assurer qu'il n'y a pas de couplage capacitif entre les conducteurs et la boucle.....	188
Figure C.7 – Les huit positions du doublet symétrique/dissymétrique durant la validation de l'antenne cadre de grand diamètre.....	189
Figure C.8 – Facteur de validation d'une grande antenne cadre de 2 m de diamètre .....	189
Figure C.9 – Construction du doublet symétrique/dissymétrique.....	190
Figure C.10 – Facteurs de conversion $C_{dA}$ [pour la conversion en dB ( $\mu A/m$ )] et $C_{dV}$ (pour la conversion en dB ( $\mu V/m$ )) pour deux distances de mesure normalisées $d$ .....	191
Figure C.11 – Sensibilité $S_D$ d'une antenne de grand diamètre d'un diamètre $D$ par rapport à une antenne de grand diamètre ayant un diamètre de 2 m .....	191
Figure D.1 – Critère de Rayleigh pour la rugosité du plan de sol .....	194
Tableau 1 – Affaiblissement normalisé d'emplacement (géométries recommandées pour les doublets demi-onde accordés avec polarisation horizontale).....	134
Tableau 2 – Affaiblissement normalisé d'emplacement* (géométries recommandées pour les antennes à large bande) .....	135
Tableau 3 – Dimensions maximales du volume d'essai en fonction de la distance d'essai .....	138
Tableau 4 – Gammes de fréquences et tailles de pas .....	141
Tableau 5 – Désignations des positions d'essai de $S_{VSWR}$ .....	158
Tableau 6 – Exigences concernant les rapports de $S_{VSWR}$ .....	164
Tableau E.1 – Affaiblissement normalisé d'emplacement <sup>a</sup> – Géométries recommandées pour les antennes à large bande .....	201
Tableau E.2 – Affaiblissement normalisé d'emplacement – Géométries recommandées pour les doublets demi-onde accordés avec polarisation horizontale.....	202
Tableau E.3 – Affaiblissement normalisé d'emplacement – Géométries recommandées pour les doublets demi-onde accordés avec polarisation verticale.....	203
Tableau E.4 – Facteurs de correction de couplage mutuel pour la géométrie utilisant des doublets résonnants accordables séparés de 3 m .....	204
Tableau F.1 – Bilan d'erreur .....	205