

**Spécifications des méthodes et des appareils
de mesure des perturbations radioélectriques et
de l'immunité aux perturbations radioélectriques –**

**Partie 2-3:
Méthodes de mesure des perturbations et de
l'immunité – Mesures des perturbations rayonnées**

**Specification for radio disturbance and immunity
measuring apparatus and methods –**

**Part 2-3:
Methods of measurement of disturbances and
immunity – Radiated disturbance measurements**

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/searchpub) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/online_news/justpub) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

COMMISSION
ÉLECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

CISPR
16-2-3

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

Deuxième édition
Second edition
2006-07

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

**Spécifications des méthodes et des appareils
de mesure des perturbations radioélectriques et
de l'immunité aux perturbations radioélectriques –**

**Partie 2-3:
Méthodes de mesure des perturbations et de
l'immunité – Mesures des perturbations rayonnées**

**Specification for radio disturbance and immunity
measuring apparatus and methods –**

**Part 2-3:
Methods of measurement of disturbances and
immunity – Radiated disturbance measurements**

© IEC 2006 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

XD

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	8
1 Domaine d'application	12
2 Références normatives	12
3 Termes et définitions	14
4 Types de perturbations à mesurer	20
5 Connexion du matériel de mesure	22
6 Exigences et conditions générales de mesure	24
7 Mesure des perturbations rayonnées	40
8 Mesure automatisée des émissions	122
Annexe A (informative) Mesure des perturbations en présence d'émissions ambiantes	134
Annexe B (informative) Utilisation des analyseurs de spectre et des récepteurs à balayage (voir Article 6)	162
Annexe C (informative) Exemple de budget d'incertitude	168
Annexe D (informative) Durées de mesure et vitesses de balayage utilisables avec un détecteur de valeur moyenne	170
Annexe E (informative) Explication de la méthode de mesure de DPA appliquée à l'essai de conformité	178
Figure 1 – Mesure d'une combinaison d'un signal à bande étroite et d'un signal en impulsion en utilisant des balayages multiples avec maintien du maximum	34
Figure 2 – Exemple d'analyse temporelle	36
Figure 3 – Spectre large bande mesuré avec un récepteur à accord par palier	38
Figure 4 – Perturbations intermittentes à bande étroite mesurées en utilisant des balayages courts et rapides avec la fonction «maintien du maximum» pour obtenir une vue d'ensemble du spectre d'émission	38
Figure 5 – Principe des mesures du champ électrique sur un emplacement d'essai ouvert montrant les rayons directs et réfléchis qui arrivent à l'antenne de réception	42
Figure 6 – Installation d'essai typique dans une chambre entièrement anéchoïque, où a , b , c et e dépendent des caractéristiques de la chambre	50
Figure 7 – Installation d'essai typique pour un appareil de table dans le volume d'essai d'une chambre entièrement anéchoïque	54
Figure 8 – Installation d'essai typique pour un appareil reposant sur le sol dans le volume d'essai d'une chambre entièrement anéchoïque	56
Figure 9 – Montage d'essai pour un matériel posé sur table	70
Figure 10 – Montage d'essai pour un matériel posé sur table, vue de dessus	72
Figure 11 – Montage d'essai pour un matériel posé au sol	74
Figure 12 – Montage d'essai pour un matériel posé au sol, vue de dessus	76
Figure 13 – Position des plans pour la calibration du champ uniforme (vue de dessus)	78
Figure 14 – Méthode de mesure au-dessus de 1 GHz, antenne de réception en polarisation verticale	84
Figure 15 – Illustration des exigences relatives à la scrutation en hauteur pour deux catégories différentes de matériels en essai	88

CONTENTS

FOREWORD.....	9
1 Scope.....	13
2 Normative references	13
3 Terms and definitions	15
4 Types of disturbance to be measured	21
5 Connection of measuring equipment.....	23
6 General measurement requirements and conditions	25
7 Measurement of radiated disturbances	41
8 Automated measurement of emissions	123
Annex A (informative) Measurement of disturbances in the presence of ambient emissions	135
Annex B (informative) Use of spectrum analyzers and scanning receivers (see clause 6) ..	163
Annex C (informative) Example of the uncertainty budget	169
Annex D (informative) Scan rates and measurement times for use with the average detector	171
Annex E (informative) Explanation of APD measurement method applying to the compliance test.....	179
Figure 1 – Measurement of a combination of a CW signal (“NB”) and an impulsive signal (“BB”) using multiple sweeps with maximum hold.....	35
Figure 2 – Example of a timing analysis.....	37
Figure 3 – A broadband spectrum measured with a stepped receiver	39
Figure 4 – Intermittent narrowband disturbances measured using fast short repetitive sweeps with maximum hold function to obtain an overview of the emission spectrum.....	39
Figure 5 – Concept of electric field strength measurements made on an open area test site (OATS) with the direct and reflective rays arriving at the receiving antenna.....	43
Figure 6 – Typical test set-up in FAR, where a , b , c and e depend on the room performance	51
Figure 7 – Typical test set-up for table-top equipment within the test volume of a FAR	55
Figure 8 – Typical test set-up for floor standing equipment within the test volume of a FAR ..	57
Figure 9 – Test set-up for tabletop equipment.....	71
Figure 10 – Test set-up for tabletop equipment, Top view	73
Figure 11 – Test set-up for floor-standing equipment	75
Figure 12 – Test set-up for floor-standing equipment, Top view	77
Figure 13 – Position of planes for uniform field calibration (top-view).....	79
Figure 14 – Measurement method above 1 GHz, receive antenna in vertical polarization	85
Figure 15 – Illustration of height scan requirements for two different categories of EUTs	89

Figure 16 – Méthode de mesure par substitution (voir 7.4.1 et 7.4.3)	100
Figure 17 – Détermination de la distance de transition.....	114
Figure 18 – Principe de mesure des courants induits par un champ magnétique à l'aide du système d'antennes bouclées	120
Figure A.1 – Diagramme de sélection des largeurs de bande et des détecteurs et erreurs de mesure estimées dues à cette sélection.....	138
Figure A.2 – Différence relative des amplitudes des émissions adjacentes pendant l'essai préliminaire	142
Figure A.3 – Perturbation par un signal non modulé (ligne en pointillés)	144
Figure A.4 – Perturbation par un signal modulé en amplitude (ligne en pointillés)	144
Figure A.5 – Indication d'un signal modulé en amplitude en fonction de la fréquence de modulation avec le détecteur de quasi crête dans les bandes B, C et D du CISPR.....	146
Figure A.6 – Indication d'un signal modulé en impulsion (largeur d'impulsion 50 μ s) en fonction de la fréquence de répétition avec des détecteurs de crête, de quasi crête et de valeur moyenne	148
Figure A.7 – Perturbation par un signal à large bande (pointillés)	148
Figure A.8 – Perturbation du matériel en essai non modulée (pointillés)	150
Figure A.9 – Perturbation modulée en amplitude du matériel en essai (pointillés)	150
Figure A.10 – Augmentation de la valeur crête avec la superposition de deux signaux non modulés (U_a : niveau d'émission ambiant; U_i : niveau de perturbation du matériel en essai).....	156
Figure A.11 – Détermination de l'amplitude de la perturbation du matériel en essai au moyen du rapport d'amplitude d et du facteur i	156
Figure A.12 – Augmentation de l'indication moyenne mesurée avec un récepteur réel et calculée d'après l'équation (A.8)	158
Figure D.1 – Fonction de pondération d'une impulsion de 10 ms pour des détections de valeurs crêtes (PK) et moyennes avec (CISPR AV) ou sans (AV) lecteur crête; avec un contrôleur de période de 160 ms.....	174
Figure D.2 – Fonctions de pondération d'une impulsion de 10 ms pour des détections de valeurs crêtes (PK) et moyennes avec (CISPR AV) ou sans (AV) lecteur crête; avec un contrôleur de période de 100 ms	174
Figure D.3 – Exemple de fonctions de pondération (d'une impulsion de 1 Hz) pour des détections de valeurs crêtes («PK») et moyennes équivalentes à une fonction de largeur d'impulsion, avec un contrôleur de période de 160 ms	176
Figure D.4 – Exemple de fonctions de pondération (d'une impulsion de 1 Hz) pour des détections de valeurs crêtes («PK») et moyennes équivalentes à une fonction de largeur d'impulsion, avec un contrôleur de période de 100 ms	176
Figure E.1 – Exemple de mesure de DPA par la méthode 1 pour des perturbations fluctuantes	180
Figure E.2 – Exemple de mesure de DPA par la méthode 2 pour des perturbations fluctuantes	182
Tableau 1 – Durées de balayage minimales pour les trois bandes CISPR avec détecteur de crête et détecteur de quasi crête	30
Tableau 2 – Dimension minimale de w ($w_{\min}$).....	86
Tableau 3 – Exemples de valeurs de w pour trois types d'antennes	88
Tableau 4 – Hauteurs d'antenne recommandées pour garantir l'interception du signal (pour le pré-balayage) dans la gamme de fréquence de 30 MHz à 1 000 MHz	128

Figure 16 – Method of measurement – Substitution method (see 7.4.1 and 7.4.3).....	101
Figure 17 – Determination of the transition distance	115
Figure 18 – Concept of magnetic field induced current measurements made with the loop antenna system.....	121
Figure A.1 – Flow diagram for the selection of bandwidths and detectors and the estimated measurement errors due to that selection	139
Figure A.2 – Relative difference in adjacent emission amplitudes during preliminary testing	143
Figure A.3 – Disturbance by an unmodulated signal (dotted line)	145
Figure A.4 – Disturbance by an amplitude-modulated signal (dotted line).....	145
Figure A.5 – Indication of an amplitude-modulated signal as a function of modulation frequency with the QP detector in CISPR bands B, C and D	147
Figure A.6 – Indication of a pulse-modulated signal (pulse width 50 μ s) as a function of pulse repetition frequency with peak, QP and average detectors.....	149
Figure A.7 – Disturbance by a broadband signal (dotted line)	149
Figure A.8 – Unmodulated EUT disturbance (dotted line).....	151
Figure A.9 – Amplitude-modulated EUT disturbance (dotted line).....	151
Figure A.10 – Increase of peak value with superposition of two unmodulated signals (U_a - level of ambient emission; U_i - level of EUT disturbance).....	157
Figure A.11 – Determination of the amplitude of the disturbance signal by means of the amplitude ratio d and the factor i	157
Figure A.12 – Increase of average indication measured with a real receiver and calculated from equation (A.8)	159
Figure D.1 – Weighting function of a 10 ms pulse for peak (“PK”) and average detections with (“CISPR AV”) and without (“AV”) peak reading: meter time constant 160 ms.....	175
Figure D.2 – Weighting functions of a 10 ms pulse for peak (“PK”) and average detections with (“CISPR AV”) and without (“AV”) peak reading: meter time constant 100 ms.....	175
Figure D.3 – Example of weighting functions (of a 1 Hz pulse) for peak (“PK”) and average detections as a function of pulse width: meter time constant 160 ms	177
Figure D.4 – Example of weighting functions (of a 1 Hz pulse) for peak (“PK”) and average detections as a function of pulse width: meter time constant 100 ms	177
Figure E.1 – Example of APD measurement method 1 for fluctuating disturbances	181
Figure E.2 – Example of APD measurement method 2 for fluctuating disturbances	183
Table 1 – Minimum scan times for the three CISPR bands with peak and quasi-peak detectors	31
Table 2 – Minimum dimension of w ($w_{\min}$).....	87
Table 3 – Example values of w for three antenna types	89
Table 4 – Recommended antenna heights to guarantee signal interception (for prescan) in the frequency range 30 MHz to 1 000 MHz.....	129

Tableau A.1 – Combinaisons des perturbations du matériel en essai et des émissions ambiantes	136
Tableau A.2 – Erreur de mesure en fonction du type de détecteur et de la combinaison des spectres du signal ambiant et du signal perturbateur	160
Tableau C.1 – Budget d'incertitude pour les mesures d'émission à 3 m dans une chambre entièrement anéchoïque	168
Tableau D.1 – Facteurs de suppression d'impulsion et vitesses de balayage pour une largeur de bande vidéo de 100 Hz	172
Tableau D.2 – Contrôleur de période et largeurs de bandes vidéo correspondantes et vitesses de balayages maximales correspondantes	174

STANDARDSISO.COM: Click to view the full PDF of CISPR 16-2-3:2006

Withd2Wm

Table A.1 – Combinations of EUT disturbance and ambient emissions.....	137
Table A.2 – Measurement error depending on the detector type and on the combination of ambient and disturbing signal spectra	161
Table C.1 – Uncertainty budget for emission measurements in a 3 m FAR.....	169
Table D.1 – Pulse suppression factors and scan rates for a 100 Hz video bandwidth	173
Table D.2 – Meter time constants and the corresponding video bandwidths and maximum scan rates	175

STANDARDS160.COM: Click to view the full PDF of CISPR 16-2-3:2006

Withd2Wm

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES**

**SPÉCIFICATIONS DES MÉTHODES ET DES APPAREILS
DE MESURE DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES ET
DE L'IMMUNITÉ AUX PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES –**

**Partie 2-3: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité –
Mesures des perturbations rayonnées**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI 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, la CEI – 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 la CEI»). 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 la CEI, participent également aux travaux. La CEI 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 la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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 la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, 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 la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CISPR 16-2-3 a été établie par le sous-comité A du CISPR: Mesures des perturbations radioélectriques et méthodes statistiques.

Cette seconde édition de la CISPR 16-2-3 annule et remplace la première édition parue en 2003, l'amendement 1 (2005) et l'amendement 2 (2005).

Le document CISPR/A/657/FDIS, circulé comme amendement 3 auprès des Comités nationaux de la CEI, a conduit à la publication de la nouvelle édition.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

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

**Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity –
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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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 16-2-3 has been prepared by CISPR subcommittee A: Radio interference measurements and statistical methods.

This second edition of CISPR 16-2-3 cancels and replaces the first edition published in 2003, amendment 1 (2005) and amendment 2 (2005).

The document CISPR/A/657/FDIS, circulated to the National Committees as amendment 3, led to the publication of the new edition.

Le texte de cette norme est basé sur la première édition, son amendement 1, son amendement 2 et sur les documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
CISPR/A/657/FDIS	CISPR/A/672/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

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

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

The text of this standard is based on the first edition, its amendment 1, amendment 2 and the following documents:

FDIS	Report on voting
CISPR/A/657/FDIS	CISPR/A/672/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.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result 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.

SPÉCIFICATIONS DES MÉTHODES ET DES APPAREILS DE MESURE DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES ET DE L'IMMUNITÉ AUX PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES –

Partie 2-3: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité – Mesures des perturbations rayonnées

1 Domaine d'application

La présente partie de la CISPR 16 est une norme fondamentale qui spécifie la méthode de mesure du champ perturbateur rayonné, dans la gamme de fréquences de 9 kHz à 18 GHz.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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).

CISPR 13:2001, *Récepteurs de radiodiffusion et de télévision et équipements associés – Caractéristiques des perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*

CISPR 14-1:2005, *Compatibilité électromagnétique – Exigences pour les appareils électrodomestiques, outillages électriques et appareils analogues – Partie 1: Émission*

CISPR 16-1-1:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-1: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Appareils de mesure*

CISPR 16-1-2:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-2: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Matériels auxiliaires – Perturbations conduites*

CISPR 16-1-4:2003, *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 – Matériels auxiliaires – Perturbations rayonnées*

CISPR 16-1-5:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-5: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Emplacements d'essai pour l'étalonnage des antennes de 30 MHz à 1 000 MHz*

CISPR 16-2-1:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 2-1: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité – Mesures des perturbations conduites*

SPECIFICATION FOR RADIO DISTURBANCE AND IMMUNITY MEASURING APPARATUS AND METHODS –

Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity – Radiated disturbance measurements

1 Scope

This part of CISPR 16 is designated a basic standard, which specifies the methods of measurement of radiated disturbance phenomena in the frequency range 9 kHz to 18 GHz.

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 13:2001, *Sound and television broadcast receivers and associated equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

CISPR 14-1:2005, *Electromagnetic compatibility – Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus – Part 1: Emission*

CISPR 16-1-1:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus*

CISPR 16-1-2:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-2: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Ancillary equipment – Conducted disturbances*

CISPR 16-1-4:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Ancillary equipment – Radiated disturbances*

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 and site validation*

CISPR 16-2-1:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-1: Methods of measurement of disturbances and immunity – Conducted disturbance measurements*

CISPR 16-2-2:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 2-2: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité – Mesure de la puissance perturbatrice*

CISPR 16-2-4:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 2-4: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité – Mesures de l'immunité*

CISPR 16-3:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 3: Rapports techniques du CISPR* (disponible en anglais seulement)
Amendement 1 (2005)

CISPR 16-4-1:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 4-1: Incertitudes, statistiques et modélisation des limites – Incertitudes dans les essais normalisés en CEM* (disponible en anglais seulement)

CISPR 16-4-2:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 4-2: Incertitudes, statistiques et modélisation des limites – Incertitudes de mesure CEM*

CISPR 16-4-3:2003, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 4-3: Incertitudes, statistiques et modélisation des limites – Considérations statistiques dans la détermination de la conformité CEM des produits fabriqués en grand nombre* (disponible en anglais seulement)

CEI 61000-4-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*

3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CISPR 16, les définitions suivantes sont applicables. Voir également les définitions de la CEI 60050(161).

3.1

matériel associé

- a) transducteurs (par exemple, sondes, réseaux, antennes) connectés à un récepteur de mesure ou à un générateur d'essai
- b) transducteurs (par exemple, sondes, réseaux, antennes) utilisés dans la transmission du signal ou de la perturbation, entre un matériel en essai et un matériel de mesure ou un générateur d'essai

3.2

matériel en essai

matériel (dispositifs, appareils et systèmes) soumis aux essais de conformité pour la CEM (émission et immunité)

CISPR 16-2-2:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-2: Methods of measurement of disturbances and immunity – Measurement of disturbance power*

CISPR 16-2-4:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-4: Methods of measurement of disturbances and immunity – Immunity measurements*

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

CISPR 16-4-1:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-1: Uncertainties, statistics and limit modelling – Uncertainties in standardized EMC tests*

CISPR 16-4-2:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-2: Uncertainties, statistics and limit modelling – Uncertainty in EMC measurements*

CISPR 16-4-3:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-3: Uncertainties, statistics and limit modelling – Statistical considerations in the determination of EMC compliance of mass-produced products*

IEC 61000-4-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

3 Terms and definitions

For the purpose of this part of CISPR 16, the definitions of IEC 60050(161) apply, as well as the following:

3.1 associated equipment

- 1) transducers (e.g. probes, networks and antennas) connected to a measuring receiver or test generator
- 2) transducers (e.g. probes, networks, antennas) which are used in the signal or disturbance transfer between an EUT and measuring equipment or a (test-) signal generator

3.2 EUT

the equipment (devices, appliances and systems) subjected to EMC (emission) compliance tests

3.3

publication de produits

publication spécifiant des exigences de CEM pour un produit ou une famille de produits et prenant en compte les aspects spécifiques de ce produit ou de cette famille de produits

3.4

limite d'émission (d'une source perturbatrice)

valeur maximale spécifiée du niveau d'émission d'une source de perturbations électromagnétiques

[VEI 161-03-12]

3.5

masse de référence

connexion qui constitue une capacité parasite définie entre un matériel en essai et son environnement et qui est utilisée comme potentiel de référence

NOTE Voir également VEI 161-04-36.

3.6

émission (électromagnétique)

processus par lequel une source fournit de l'énergie électromagnétique vers l'extérieur

[VEI 161-01-08]

3.7

câble coaxial

câble comportant une ou plusieurs lignes coaxiales, généralement utilisé pour réaliser une connexion adaptée entre un matériel associé et le matériel de mesure ou le générateur d'essai et fournissant une impédance caractéristique spécifiée et une impédance de transfert maximale tolérable spécifiée

3.8

récepteur de mesure

récepteur pour la mesure des perturbations équipé de différents détecteurs

NOTE Le récepteur est spécifié conformément à la CISPR 16-1-1.

3.9

configuration d'essai

disposition de mesure spécifiée pour le matériel en essai permettant la mesure d'un niveau d'émission ou d'immunité

NOTE Le niveau d'émission ou le niveau d'immunité est mesuré conformément aux définitions VEI 161-03-11, VEI 161-03-12, VEI 161-03-14 et VEI 161-03-15.

3.10

pondération (détection quasi crête)

conversion, dépendante du taux de répétition, des tensions impulsives de crête en une indication correspondant à la gêne psychophysique des perturbations impulsives (acoustiques ou visuelles), selon les caractéristiques de pondération ou, comme alternative, manière spécifiée par laquelle on évalue un niveau d'émission ou un niveau d'immunité

NOTE 1 Les caractéristiques de pondération sont spécifiées dans la CISPR 16-1-1.

NOTE 2 Le niveau d'émission ou le niveau d'immunité est évalué conformément aux définitions des niveaux de la CEI 60050(161) (voir VEI 161-03-01, VEI 161-03-11 et VEI 161-03-14).

3.3**product publication**

publication specifying EMC requirements for a product or product family, taking into account specific aspects of such a product or product family

3.4**emission limit (from a disturbing source)**

the specified maximum emission level of a source of electromagnetic disturbance

[IEV 161-03-12]

3.5**ground reference**

a connection that constitutes a defined parasitic capacitance to the surrounding of an EUT and serves as reference potential

NOTE See also IEC 161-04-36.

3.6**(electromagnetic) emission**

the phenomenon by which electromagnetic energy emanates from a source

[IEV 161-01-08]

3.7**coaxial cable**

a cable containing one or more coaxial lines, typically used for a matched connection of associated equipment to the measuring equipment or (test-)signal generator providing a specified characteristic impedance and a specified maximum allowable cable transfer impedance

3.8**measuring receiver**

a receiver for the measurement of disturbances with different detectors

NOTE The receiver is specified according to CISPR 16-1-1.

3.9**test configuration**

gives the specified measurement arrangement of the EUT in which an emission level is measured

NOTE The emission level is measured as required by IEC 161-03-11, IEC 161-03-12, IEC 161-03-14 and IEC 161-03-15, definitions of emission level.

3.10**weighting (quasi-peak detection)**

the repetition-rate dependent conversion of the peak-detected pulse voltages to an indication corresponding to the psychophysical annoyance of pulsive disturbances (acoustically or visually) according to the weighting characteristics, or alternatively gives the specified manner in which an emission level or an immunity level is evaluated

NOTE 1 The weighting characteristics are specified in CISPR 16-1-1.

NOTE 2 The emission level or immunity level is evaluated as required by IEC 60050(161) definitions of level (see IEC 161-03-01, IEC 161-03-11 and IEC 161-03-14).

3.11

perturbation continue

perturbation RF de durée supérieure à 200 ms à la sortie en fréquence intermédiaire d'un récepteur de mesure, qui provoque une augmentation sur l'indicateur du récepteur de mesure, en mode de détection quasi crête, qui ne décroît pas immédiatement

[VEI 161-02-11, modifié]

NOTE Le récepteur de mesure est spécifié dans la CISPR 16-1-1.

3.12

perturbation discontinue

pour les claquements comptés, perturbation de durée inférieure à 200 ms à la sortie en fréquence intermédiaire d'un récepteur de mesure, qui provoque une augmentation transitoire sur l'indicateur du récepteur de mesure, en mode de détection quasi crête

NOTE 1 Pour les perturbations impulsives, voir le VEI 161-02-08.

NOTE 2 Le récepteur de mesure est spécifié dans la CISPR 16-1-1.

3.13

temps de mesure

T_m

le temps effectif et cohérent pour obtenir un résultat de mesure à une fréquence unique (dans certains domaines, appelé également temps de palier)

- pour le détecteur de crête, le temps effectif pour détecter le maximum de l'enveloppe du signal,
- pour le détecteur de quasi crête, le temps effectif pour mesurer le maximum de l'enveloppe pondérée,
- pour le détecteur de valeur moyenne, le temps effectif pour effectuer la moyenne de l'enveloppe du signal,
- pour le détecteur de valeur efficace, le temps effectif pour déterminer la valeur efficace de l'enveloppe du signal

3.14

balayage (1)

variation continue de la fréquence dans un intervalle donné de fréquences

3.15

balayage (2)

variation continue ou par pas de la fréquence dans un intervalle donné de fréquences

3.16

durée de balayage

T_s

temps d'un balayage compris entre la fréquence de départ et la fréquence d'arrivée

3.17

intervalle

Δf

différence entre la fréquence de départ et la fréquence d'arrivée d'un balayage

3.18

vitesse de balayage

intervalle de fréquence divisé par la durée de balayage

3.11**continuous disturbance**

RF disturbance with a duration of more than 200 ms at the IF-output of a measuring receiver, which causes a deflection on the meter of a measuring receiver in quasi-peak detection mode which does not decrease immediately

[IEV 161-02-11, modified]

NOTE The measuring receiver is specified in CISPR 16-1-1.

3.12**discontinuous disturbance**

for counted clicks, disturbance with a duration of less than 200 ms at the IF-output of a measuring receiver, which causes a transient deflection on the meter of a measuring receiver in quasi-peak detection mode

NOTE 1 For impulsive disturbance, see IEV 161-02-08.

NOTE 2 The measuring receiver is specified in CISPR 16-1-1.

3.13**measurement time**

T_m

the effective, coherent time for a measurement result at a single frequency (in some areas also called dwell time)

- for the peak detector, the effective time to detect the maximum of the signal envelope,
- for the quasi-peak detector, the effective time to measure the maximum of the weighted envelope
- for the average detector, the effective time to average the signal envelope
- for the r.m.s. detector, the effective time to determine the r.m.s. of the signal envelope

3.14**sweep**

a continuous frequency variation over a given frequency span

3.15**scan**

a continuous or stepped frequency variation over a given frequency span

3.16**sweep or scan time**

T_s

the time between start and stop frequencies of a sweep or scan

3.17**span**

Δf

difference between stop and start frequencies of a sweep or scan

3.18**sweep or scan rate**

the frequency span divided by the sweep or scan time

3.19

nombre de balayages par unité de temps (par exemple, par seconde)

n_s
1/(durée de balayage + durée du retour)

3.20

temps d'observation

T_o
somme des temps de mesure T_m à une certaine fréquence dans le cas de balayages multiples. Si n est le nombre de balayage, alors $T_o = n \times T_m$

3.21

temps d'observation total

T_{tot}
temps effectif pour une vue d'ensemble du spectre (soit en balayage simple soit en balayages multiples). Si c est le nombre de canaux dans un balayage, alors $T_{tot} = c \times n \times T_m$

4 Types de perturbations à mesurer

Le présent paragraphe décrit la classification des différents types de perturbations et les détecteurs adaptés à leur mesure.

4.1 Types de perturbations

Pour des raisons physiques et psychophysiques dépendantes de la distribution spectrale, de la largeur de bande du récepteur de mesure, de la durée, du rythme d'apparition et du degré de nuisance lors de l'estimation et de la mesure des perturbations radioélectriques, on effectue une distinction entre les types de perturbations suivants:

- a) *perturbations continues à bande étroite*, c'est-à-dire sur des fréquences discrètes, comme par exemple les composantes fondamentales et les harmoniques produits intentionnellement pour générer l'énergie RF dans les matériels ISM, constituant un spectre de fréquences composé uniquement de raies spectrales individuelles dont la séparation est supérieure à la largeur de bande du récepteur de mesure de manière qu'une seule raie s'inscrive dans la largeur de bande au cours de la mesure, par opposition à b);
- b) *perturbations continues à large bande*, normalement produites non intentionnellement par les impulsions répétées, par exemple de moteurs à collecteur, et présentant une fréquence de répétition inférieure à la largeur de bande du récepteur de mesure de manière qu'une seule raie spectrale s'inscrive dans la largeur de bande au cours de la mesure; et
- c) *perturbations discontinues à large bande* produites également non intentionnellement par des commutations mécaniques ou électroniques, comme par exemple les thermostats ou programmeurs avec un taux de répétition inférieur à 1 Hz (taux de claquement inférieur à 30/min).

Les spectres de fréquences de b) et c) se caractérisent par un spectre continu, dans le cas d'impulsions individuelles (uniques), et par un spectre discontinu, dans le cas d'impulsions répétées, les deux spectres étant caractérisés par une bande de fréquences plus large que celle du récepteur de mesure spécifié dans la CISPR 16-1-1.

4.2 Fonctions de détection

En fonction du type de perturbation, il est possible d'effectuer les mesures au moyen d'un récepteur équipé des détecteurs suivants:

3.19**number of sweeps per time unit (e.g. per second)** n_s $1/(\text{sweep time} + \text{retrace time})$ **3.20****observation time** T_o

the sum of measurement times T_m on a certain frequency in case of multiple sweeps. If n is the number of sweeps or scans, then $T_o = n \times T_m$

3.21**total observation time** T_{tot}

the effective time for an overview of the spectrum (either single or multiple sweeps). If c is the number of channels within a scan or sweep, then $T_{\text{tot}} = c \times n \times T_m$

4 Types of disturbance to be measured

This clause describes the classification of different types of disturbance and the detectors appropriate for their measurement.

4.1 Types of disturbance

For physical and psychophysical reasons, dependent on the spectral distribution, measuring receiver bandwidth, the duration, rate of occurrence, and degree of annoyance during the assessment and measurement of radio disturbance, distinction is made between the following types of disturbance:

- a) *narrowband continuous disturbance*, i.e. disturbance on discrete frequencies as, for example, the fundamentals and harmonics generated with the intentional application of RF energy with ISM equipment, constituting a frequency spectrum consisting only of individual spectral lines whose separation is greater than the bandwidth of the measuring receiver so that during the measurement only one line falls into the bandwidth in contrast to b);
- b) *broadband continuous disturbance*, which normally is unintentionally produced by the repeated impulses of, for example, commutator motors, and which have a repetition frequency which is lower than the bandwidth of the measuring receiver so that during the measurement more than one spectral line falls into the bandwidth; and
- c) *broadband discontinuous disturbance* is also generated unintentionally by mechanical or electronic switching procedures, for example by thermostats or programme controls with a repetition rate lower than 1 Hz (click-rate less than 30/min).

The frequency spectra of b) and c) are characterized by having a continuous spectrum in the case of individual (single) impulses and a discontinuous spectrum in case of repeated impulses, both spectra being characterized by having a frequency range which is wider than the bandwidth of the measuring receiver specified in CISPR 16-1-1.

4.2 Detector functions

Depending on the types of disturbance, measurements may be carried out using a measuring receiver with:

- a) détecteur de valeur moyenne utilisé généralement pour la mesure des perturbations à bande étroite et des signaux, en particulier pour différencier les perturbations à bande étroite des perturbations à large bande;
- b) détecteur de quasi crête utilisé pour la mesure pondérée des perturbations à large bande permettant l'évaluation des nuisances audibles pour un auditeur radiophonique, mais également des perturbations à bande étroite;
- c) détecteur de crête susceptible d'être utilisé pour la mesure des perturbations soit à large bande, soit à bande étroite.

Les récepteurs de mesure comportant ces détecteurs sont spécifiés dans la CISPR 16-1-1.

5 Connexion du matériel de mesure

Le présent paragraphe décrit la connexion du matériel de mesure, des récepteurs de mesure et des matériels associés tels que réseaux fictifs, sondes de tension et de courant, pinces absorbantes et antennes.

5.1 Connexion du matériel associé

Le câble de connexion entre le récepteur de mesure et le matériel associé doit être blindé et son impédance caractéristique doit être adaptée à l'impédance d'entrée du récepteur de mesure.

La sortie du matériel associé doit être fermée par l'impédance prescrite.

5.2 Connexions à la masse de référence RF

Le réseau fictif (AMN) doit être connecté à la masse de référence par une faible impédance RF, par exemple en reliant directement le boîtier du réseau AMN à la masse de référence ou au mur de référence d'une cage de Faraday, ou avec un conducteur de faible impédance aussi court et large que possible en pratique (le rapport de la longueur sur la largeur doit être inférieur ou égal à 3).

Les mesures de tension aux bornes doivent être uniquement effectuées par rapport à la masse de référence. Les boucles de masse (couplage d'impédance de raccordement) doivent être évitées. Il convient également d'observer ceci pour les matériels de mesure (par exemple récepteurs de mesure et matériels associés connectés, tels qu'oscilloscope, analyseur, enregistreur, etc.) équipés d'un conducteur de terre de protection (PE) de classe de protection I. Si la connexion PE du matériel de mesure et celle du réseau d'alimentation n'ont pas d'isolation RF par rapport à la masse de référence, l'isolation RF nécessaire doit être fournie au moyen de bobines d'arrêt et transformateurs d'isolement par exemple, ou le cas échéant, en alimentant le matériel de mesure à partir de batteries, de manière que la connexion RF du matériel de mesure à la masse de référence se fasse par une seule voie.

Pour le traitement de la connexion PE du matériel en essai à la masse de référence, voir l'Article A.4 de la CISPR 16-2-1:2003.

Les configurations d'essai fixes ne nécessitent pas de connexion au conducteur de terre de protection si la masse de référence est connectée directement et satisfait aux exigences de sécurité relatives aux conducteurs de terre de protection (connexions PE).

5.3 Connexion entre le matériel en essai et le réseau fictif d'alimentation

Les grandes lignes concernant le choix des connexions du matériel en essai au réseau AMN, avec ou sans mise à la masse, sont exposées à l'Annexe A de la CISPR 16-2-1.

- a) an average detector generally used in the measurement of narrowband disturbance and signals, and particularly to discriminate between narrowband and broadband disturbance;
- b) a quasi-peak detector provided for the weighted measurement of broadband disturbance for the assessment of audio annoyance to a radio listener, but also usable for narrowband disturbance;
- c) a peak detector which may be used for either broadband or narrowband disturbance measurement.

Measuring receivers incorporating these detectors are specified in CISPR 16-1-1.

5 Connection of measuring equipment

This subclause describes the connection of measuring equipment, measuring receivers and associated equipment such as artificial networks, voltage and current probes, absorbing clamps and antennas.

5.1 Connection of associated equipment

The connecting cable between the measuring receiver and the associated equipment shall be shielded and its characteristic impedance shall be matched to the input impedance of the measuring receiver.

The output of the associated equipment shall be terminated with the prescribed impedance.

5.2 Connections to RF reference ground

The artificial mains network (AMN) shall be connected to the reference ground by a low RF impedance, e.g. by direct bonding of the case of the AMN to the reference ground or reference wall of a shielded room, or with a low impedance conductor as short and as wide as practical (maximum length to width ratio is 3:1).

Terminal voltage measurements shall be referenced only to the reference ground. Ground loops (common impedance coupling) shall be avoided. This should also be observed for measuring apparatus (e.g. measuring receivers and connected associated equipment, such as oscilloscopes, analyzers, recorders, etc.) fitted with a protective earth conductor (PE) of Protection Class I equipment. If the PE connection of the measuring apparatus and the PE connection of the power mains to the reference ground do not have RF isolation from the reference ground, the necessary RF isolation shall be provided by means such as RF chokes and isolation transformers, or if applicable, by powering the measuring apparatus from batteries, so that the RF connection of the measuring apparatus to the reference ground is made via only one route.

For the treatment of PE connection of the EUT to the reference ground, see Clause A.4 of CISPR 16-2-1:2003.

Stationary test configurations do not require a connection with the protective earth conductor if the reference ground is connected directly and meets the safety requirements for protective earth conductors (PE connections).

5.3 Connection between the EUT and the artificial mains network

General guidelines for the selection of grounded and non-grounded connections of the EUT to the AMN are discussed in Annex A of CISPR 16-2-1.

6 Exigences et conditions générales de mesure

La mesure de perturbations radioélectriques doit être:

- a) reproductible, c'est-à-dire indépendante de son emplacement et de l'environnement, spécialement du bruit ambiant;
- b) dénuée d'interactions, c'est-à-dire que la connexion du matériel en essai au matériel de mesure ne doit influencer ni le fonctionnement du matériel en essai ni la précision du matériel de mesure.

Ces exigences sont susceptibles d'être satisfaites si l'on observe les conditions suivantes:

- c) existence d'un rapport signal-bruit suffisant au niveau de mesure souhaité, par exemple au niveau de la limite de perturbation appropriée;
- d) définition de l'installation de mesure, des conditions de raccordement et de fonctionnement du matériel en essai;
- e) dans le cas de mesure avec une sonde de tension, présence d'une impédance suffisamment élevée au niveau du point de mesure;
- f) dans le cas de l'utilisation d'un analyseur de spectre ou d'un récepteur à balayage, ses exigences spécifiques de fonctionnement et d'étalonnage doivent faire l'objet d'une attention particulière.

6.1 Perturbation non produite par le matériel à l'essai

Le rapport signal/bruit de mesure, par rapport aux conditions ambiantes, doit satisfaire aux exigences suivantes. Si le bruit parasite dépasse le niveau requis, il doit être enregistré dans le rapport d'essai.

6.1.1 Essais de conformité

Un emplacement d'essai doit permettre de distinguer les émissions du matériel en essai du bruit ambiant. Il convient que le bruit ambiant soit de préférence de 20 dB, mais au moins de 6 dB inférieur au niveau de mesure souhaité. Pour la condition de 6 dB, le niveau de perturbation apparent venant du matériel en essai est augmenté d'une valeur pouvant atteindre 3,5 dB. Il est possible de déterminer l'aptitude de l'emplacement pour le niveau ambiant requis en effectuant une mesure du niveau de bruit ambiant avec le matériel d'essai en place mais hors fonctionnement.

Dans le cas de mesure de conformité par rapport à une limite, le niveau de bruit ambiant est autorisé à dépasser le niveau -6 dB recommandé, à condition que les niveaux combinés de bruit ambiant et d'émission de la source ne dépassent pas la limite spécifiée. On considère alors que le matériel en essai satisfait à la limite. D'autres opérations peuvent également être effectuées, par exemple diminuer la largeur de bande pour les signaux à bande étroite et/ou rapprocher l'antenne du matériel en essai.

NOTE Si le champ ambiant et le champ ambiant en présence du matériel en essai sont mesurés séparément, il est possible éventuellement de fournir une estimation du champ du matériel en essai avec un niveau d'incertitude quantifiable. L'Annexe C de la CISPR 11 fait référence à ce point.

6.2 Mesure d'une perturbation continue

6.2.1 Perturbation continue à bande étroite

Le réglage du matériel de mesure doit être maintenu sur la fréquence discrète examinée et modifié si la fréquence fluctue.

6 General measurement requirements and conditions

Radio disturbance measurements shall be:

- a) reproducible, i.e. independent of the measurement location and environmental conditions, especially ambient noise;
- b) free from interactions, i.e. the connection of the EUT to the measuring equipment shall neither influence the function of the EUT nor the accuracy of the measurement equipment.

These requirements may be met by observing the following conditions:

- c) existence of a sufficient signal-to-noise ratio at the desired measurement level, e.g. the level of the relevant disturbance limit;
- d) having a defined measuring set-up, termination and operating conditions of the EUT;
- e) having a sufficiently high impedance of the probe at the measuring point, in the case of voltage probe measurements;
- f) when using a spectrum analyzer or scanning receiver due considerations shall be given to its particular operating and calibration requirements.

6.1 Disturbance not produced by the equipment under test

The measurement signal-to-noise ratio with respect to ambient noise shall meet the following requirements. Should the spurious noise level exceed the required level, it shall be recorded in the test report.

6.1.1 Compliance testing

A test site shall permit emissions from the EUT to be distinguished from ambient noise. The ambient noise level should preferably be 20 dB, but at least be 6 dB below the desired measurement level. For the 6 dB condition, the apparent disturbance level from the EUT is increased by up to 3,5 dB. The suitability of the site for required ambient level may be determined by measuring the ambient noise level with the test unit in place but not operating.

In the case of compliance measurement according to a limit, the ambient noise level is permitted to exceed the preferred –6 dB level provided that the level of both ambient noise and source emanation combined does not exceed the specified limit. The EUT is then considered to meet the limit. Other actions can also be taken; for example, reduce the bandwidth for narrowband signals and/or move the antenna closer to the EUT.

NOTE If both the ambient field strength and field strength of ambient and EUT are measured separately, it may be possible to provide an estimate of the EUT field strength to a quantifiable level of uncertainty. Reference is made in this respect in Annex C of CISPR 11.

6.2 Measurement of continuous disturbance

6.2.1 Narrowband continuous disturbance

The measuring set shall be kept tuned to the discrete frequency under investigation and returned if the frequency fluctuates.

6.2.2 Perturbation continue à large bande

Pour estimer une perturbation continue à large bande dont le niveau n'est pas stable, on doit trouver la valeur maximale reproductible de la mesure. Voir 6.4.1 pour plus de détails.

6.2.3 Utilisation d'analyseurs de spectre et de récepteurs à balayage

Les analyseurs de spectre et les récepteurs à balayage sont utiles pour mesurer les perturbations, particulièrement afin de réduire le temps de mesure. Il faut cependant accorder une attention particulière à certaines caractéristiques de ces instruments, notamment: la surcharge, la linéarité, la sélectivité, la réponse normale aux impulsions, la vitesse de balayage en fréquence, l'interception du signal, la sensibilité, la précision en amplitude et la détection crête, de valeur moyenne et quasi crête. Ces caractéristiques sont examinées en Annexe B.

6.3 Conditions de fonctionnement du matériel en essai

Le matériel en essai doit fonctionner dans les conditions suivantes:

6.3.1 Conditions de charge normales

Les conditions de charge normales doivent être celles définies dans la spécification de produit correspondant au matériel en essai; pour les matériels en essai qui ne sont pas couverts, elles doivent correspondre aux instructions du fabricant.

6.3.2 Durée de fonctionnement

La durée de fonctionnement, dans le cas des matériels en essai à durée de fonctionnement nominal donnée, doit être conforme au marquage; dans tous les autres cas, le temps n'est pas limité.

6.3.3 Durée de fonctionnement préalable

Aucune durée de fonctionnement préalable particulière n'est spécifiée mais, avant d'effectuer les mesures, le matériel en essai doit avoir fonctionné pendant un temps suffisant pour que ses modes et conditions de fonctionnement soient représentatifs de ceux qui se présentent au cours de la vie normale du matériel. Pour certains matériels, il est possible que des conditions d'essai spéciales soient prescrites dans les publications applicables.

6.3.4 Alimentation

Le matériel en essai doit être alimenté à sa tension assignée. Si le niveau de perturbation varie considérablement avec la tension d'alimentation, les mesures doivent être répétées pour des tensions d'alimentation sur la plage comprise entre 0,9 et 1,1 fois la tension assignée. Les matériels prévus pour plusieurs tensions assignées doivent être mesurés à la tension assignée qui provoque la perturbation maximale.

6.3.5 Mode de fonctionnement

Le matériel en essai doit fonctionner dans les conditions pratiques qui provoquent la perturbation maximale à la fréquence de mesure.

6.2.2 Broadband continuous disturbance

For the assessment of broadband continuous disturbance the level of which is not steady, the maximum reproducible measurement value shall be found. See 6.4.1 for further details.

6.2.3 Use of spectrum analyzers and scanning receivers

Spectrum analyzers and scanning receivers are useful for disturbance measurements, particularly in order to reduce measuring time. However, special consideration must be given to certain characteristics of these instruments, which include: overload, linearity, selectivity, normal response to pulses, frequency scan rate, signal interception, sensitivity, amplitude accuracy and peak, average and quasi-peak detection. These characteristics are considered in Annex B.

6.3 Operating conditions of the EUT

The EUT shall be operated under the following conditions:

6.3.1 Normal load conditions

The normal load conditions shall be as defined in the product specification relevant to the EUT, and for EUTs not so covered, as indicated in the manufacturer's instructions.

6.3.2 The time of operation

The time of operation shall be, in the case of EUTs with a given rated operating time, in accordance with the marking; in all other cases, the time is not restricted.

6.3.3 Running-in time

No specific running-in time, prior to testing, is given, but the EUT shall be operated for a sufficient period to ensure that the modes and conditions of operation are typical of those during the life of the equipment. For some EUTs, special test conditions may be prescribed in the relevant equipment publications.

6.3.4 Supply

The EUT shall be operated from a supply having the rated voltage of the EUT. If the level of disturbance varies considerably with the supply voltage, the measurements shall be repeated for supply voltages over the range of 0,9 to 1,1 times the rated voltage. EUTs with more than one rated voltage shall be tested at the rated voltage which causes maximum disturbance.

6.3.5 Mode of operation

The EUT shall be operated under practical conditions which cause the maximum disturbance at the measurement frequency.

6.4 Interprétation des résultats de mesure

6.4.1 Perturbations continues

- a) Si le niveau de perturbations n'est pas stable, la lecture sur le récepteur de mesure est observée pendant au moins 15 s pour chaque mesure; les lectures les plus élevées doivent être enregistrées, à l'exception de tout claquement isolé qui doit être ignoré (voir 4.2 de la CISPR 14-1:2005).
- b) Si le niveau général de perturbations n'est pas stable mais présente une augmentation ou une diminution continue supérieure à 2 dB pendant une période de 15 s, alors les niveaux de tension perturbatrice doivent être observés pendant une période plus longue et doivent être interprétés en fonction des conditions normales d'utilisation du matériel en essai, comme suit:
 - 1) si le matériel en essai est susceptible d'être allumé ou éteint fréquemment ou si le sens de la rotation peut être inversé, il convient alors, à chaque fréquence de mesure, d'allumer ou d'inverser le matériel en essai juste avant chaque mesure, puis de l'éteindre juste après. Le niveau maximal obtenu durant la première minute, à chaque fréquence de mesure, doit être enregistré;
 - 2) si le matériel en essai est habituellement utilisé pendant de plus longues durées, il convient alors de le laisser allumé pendant toute la durée de l'essai; on doit enregistrer, à chaque fréquence, le niveau de perturbations mais seulement après avoir obtenu une lecture stable (soumise aux dispositions de a).
- c) Si la nature des perturbations du matériel en essai passe d'un caractère stable à un caractère aléatoire au cours d'un essai, le matériel en essai doit alors être soumis à des essais conformément à b).
- d) Les mesures sont effectuées sur le spectre complet et enregistrées au moins à la fréquence qui offre la lecture la plus grande, comme requis dans la publication CISPR applicable.

6.4.2 Perturbations discontinues

La mesure des perturbations discontinues peut être effectuée à un nombre restreint de fréquences. Pour plus de détails, voir la CISPR 14-1.

6.4.3 Mesure de la durée des perturbations

Le matériel en essai est connecté au réseau fictif approprié. Si le matériel de mesure est disponible, il est connecté au réseau et un oscilloscope est connecté à la sortie en fréquence intermédiaire du matériel de mesure. S'il n'y a pas de récepteur disponible, l'oscilloscope est connecté directement au réseau. La base de temps de l'oscilloscope peut être déclenchée par les perturbations à mesurer; la vitesse de la base de temps est choisie entre 1 ms/div et 10 ms/div pour les matériels en essai à commutation instantanée et entre 10 ms/div et 200 ms/div pour les autres matériels en essai. La durée de la perturbation peut être soit enregistrée directement par un oscilloscope à mémoire ou un oscilloscope numérique, soit par photographie ou reproduction de l'écran.

6.5 Temps de mesure et vitesses de balayage pour les perturbations continues

Pour les mesures manuelles et pour les mesures automatiques ou semi-automatiques, les temps de mesure et les vitesses de balayage des récepteurs de mesure et des récepteurs à balayage doivent être réglés afin de mesurer l'émission maximale. Spécialement, lorsqu'un détecteur de crête est utilisé pour un pré-balayage, les temps de mesure et les vitesses de balayage doivent prendre en compte le rythme de l'émission à mesurer. On peut trouver à l'Article 8 des informations plus détaillées sur l'exécution des mesures automatiques.

6.4 Interpretation of measuring results

6.4.1 Continuous disturbance

- a) If the level of disturbance is not steady, the reading on the measuring receiver is observed for at least 15 s for each measurement; the highest readings shall be recorded, with the exception of any isolated clicks, which shall be ignored (see 4.2 of CISPR 14-1:2005).
- b) If the general level of the disturbance is not steady, but shows a continuous rise or fall of more than 2 dB in the 15 s period, then the disturbance voltage levels shall be observed for a further period and the levels shall be interpreted according to the conditions of normal use of the EUT, as follows:
 - 1) if the EUT is one which may be switched on and off frequently, or the direction of rotation of which can be reversed, then at each frequency of measurement the EUT should be switched on or reversed just before each measurement, and switched off just after each measurement. The maximum level obtained during the first minute at each frequency of measurement shall be recorded;
 - 2) if the EUT is one which in normal use runs for longer periods, then it should remain switched on for the period of the complete test, and at each frequency the level of disturbance shall be recorded only after a steady reading (subject to the provision that item a) has been obtained).
- c) If the pattern of the disturbance from the EUT changes from a steady to a random character part way through a test, then that EUT shall be tested in accordance with item b).
- d) Measurements are taken throughout the complete spectrum and are recorded at least at the frequency with maximum reading and as required by the relevant CISPR publication.

6.4.2 Discontinuous disturbance

Measurement of discontinuous disturbance may be performed at a restricted number of frequencies. For further details, see CISPR 14-1.

6.4.3 Measurement of the duration of disturbances

The EUT is connected to the relevant artificial mains network. If a measuring set is available, it is connected to the network and a cathode-ray oscilloscope is connected to the IF output of the measuring set. If a receiver is not available, the oscilloscope is connected directly to the network. The time base of the oscilloscope can be started by the disturbances to be tested; the time base is set to a value of 1 ms/div – 10 ms/div for EUT with instantaneous switching and 10 ms/div – 200 ms/div for other EUT. The duration of the disturbance can either be recorded directly by a storage oscilloscope or digital oscilloscope or by photograph or hard copy recording of the screen.

6.5 Measurement times and scan rates for continuous disturbance

Both for manual measurements and automated or semiautomated measurements, measurement times and scan rates of measuring and scanning receivers shall be set so as to measure the maximum emission. Especially, where a peak detector is used for prescans, the measurement times and scan rates have to take the timing of the emission under test into account. More detailed guidance on the execution of automated measurements can be found in Clause 8.

6.5.1 Temps de mesure minimaux

L'Article B.7 de la présente norme donne un tableau des durées de balayage minimales ou des vitesses de balayage les plus élevées réalisables en pratique. A partir de ce tableau on a déduit les durées de balayage minimales pour chaque bande CISPR dans son intégralité:

Tableau 1 – Durées de balayage minimales pour les trois bandes CISPR avec détecteur de crête et détecteur de quasi crête

Bande de fréquence		Durée de balayage T_s pour une détection crête	Durée de balayage T_s pour une détection quasi crête
A	9 kHz – 150 kHz	14,1 s	2 820 s = 47 min
B	0,15 MHz – 30 MHz	2,985 s	5 970 s = 99,5 min = 1 h 39 min
C/D	30 MHz – 1 000 MHz	0,97 s	19 400 s = 323,3 min = 5 h 23 min

Les durées de balayage du Tableau 1 s'appliquent pour des signaux en onde entretenue. En fonction du type de perturbation, on peut avoir à augmenter la durée de balayage, même pour des mesures quasi crête. Dans des cas extrêmes le temps de mesure T_m à une certaine fréquence peut avoir à être augmenté à 15 s, si le niveau de l'émission observée n'est pas stable (voir 6.4.1). Toutefois les claquements isolés sont exclus.

On peut trouver à l'Annexe D les durées de mesure et les vitesses de balayage utilisables avec un détecteur de valeur moyenne.

La plupart des normes de produits font appel à la détection quasi crête pour les mesures de conformité, ce qui prend beaucoup de temps si aucune procédure de réduction du temps de mesure n'est appliquée (voir Article 8). Avant qu'une procédure de réduction du temps de mesure ne soit appliquée, l'émission doit être détectée par un pré-balayage. Afin d'éviter que, par exemple, des signaux intermittents ne soient oubliés pendant un balayage automatique, il est nécessaire de prendre en compte les considérations de 6.5.2 à 6.5.4.

6.5.2 Vitesse de balayage des récepteurs à balayage et des analyseurs de spectre

Il est nécessaire qu'une des deux conditions suivantes soit remplie pour s'assurer que des signaux ne soient pas oubliés pendant le balayage automatique sur les intervalles de fréquences:

- 1) pour un balayage unique: le temps de mesure à chaque fréquence doit être supérieur aux intervalles entre impulsions pour les signaux intermittents;
- 2) pour des balayages multiples avec maintien du maximum: il convient que le temps d'observation à chaque fréquence soit suffisant pour intercepter des signaux intermittents.

La vitesse de balayage en fréquences est limitée par la largeur de bande de résolution de l'instrument et le réglage de la largeur de bande vidéo. Si la vitesse de balayage choisie est trop rapide pour un état donné de l'instrument, on obtiendra des résultats de mesure erronés. En conséquence, il est nécessaire de choisir une durée de balayage suffisamment longue pour l'intervalle de fréquences considéré. Les signaux intermittents peuvent être interceptés soit par un simple balayage avec un temps d'observation suffisamment long à chaque fréquence, soit par des balayages multiples avec maintien du maximum. Généralement pour une vue d'ensemble d'émissions inconnues, la seconde solution sera particulièrement efficace: tant que l'affichage du spectre se modifie, il peut exister encore des signaux intermittents à découvrir. Le temps d'observation doit être choisi en fonction de la périodicité avec laquelle les signaux perturbateurs apparaissent. Dans certains cas, une modification de la vitesse de balayage peut s'avérer nécessaire pour éviter des effets de synchronisation.

6.5.1 Minimum measurement times

Clause B.7 of the present standard provides a table of the minimum sweep times or the fastest – practically achievable – scan rates. From this table the following minimum scan times for measurements over a complete CISPR band have been derived:

Table 1 – Minimum scan times for the three CISPR bands with peak and quasi-peak detectors

Frequency band		Scan time T_s for peak detection	Scan time T_s for quasi-peak detection
A	9 kHz – 150 kHz	14,1 s	2820 s = 47 min
B	0,15 MHz – 30 MHz	2,985 s	5 970 s = 99,5 min = 1 h 39 min
C/D	30 MHz – 1 000 MHz	0,97 s	19 400 s = 323,3 min = 5 h 23 min

The scan times in Table 1 apply to the measurement of CW signals. Depending on the type of disturbance, the scan time may have to be increased – even for quasi-peak measurements. In extreme cases, the measurement time T_m at a certain frequency may have to be increased to 15 s, if the level of the observed emission is not steady (see 6.4.1). However isolated clicks are excluded.

Scan rates and measurement times for use with the average detector will be found in Annex D.

Most product standards call out quasi-peak detection for compliance measurements which is very time consuming, if no time-saving procedures are applied (see Clause 8). Before time-saving procedures can be applied, the emission has to be detected in a prescan. In order to ensure that e.g. intermittent signals are not missed during an automatic scan, the considerations in 6.5.2 to 6.5.4 need to be taken into account.

6.5.2 Scan rates for scanning receivers and spectrum analyzers

One of two conditions need to be met to ensure that signals are not missed during automatic scans over frequency spans:

- 1) for a single sweep: the measurement time at each frequency must be larger than the intervals between pulses for intermittent signals;
- 2) for multiple sweeps with maximum hold: the observation time at each frequency should be sufficient for intercepting intermittent signals.

The frequency scan rate is limited by the instrument's resolution bandwidth and the video bandwidth setting. If the scan rate is chosen too fast for the given instrument state, erroneous measurement results will be obtained. Therefore, a sufficiently long sweep time needs to be chosen for the selected frequency span. Intermittent signals may be intercepted by either a single sweep with sufficient observation time at each frequency or by multiple sweeps with maximum hold. Usually for an overview over unknown emissions, the latter will be highly efficient: as long as the spectrum display changes, there may still be intermittent signals to discover. The observation time has to be selected according to the periodicity at which interfering signals occur. In some cases, the sweep time may have to be varied in order to avoid synchronization effects.

Lorsque l'on détermine la durée de balayage minimale pour les mesures avec un analyseur de spectre ou un récepteur à balayage, sur la base d'un réglage donné de l'instrument et en utilisant une détection de crête, on doit considérer deux différents cas. Si la largeur de bande vidéo choisie est plus **large** que la largeur de bande de résolution, l'expression suivante peut être utilisée pour calculer la durée de balayage minimale:

$$T_{s \min} = (k \times \Delta f) / (B_{\text{res}})^2 \quad (1)$$

où

$T_{s \min}$ est la durée de balayage minimale

Δf est l'intervalle de fréquences

B_{res} est la largeur de bande de résolution

k est la constante de proportionnalité, relative à la forme du filtre de résolution; cette constante a une valeur estimée entre 2 et 3 pour des filtres à accord synchrone, pratiquement gaussien. Pour des filtres pratiquement rectangulaires, à accord décalé, k a une valeur entre 10 et 15.

Si la largeur de bande vidéo choisie est plus petite ou égale à la largeur de bande de résolution, l'expression suivante peut être utilisée pour calculer la durée de balayage minimale:

$$T_{s \min} = (k \times \Delta f) / (B_{\text{res}} \times B_{\text{video}}) \quad (2)$$

où B_{video} est la largeur de bande vidéo.

La plupart des analyseurs de spectre et des récepteurs à balayage règlent automatiquement la durée de balayage en fonction de l'intervalle de fréquences choisi et des réglages de largeurs de bande. La durée de balayage est réglée pour maintenir un affichage étalonné. La sélection automatique de la durée de balayage peut être annulée si des temps d'observation plus longs sont nécessaires, par exemple pour intercepter des signaux à variation lente.

De plus, pour les balayages répétitifs, le nombre de balayages par seconde est déterminé par la durée de balayage $T_{s \min}$ et la durée du retour (temps nécessaire pour faire revenir l'oscillateur local et pour enregistrer les résultats de mesure, etc.).

6.5.3 Durée de balayage pour les récepteurs à accord par palier

Les récepteurs à accord par palier sont accordés successivement sur des fréquences ponctuelles en utilisant des largeurs de pas prédéfinies. Tout en couvrant la gamme de fréquences concernée par pas de fréquence, un temps minimal de maintien à chaque fréquence est nécessaire pour que l'instrument mesure de façon précise le signal d'entée.

Pour la mesure réelle, il est nécessaire d'avoir un pas de fréquence d'environ 50 % de la largeur de bande de résolution utilisée, ou moins (en fonction de la forme du filtre de résolution) pour réduire les incertitudes de mesure dues à la largeur du pas pour les signaux à bande étroite. Avec ces hypothèses, la durée de balayage $T_{s \min}$ pour un récepteur à accord par palier peut être calculée en utilisant l'équation ci-dessous:

$$T_{s \min} = T_{m \min} \times \Delta f / (B_{\text{res}} \times 0,5) \quad (3)$$

où $T_{m \min}$ est le temps minimal de mesure (de maintien) à chaque fréquence.

En plus du temps de mesure, il faut prendre en compte le temps nécessaire au synthétiseur pour passer à la fréquence suivante et pour le logiciel d'enregistrer le résultat de mesure, ce qui est réalisé automatiquement dans la plupart des récepteurs de telle sorte que le temps de mesure choisi est le temps réel pour obtenir le résultat de mesure. De plus, le détecteur choisi, par exemple crête ou quasi crête, détermine également cette durée.

When determining the minimum sweep time for measurements with a spectrum analyzer or scanning EMI receiver, based on a given instrument setting and using peak detection, two different cases have to be distinguished. If the video bandwidth is selected to be **wider** than the resolution bandwidth, the following expression can be used to calculate the minimum sweep time:

$$T_{s \min} = (k \times \Delta f) / (B_{\text{res}})^2 \quad (1)$$

where

$T_{s \min}$ = Minimum sweep time

Δf = Frequency span

B_{res} = Resolution bandwidth

k = Constant of proportionality, related to the shape of the resolution filter; this constant assumes a value between 2 and 3 for synchronously-tuned, near-Gaussian filters. For nearly rectangular, stagger-tuned filters, k has a value between 10 and 15.

If the video bandwidth is selected to be equal to or smaller than the resolution bandwidth, the following expression can be used to calculate the minimum sweep time:

$$T_{s \min} = (k \times \Delta f) / (B_{\text{res}} \times B_{\text{video}}) \quad (2)$$

where B_{video} = video bandwidth

Most spectrum analyzers and scanning EMI receivers automatically couple the sweep time to the selected frequency span and the bandwidth settings. Sweep time is adjusted to maintain a calibrated display. The automatic sweep time selection can be overridden if longer observation times are required, e.g., to intercept slowly varying signals.

In addition, for repetitive sweeps, the number of sweeps per second will be determined by the sweep time $T_{s \min}$ and the retrace time (time needed to retune the local oscillator and to store the measurement results, etc.).

6.5.3 Scan times for stepping receivers

Stepping EMI receivers are consecutively tuned to single frequencies using predefined step sizes. While covering the frequency range of interest in discrete frequency steps, a minimum dwell time at each frequency is required for the instrument to accurately measure the input signal.

For the actual measurement, a frequency step size of roughly 50 % of the resolution bandwidth used or less (depending on the resolution filter shape) is required to reduce measurement uncertainty for narrowband signals due to the stepwidth. Under these assumptions the scan time $T_{s \min}$ for a stepping receiver can be calculated using the following equation:

$$T_{s \min} = T_{m \min} \times \Delta f / (B_{\text{res}} \times 0,5) \quad (3)$$

where $T_{m \min}$ = minimum measurement (dwell) time at each frequency

In addition to the measurement time, some time has to be taken into consideration for the synthesizer to switch to the next frequency and for the firmware to store the measurement result, which in most measuring receivers is automatically done so that the selected measurement time is the effective time for the measurement result. Furthermore, the selected detector, e.g. peak or quasi-peak, determines this time period as well.

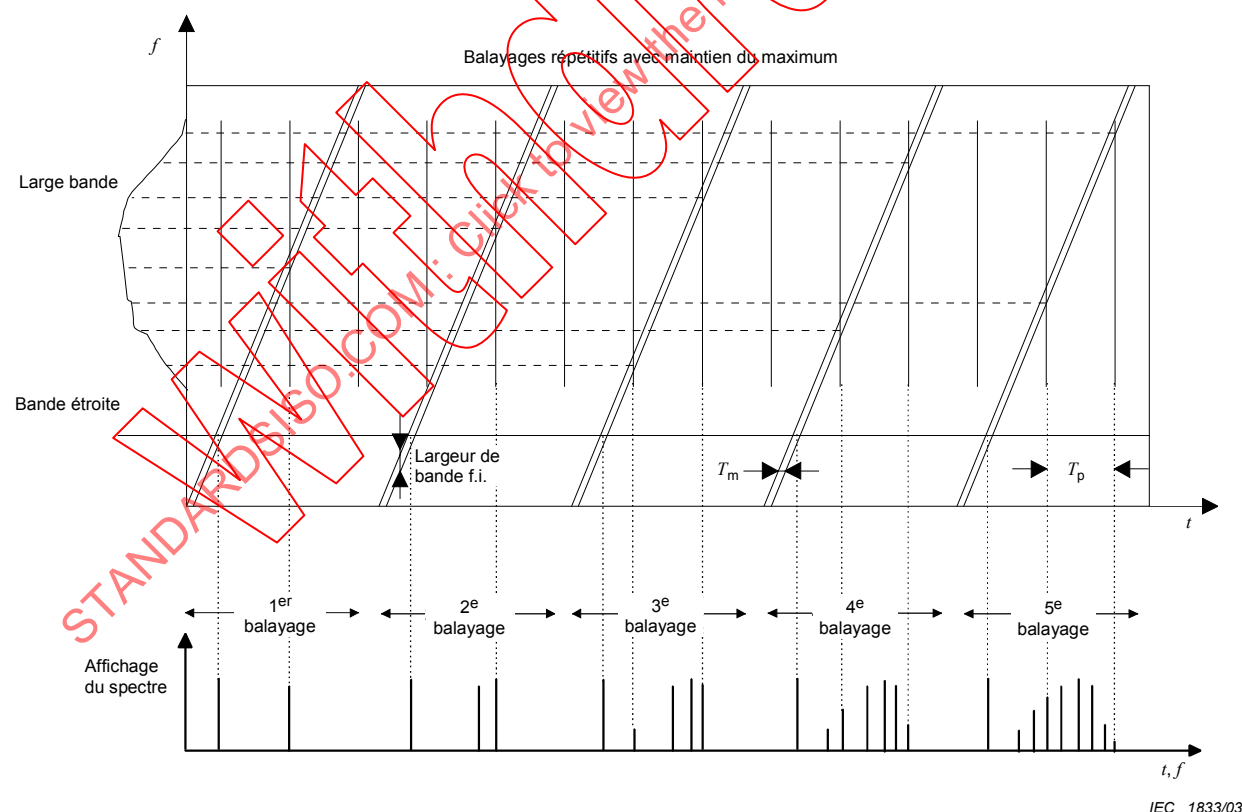
Pour des émissions purement à large bande, on peut augmenter le pas de fréquence. Dans ce cas l'objectif est de trouver uniquement les maxima du spectre d'émission.

6.5.4 Stratégies pour une vue d'ensemble du spectre en utilisant le détecteur de crête

Pour chaque mesure par pré-balayage, la probabilité d'intercepter toutes les composantes spectrales critiques du spectre de l'appareil en essai doit être de 100 % ou aussi proche que possible de 100 %. En fonction du type de récepteur de mesure et des caractéristiques de la perturbation, qui peut contenir des éléments à bande étroite et à large bande, deux approches générales sont proposées:

- balayage par pas: le temps de mesure (de maintien) doit être assez long à chaque fréquence pour mesurer la crête du signal, par exemple, pour un signal impulsif, il convient que le temps de mesure (de maintien) soit plus long que l'inverse de la fréquence de répétition du signal.
- balayage continu: le temps de mesure doit être supérieur aux intervalles entre les signaux intermittents (balayage unique) et le nombre de balayages en fréquence pendant le temps d'observation doit être porté au maximum pour augmenter la probabilité d'interception du signal.

Les Figures 1, 2 et 3 montrent des exemples de la relation entre différents spectres d'émission variant dans le temps et les affichages correspondants sur le récepteur de mesure. Dans chaque cas, la partie supérieure de la figure montre la position de la largeur de bande du récepteur selon qu'il balaye le spectre en continu ou par pas.



T_p est l'intervalle de répétition de l'impulsion d'un signal en impulsion. Une impulsion se produit à chaque ligne verticale en fonction de l'échelle de temps de l'affichage (partie supérieure de la figure).

Figure 1 – Mesure d'une combinaison d'un signal à bande étroite et d'un signal en impulsion en utilisant des balayages multiples avec maintien du maximum

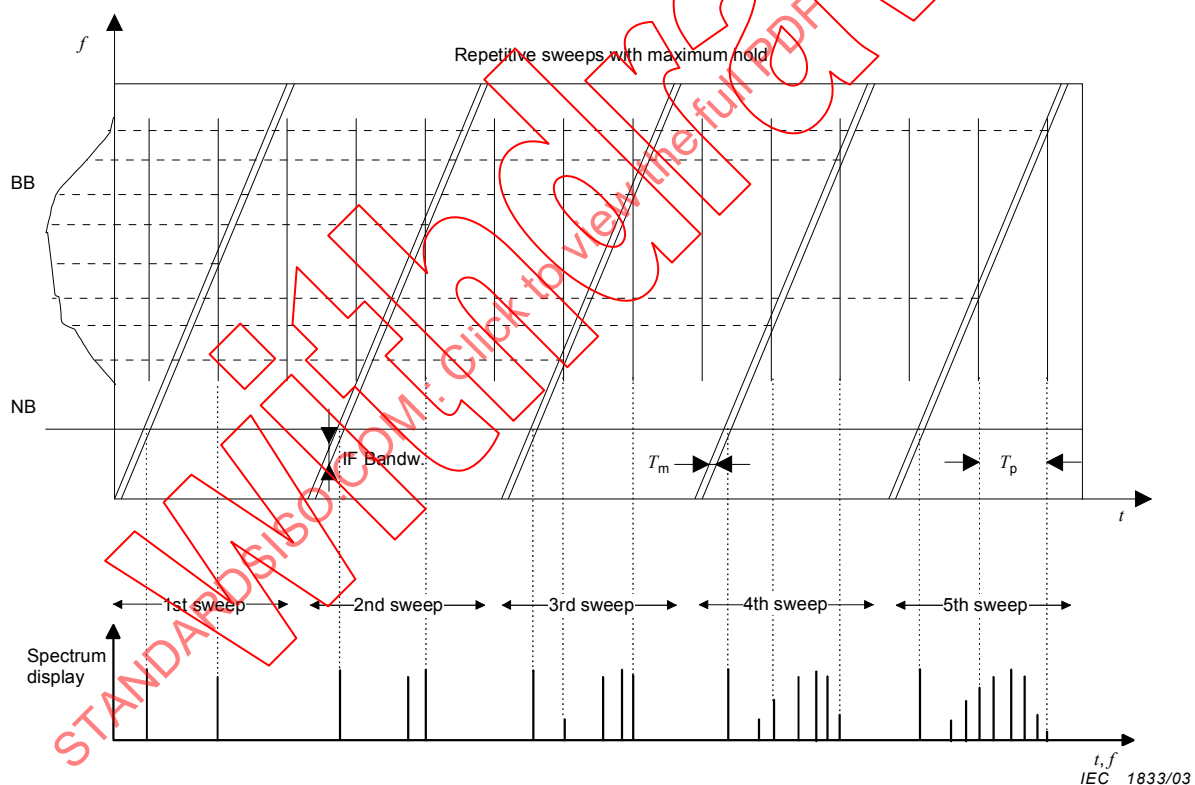
For purely broadband emissions, the frequency step size may be increased. In this case the objective is to find the maxima of the emission spectrum only.

6.5.4 Strategies for obtaining a spectrum overview using the peak detector

For each prescan measurement, the probability of intercepting all critical spectral components of the EUT spectrum shall be equal to 100 % or as close to 100 % as possible. Depending on the type of measuring receiver and the characteristics of the disturbance, which may contain narrowband and broadband components, two general approaches are proposed:

- stepped scan: the measurement (dwell) time shall be long enough at each frequency to measure the signal peak, e.g. for an impulsive signal the measurement (dwell) time should be longer than the reciprocal of the repetition frequency of the signal.
- swept scan: the measurement time must be larger than the intervals between intermittent signals (single sweep) and the number of frequency scans during the observation time should be maximized to increase the probability of signal interception.

Figures 1, 2 and 3 show examples of the relationship between various time-varying emission spectra and the corresponding display on a measuring receiver. In each case the upper part of the figure shows the position of the receiver bandwidth as it either sweeps or steps through the spectrum.

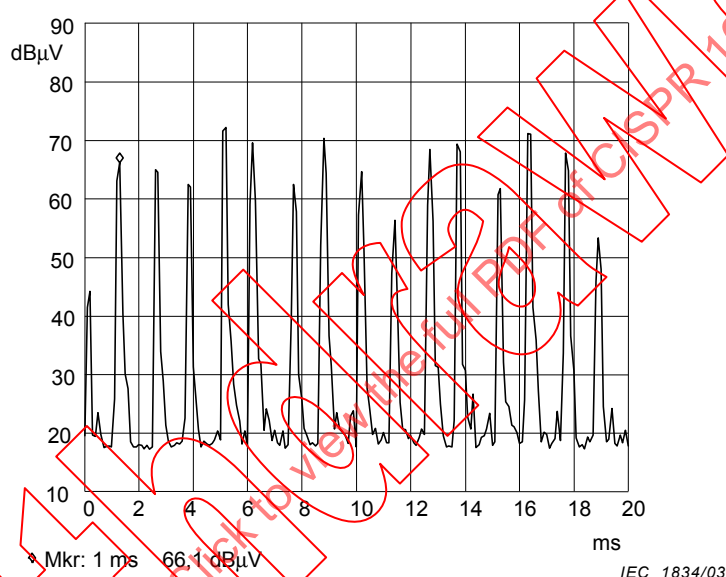


T_p is the pulse-repetition interval of the impulsive signal. A pulse occurs at each vertical line of the spectrum-vs.-time display (upper part of the figure).

Figure 1 – Measurement of a combination of a CW signal (“NB”) and an impulsive signal (“BB”) using multiple sweeps with maximum hold

Si le type d'émission est inconnu, des balayages multiples avec une durée de balayage aussi courte que possible et une détection de crête permettent de déterminer l'enveloppe du spectre. Un balayage unique court est suffisant pour mesurer le contenu d'un signal à bande étroite permanent dans le spectre d'un appareil en essai. Pour les signaux permanents à large bande et les signaux intermittents à bande étroite, des balayages multiples à différentes vitesses de balayage en utilisant la fonction «maintien du maximum» peuvent être nécessaires pour déterminer l'enveloppe du spectre. Pour des signaux en impulsion, il est nécessaire d'effectuer de nombreux balayages pour remplir l'enveloppe du spectre de la composante à large bande.

La réduction du temps de mesure demande une analyse temporelle des signaux à mesurer. Ceci peut être effectué soit avec un récepteur de mesure qui fournit un affichage graphique du signal, utilisé en mode intervalle nul ou en utilisant un oscilloscope branché à la sortie f.i. ou vidéo du récepteur comme le montre par exemple à la Figure 2.



Perturbation d'un collecteur de moteur à courant continu: compte tenu du nombre de segments du collecteur, la fréquence de répétition des impulsions est élevée (environ 800 Hz) et l'amplitude des impulsions varie fortement. En conséquence, pour cet exemple, le temps de mesure (de maintien) avec un détecteur de crête est supérieur à 10 ms.

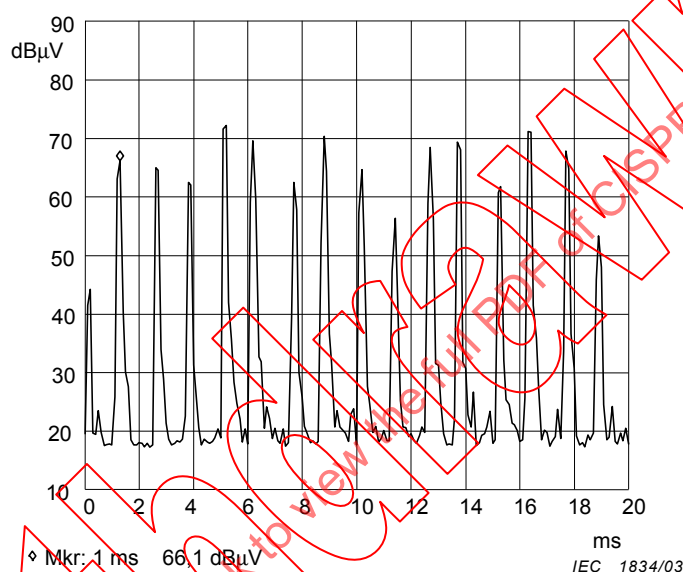
Figure 2 – Exemple d'analyse temporelle

De cette façon les durées des impulsions et leurs fréquences de répétition peuvent être déterminées et les temps de maintien choisis en conséquence.

- pour les perturbations **continues non modulées à bande étroite** la durée de balayage la plus courte possible pour les réglages choisis de l'instrument peut être utilisée;
- pour les perturbations **purement continues à large bande**, par exemple pour des moteurs à allumage commandés, pour des appareils de soudage à l'arc et pour des moteurs à collecteur, un balayage par pas (avec une détection de crête ou même de quasi crête) peut être utilisée pour un échantillonnage du spectre d'émission. Dans ce cas la connaissance du type de perturbation est utilisée pour dessiner une courbe en lignes brisée représentant l'enveloppe du spectre (voir Figure 3). La largeur du pas doit être choisie de sorte qu'aucune variation significative de l'enveloppe du spectre ne soit oubliée. Une mesure par balayage unique, si elle est effectuée suffisamment lentement, donne également l'enveloppe du spectre;
- pour les perturbations **intermittentes à bande étroite** de fréquences inconnues, on peut utiliser soit des balayages courts et rapides avec la fonction «maintien du maximum» (voir Figure 4) soit un balayage lent. Une analyse temporelle peut être nécessaire avant la mesure réelle pour s'assurer d'une interception correcte du signal.

If the type of emission is unknown, multiple sweeps with the shortest possible sweep time and peak detection allow to determine the spectrum envelope. A short single sweep is sufficient to measure the continuous narrowband signal content of the EUT spectrum. For continuous broadband and intermittent narrowband signals, multiple sweeps at various scan rates using a “maximum hold” function may be necessary to determine the spectrum envelope. For low repetition impulsive signals, many sweeps will be necessary to fill up the spectrum envelope of the broadband component.

The reduction of measurement time requires a timing analysis of the signals to be measured. This can be done either with a measuring receiver which provides a graphical signal display, used in zero-span mode or using an oscilloscope connected to the receiver's IF or video output as e.g. shown in Figure 2.



Disturbance from a DC collector motor: due to the number of collector segments the pulse repetition frequency is high (approx. 800 Hz) and the pulse amplitude varies strongly. Therefore for this example, the recommended measurement (dwell) time with the peak detector is > 10 ms.

Figure 2 – Example of a timing analysis

This way pulse durations and pulse repetition frequencies can be determined and scan rates or dwell times selected accordingly:

- for **continuous unmodulated narrowband** disturbances the fastest scan time possible for the selected instrument settings may be used;
- for **pure continuous broadband** disturbances, e.g. from ignition motors, arc welding equipment, and collector motors, a stepped scan (with peak or even quasi-peak detection) for sampling of the emission spectrum may be used. In this case the knowledge of the type of disturbance is used to draw a polyline curve as the spectrum envelope (see Figure 3). The step size has to be chosen so that no significant variations in the spectrum envelope are missed. A single swept measurement – if performed slowly enough – will also yield the spectrum envelope;
- for **intermittent narrowband** disturbances with unknown frequencies either fast short sweeps involving a “maximum hold” function (see Figure 4) or a slow single sweep may be used. A timing analysis may be required prior to the actual measurement to ensure proper signal interception.

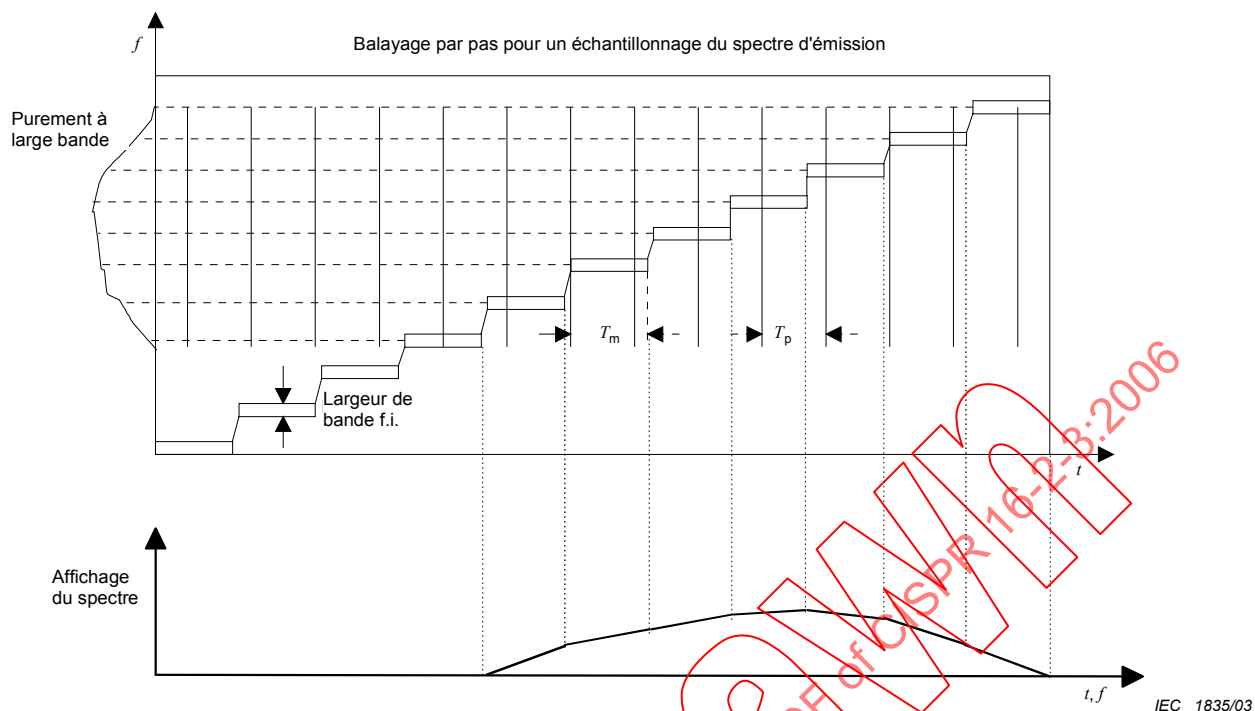
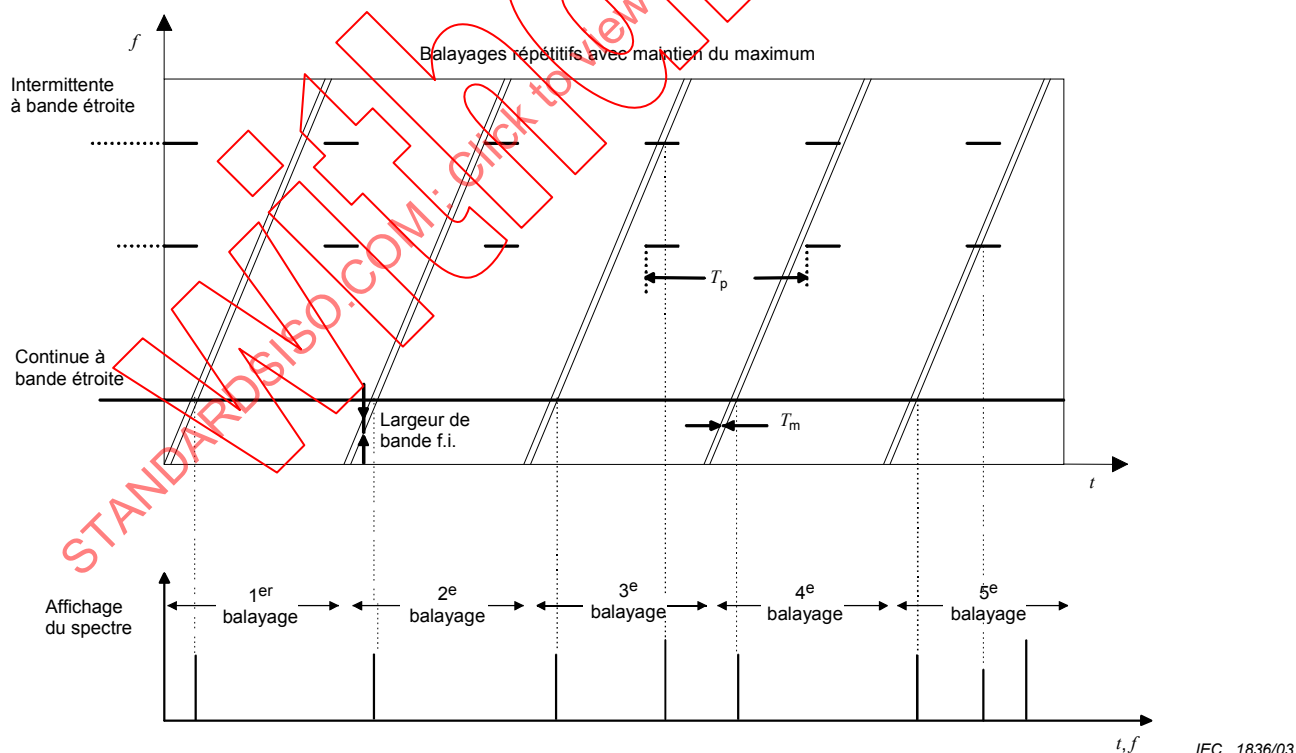


Figure 3 – Spectre large bande mesuré avec un récepteur à accord par palier

Il convient que le temps de mesure (de maintien) T_m soit plus long que l'intervalle de répétition des impulsions T_p , qui est l'inverse de la fréquence de répétition des impulsions.



NOTE Dans l'exemple ci-dessus, 5 balayages sont nécessaires pour faire apparaître toutes les composantes spectrales. Il peut être nécessaire d'augmenter le nombre de balayages nécessaires ou la durée de balayage, en fonction de la durée des impulsions ou de leur intervalle de répétition.

Figure 4 – Perturbations intermittentes à bande étroite mesurées en utilisant des balayages courts et rapides avec la fonction «maintien du maximum» pour obtenir une vue d'ensemble du spectre d'émission

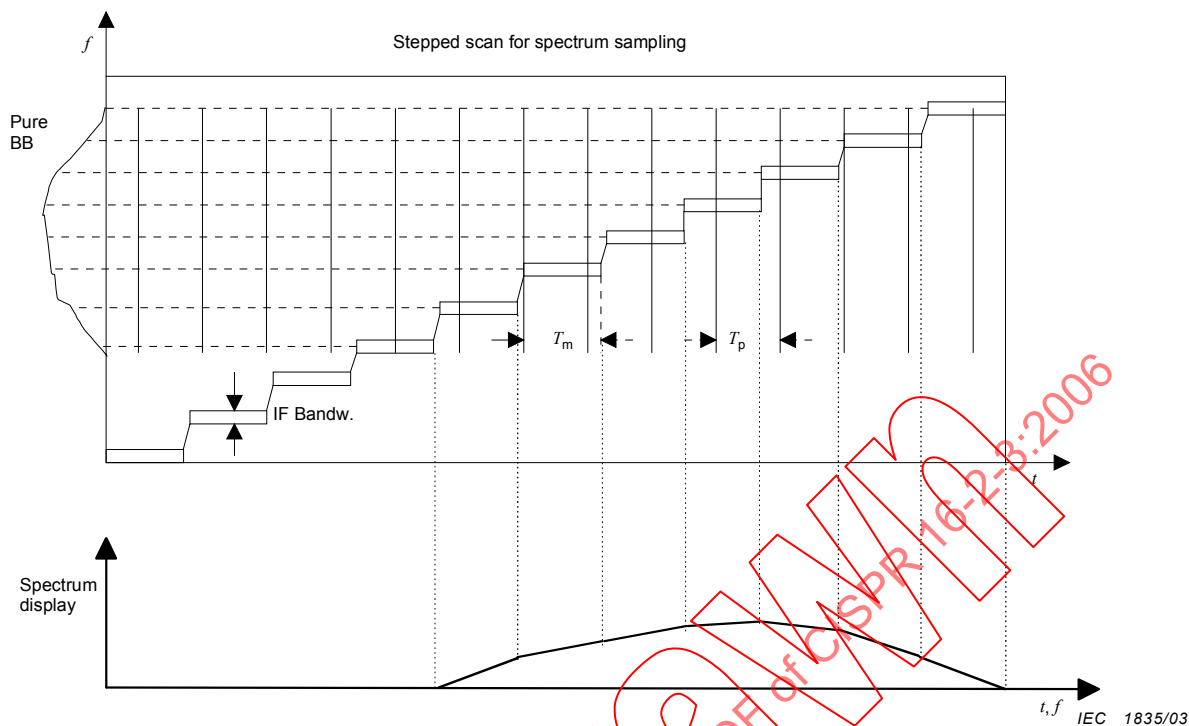
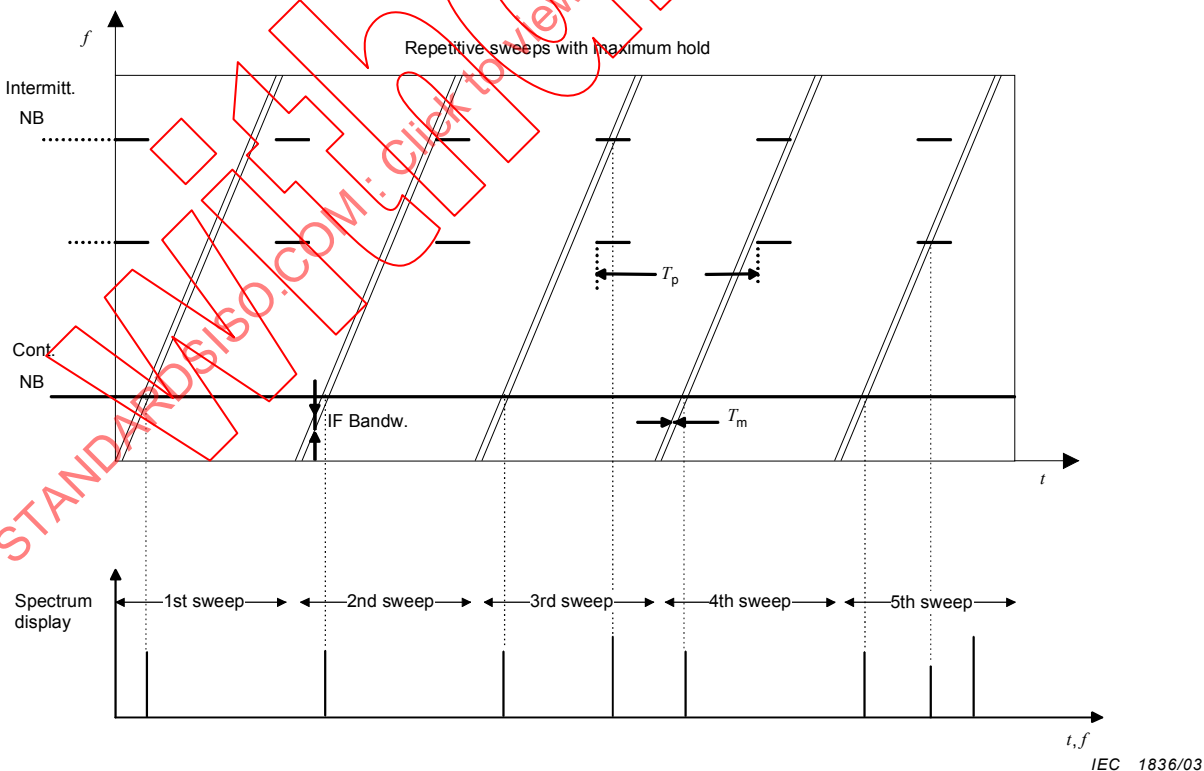


Figure 3 – A broadband spectrum measured with a stepped receiver

The measurement (dwell) time T_m should be longer than the pulse repetition interval T_p , which is the inverse of the pulse repetition frequency.



NOTE In the example above, 5 sweeps are required until all spectral components are intercepted. The number of sweeps required or the sweep time may have to be increased, depending on pulse duration and pulse repetition interval.

Figure 4 – Intermittent narrowband disturbances measured using fast short repetitive sweeps with maximum hold function to obtain an overview of the emission spectrum

Les perturbations **intermittentes à large bande** doivent être mesurées avec les procédures d'analyse des perturbations discontinues, comme décrites dans la CISPR 16-1-1.

7 Mesure des perturbations rayonnées

7.1 Introduction

La présente section établit les procédures générales de mesure du champ de perturbation radioélectrique produit par des dispositifs et des systèmes. L'expérience en matière de mesure de perturbations rayonnées est moins étendue que celle relative à la mesure de la tension. Les procédures de mesure de perturbations rayonnées sont donc susceptibles de faire l'objet de révisions ou d'extensions, au fur et à mesure de l'avancée des connaissances et de l'expérience. On doit être particulièrement attentif à l'effet des conducteurs et câbles associés au matériel en essai.

Pour certains produits, il est possible que des mesures des composantes électriques et/ou magnétiques de la perturbation rayonnée soient prescrites. Parfois, il est plus approprié de mesurer une quantité liée à la puissance rayonnée. Il convient normalement de mesurer à la fois les composantes verticale et horizontale de la perturbation, par rapport au plan de masse de référence. Il est possible d'exprimer les résultats de mesure des composantes électriques ou magnétiques en valeur crête, en valeur quasi crête, en valeur moyenne ou en valeurs efficaces.

La composante magnétique de la perturbation est normalement mesurée à des fréquences ne dépassant pas 30 MHz. Lorsqu'on mesure le champ magnétique, seule la composante horizontale du champ à l'emplacement de l'antenne de réception est mesurée lorsqu'on applique la procédure de l'antenne à distance. Si l'on utilise le système de la grande antenne cadre (LLA), on mesure les trois moments dipolaires magnétiques orthogonaux du matériel en essai. (On note que dans la méthode à antenne unique, la composante horizontale du champ à l'emplacement de l'antenne est déterminée par les moments dipolaires horizontaux et verticaux du matériel en essai, en raison du rôle joué par la réflexion).

7.2 Mesure du champ électromagnétique dans la gamme de fréquences de 9 kHz à 1 GHz

Il est possible d'effectuer la mesure du champ électromagnétique sur un emplacement d'essai en espace libre, dans une cage de Faraday munie d'absorbant, dans une chambre réverbérante ou en utilisant un système LLA. Pour des raisons pratiques, il se peut que l'on ait d'autres emplacements d'essai à spécifier.

7.2.1 Mesure sur un emplacement d'essai en espace libre

L'emplacement d'essai en espace libre doit être conforme aux spécifications de la CISPR 16-1-4 et de la CISPR 16-1-5 concernant ses propriétés physiques et électriques et leur validation.

7.2.2 Méthode générale de mesure

La Figure 5 fait apparaître le concept de mesure sur un emplacement d'essai en espace libre avec des rayons directs et réfléchis par le sol arrivant sur l'antenne de réception.

Le matériel en essai est installé à une hauteur spécifiée au-dessus du plan de masse et il est configuré pour fonctionner dans des conditions normales. L'antenne est placée à la distance de séparation spécifiée. On fait effectuer une rotation au matériel en essai dans le plan horizontal et la lecture maximale est notée. La hauteur de l'antenne est réglée de manière que les rayons directs et réfléchis soient en phase ou approximativement en phase. Les étapes de procédure sont interchangeable et peuvent avoir à être répétées afin de trouver la perturbation maximale. Pour des raisons d'ordre pratique, la variation de la hauteur est limitée; une parfaite addition en phase peut, par conséquent, ne pas être atteinte.

Intermittent broadband disturbances have to be measured with discontinuous disturbance analysis procedures, as described in CISPR 16-1-1.

7 Measurement of radiated disturbances

7.1 Introduction

This section sets forth the general procedures for the measurement of the field strength of radio disturbance produced by devices and systems. Experience with radiated disturbance measurements is less extensive than that of voltage measurements. The radiated disturbance measurement procedures are therefore open to revision and extension as knowledge and experience are accumulated. In particular, attention shall be given to the effect of leads and cables associated with the EUT.

For some products, it may be required to measure the electric, the magnetic, or both components of the radiated disturbance. Sometimes a measurement of a quantity related to radiated power is more appropriate. Normally measurements should be made of both the horizontal and vertical components of the disturbance with respect to the reference ground plane. The results of measurements of either the electric or magnetic components may be expressed in peak, quasi-peak, average or r.m.s. values.

The magnetic component of the disturbance is normally measured at frequencies up to 30 MHz. In magnetic field measurements only the horizontal component of the field at the position of the receiving antenna is measured when using the distant antenna procedure. If the large loop antenna (LLA) system is used, the three orthogonal magnetic dipole moments of the EUT are measured. (Note that in the single antenna method, the horizontal component of the field at the position of the antenna is determined by the horizontal and vertical dipole moments of the EUT because reflection plays a part.)

7.2 Field-strength measurements in the frequency range 9 kHz to 1 GHz

Field-strength measurements may be made on an open area test site, in an absorber-lined shielded enclosure, in a reverberating chamber or using a LLA system. For practical reasons other test sites may have to be specified.

7.2.1 Open area test site measurements

The open area test site shall conform with the relevant specifications of CISPR 16-1-4 and CISPR 16-1-5 for its physical and electrical properties and for its validation.

7.2.2 General measurement method

Figure 5 shows the concept of measurements made on an open area test site with the direct and ground reflected rays arriving at the receiving antenna.

The EUT is set up at a specified height above the ground plane and configured to represent normal operating conditions. The antenna is positioned at the specified separation distance. The EUT is rotated in the horizontal plane and the maximum reading noted. The height of the antenna is adjusted so that the direct and reflected rays approach or meet in-phase addition. The procedural steps may be interchanged and may need to be repeated to find the maximum disturbance. For practical reasons the height variation is restricted and hence perfect in-phase addition may not be achieved.

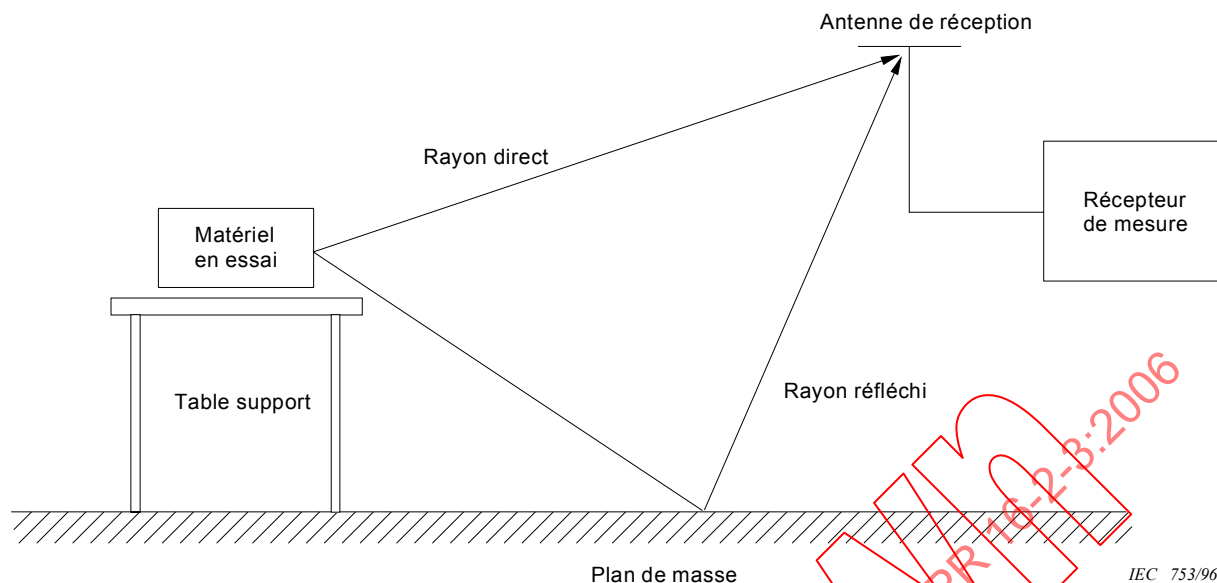


Figure 5 – Principe des mesures du champ électrique sur un emplacement d'essai ouvert montrant les rayons directs et réfléchis qui arrivent à l'antenne de réception

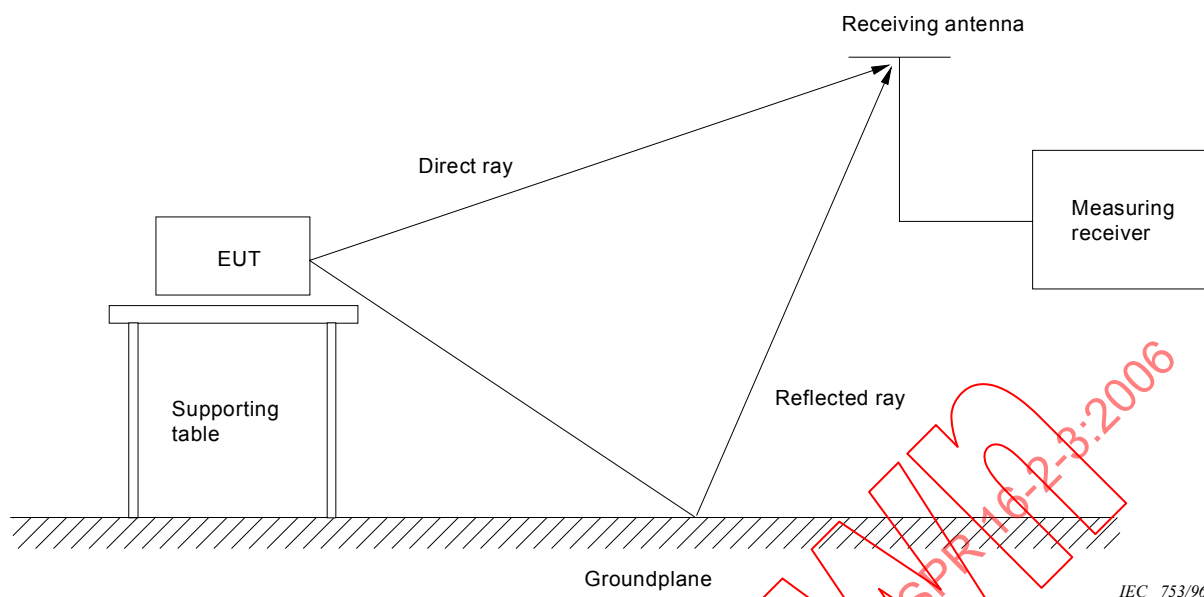
7.2.3 Distance de mesure

Il convient qu'un matériel en essai soumis à une limite de perturbation rayonnée à une distance spécifiée soit mesuré à cette distance, à moins d'une impossibilité due à la taille du matériel, etc. La distance de mesure est la longueur de la projection entre le point du matériel en essai le plus proche de l'antenne et le centre de l'antenne sur le plan de masse. Dans certains dispositifs d'essai, la distance est mesurée de l'antenne au centre du rayonnement du matériel en essai. Pour une distance de mesure de 10 m, l'une ou l'autre méthode peut être utilisée. Une distance de 10 m est préférée pour la plupart des emplacements en extérieur, le niveau attendu des perturbations mesurées étant suffisamment au-dessus du niveau général de bruit ambiant pour permettre une réalisation des essais qui soit efficace. Des distances inférieures à 3 m ou supérieures à 30 m sont peu utilisées. Si une distance de mesure autre que la distance spécifiée est nécessaire, il convient d'extrapoler les résultats à l'aide des procédures spécifiées dans les normes de produits. Si aucune indication n'est donnée, on doit fournir une justification convenable pour l'extrapolation. En général, l'extrapolation ne suit pas simplement une loi de fonction inverse de la distance.

Lorsque c'est possible, il convient d'effectuer les mesures en champ lointain. La région de champ lointain peut être définie par les conditions ci-dessous.

La distance de mesure d est choisie de telle sorte que:

- $d \geq \lambda/6$. A cette distance, $E/H = Z_0 = 120 \pi = 377 \Omega$, c'est-à-dire que les composantes de champs électrique et magnétique sont perpendiculaires, et l'erreur de mesure est de l'ordre de 3 dB si le matériel en essai est considéré comme une antenne dipolaire accordée;
- $d \geq \lambda$, condition pour une onde plane, où l'erreur est de l'ordre de 0,5 dB si le matériel en essai est considéré comme une antenne dipolaire accordée;
- $d \geq 2D^2/\lambda$, où D est la dimension la plus grande du matériel en essai ou de l'antenne, qui détermine l'ouverture minimale pour l'illumination du matériel en essai, qui s'applique aux cas dans lesquels $D \gg \lambda$.



IEC 753/96

Figure 5 – Concept of electric field strength measurements made on an open area test site (OATS) with the direct and reflective rays arriving at the receiving antenna

7.2.3 Measurement distance

An EUT subject to a radiated disturbance limit at a specified distance should be measured at that distance unless to do so would be impractical because of equipment size, etc. The measurement distance is the length of the projection of the EUTs closest point to the antenna and the midpoint of the antenna onto the ground plane. In some test set-ups the distance is measured from the antenna to the radiation centre of the EUT. For a measurement distance of 10 m either method may be used. A distance of 10 m is preferred at most outdoor sites since at this distance the expected level of the disturbance being measured is sufficiently above the general ambient noise level to permit useful testing. Distances of less than 3 m or greater than 30 m are not generally used. If a measurement distance other than the specified distance is necessary, the results should be extrapolated using the procedures specified in the product standards. If no guidance is given, suitable justification for extrapolation shall be provided. In general, extrapolation does not follow a simple inverse distance law.

Where possible, measurement should be made in the far field. The far field region may be defined by the following conditions.

Measurement distance d is selected so that:

- $d \geq \lambda/6$. At this distance $E/H = Z_0 = 120 \pi = 377 \Omega$, that is electrical and magnetic field strength components are perpendicular to each other and the measurement error is in the order of 3 dB if the EUT is regarded as being a tuned dipole antenna; or
- $d \geq \lambda$, condition for a plane wave, where the error is in the order of 0,5 dB if the EUT is regarded as a tuned dipole antenna; or
- $d \geq 2D^2/\lambda$, where D is the largest dimension of either the EUT or the antenna determining the minimum aperture for the illumination of the EUT, which applies to cases, where $D \gg \lambda$.

7.2.4 Variation de la hauteur d'antenne

Pour mesurer la valeur du champ électrique, on doit faire varier la hauteur d'antenne au-dessus du plan de masse à l'intérieur d'une gamme spécifiée afin d'obtenir une lecture maximale quand les rayons directs et réfléchis sont en phase. En règle générale, pour des distances de mesure inférieures ou égales à 10 m, la hauteur d'antenne, pour mesurer la valeur du champ électrique, doit varier entre 1 m et 4 m. A des distances supérieures, jusqu'à 30 m, la hauteur doit varier de préférence entre 2 m et 6 m. Il est possible que l'on ait besoin d'ajuster la hauteur minimale de l'antenne au-dessus du sol à 1 m, afin de maximiser la lecture. Ce balayage de la hauteur s'applique à la fois aux polarisations horizontale et verticale; cependant, pour la polarisation verticale, on doit augmenter la hauteur minimale de sorte que le point le plus bas de l'antenne soit à au moins 25 cm de la surface au sol de l'emplacement. Pour mesurer la valeur du champ magnétique au moyen d'une antenne-cadre magnétique unique, il est possible de fixer la hauteur de l'antenne de réception à une hauteur spécifiée (généralement un mètre entre le sol et le pied de l'antenne-cadre). L'antenne-cadre et le matériel en essai doivent être tournés en azimut afin de maximiser la perturbation mesurée.

7.2.5 Détails à fournir dans la spécification de produits

Outre la spécification de la méthode de mesure détaillée et des paramètres de perturbation à mesurer, les normes de produits doivent inclure d'autres détails pertinents, exposés ci-dessous.

7.2.5.1 Environnement de l'essai

L'influence de l'environnement de l'essai doit être prise en compte afin d'assurer un fonctionnement correct du matériel en essai. Les paramètres importants de l'environnement physique doivent être spécifiés, notamment la température et l'humidité.

L'environnement électromagnétique nécessite une considération particulière afin d'assurer la précision des mesures de perturbations. Il convient que le bruit radioélectrique ambiant et les niveaux de signaux mesurés sur l'emplacement d'essai avec le matériel en essai hors fonctionnement soient au moins de 6 dB inférieurs à la limite. Ceci n'est pas toujours réalisable à toutes les fréquences. Cependant, dans le cas où les niveaux mesurés des émissions de bruit radioélectrique ambiants plus celles du matériel en essai ne seraient pas supérieurs à la limite, le matériel en essai doit être considéré comme étant conforme à la limite. Pour indication supplémentaire concernant les niveaux ambiants et l'erreur de mesure résultante, se reporter à 6.1.1 et à l'Annexe A.

Si le niveau du champ ambiant à des fréquences s'inscrivant dans les gammes de mesures spécifiées, dépasse la/les limite(s), les solutions suivantes peuvent être utilisées:

- a) effectuer les mesures à une distance plus courte et extrapoler les résultats à la distance pour laquelle la limite est spécifiée. La formule d'extrapolation doit être celle recommandée dans la norme de produits ou doit être vérifiée en effectuant pour trois distances au moins;
- b) effectuer les mesures dans les bandes de fréquences critiques pendant les heures où les stations de radiodiffusion n'émettent pas et où les conditions ambiantes dues aux matériels industriels sont plus faibles;
- c) comparer l'amplitude de la perturbation du matériel en essai à la fréquence étudiée et l'amplitude de la perturbation sur des fréquences adjacentes, à l'intérieur d'une chambre blindée ou d'une chambre anéchoïque blindée. L'amplitude de la perturbation du matériel en essai à la fréquence étudiée peut être estimée en mesurant l'amplitude de la perturbation de fréquence adjacente et en établissant une comparaison;

NOTE Il convient de ne pas utiliser la chambre blindée ou anéchoïque pour déterminer la conformité aux autres fréquences du matériel en essai, à moins que les données de la chambre anéchoïque ne puissent être corrélées à celles de l'espace libre.

7.2.4 Antenna height variation

For electric field-strength measurements the antenna height above the ground plane shall be varied within a specified range to obtain the maximum reading which will occur when the direct and reflected rays are in phase. As a general rule, for measurement distances up to and including 10 m, the antenna height for electric field strength measurements shall be varied between 1 m and 4 m. At greater distances of up to 30 m, preferably the height shall be varied between 2 m and 6 m. It may be necessary to adjust the minimum antenna height above ground down to 1 m in order to maximize the reading. These height scans apply for both horizontal and vertical polarization, except that for vertical polarization, the minimum height shall be increased so that the lowest point of the antenna clears the site ground surface by at least 25 cm. For magnetic field strength measurements using the single magnetic loop antenna, the height of the receiving antenna may be fixed at a specified elevation (typically 1 m from ground to the bottom of the loop antenna). The loop antenna and EUT shall be rotated in azimuth to maximize the measured disturbance.

7.2.5 Product specification details

In addition to specifying the detailed measurement method and the disturbance parameters to be measured, the product standards shall include other relevant details as outlined below.

7.2.5.1 Test environment

The influence of the test environment shall be considered so as to ensure correct functioning of: the EUT. Important parameters in the physical environment shall be specified!, e.g. temperature and humidity.

The electromagnetic environment needs special consideration to ensure accurate disturbance measurements. The ambient radio noise and signal levels measured at the test site with the EUT de-energized should be at least 6 dB below the limit. It is recognized that this is not always realizable at all frequencies. However, in the event that the measured levels of the ambient plus EUT radio noise emissions are not above the limit, the EUT shall be considered to be in compliance with the limit. For further guidance on ambient levels and resulting measurements error, see 6.1.1 and Annex A.

If the ambient field-strength level at frequencies within the specified measurement ranges exceeds the limit(s), the following alternatives may be used:

- a) perform measurements at a closer distance and extrapolate results to the distance at which the limit is specified. The extrapolation formula shall be as recommended by the product standard or shall be verified by measurements at no less than three different distances;
- b) perform measurements in critical frequency bands during hours when broadcast stations are off the air and the ambients from industrial equipment are lower;
- c) compare the amplitude of the EUT disturbance at the frequency under investigation with the amplitude of disturbance on adjacent frequencies in a shielded room or anechoically treated shielded room. The amplitude of the EUT disturbance at the frequency under investigation can be estimated by measuring the amplitude of the adjacent frequency disturbance and making a comparison;

NOTE The shielded or anechoic room should not be used for compliance determination at the other EUT frequencies unless the anechoic room data is correlatable to the open area test site data.

- d) quand on oriente l'axe d'un emplacement d'essai en espace libre, il est souhaitable de considérer les directions des signaux ambiants forts pour que l'orientation de l'antenne de réception sur l'emplacement discrimine ces signaux, dans la mesure du possible;
- e) pour les perturbations à bande étroite du matériel en essai proches d'un signal RF ambiant, qui sont tous deux situés dans la largeur de bande normalisée, il peut être utile d'utiliser un appareil de mesure avec une bande plus étroite.

7.2.5.2 Configuration du matériel en essai

Les conditions de fonctionnement du matériel en essai doivent être spécifiées, par exemple les caractéristiques des signaux d'entrée, les modes de fonctionnement, la disposition des constituants, les longueurs et types de câbles d'interconnexion, etc.

Les essais de systèmes individuels ou à constituants multiples doivent satisfaire aux deux conditions suivantes:

- a) le système est configuré pour une utilisation typique;
- b) le système est configuré afin de rendre maximales les perturbations.

Le terme «système» se rapporte au matériel en essai combiné aux constituants qui lui sont connectés et à tous les câbles de connexion nécessaires.

Le terme «configuration» se rapporte à l'orientation du matériel en essai, des autres constituants du système, des câbles d'interconnexion et des cordons d'alimentation qui composent le système. Pendant les mesures, la configuration du système doit être réglée de manière que les deux conditions ci-dessus soient remplies, la condition a) précédant la condition b), selon les indications données aux alinéas suivants.

Le terme «type» est utilisé pour décrire la façon dont le matériel en essai est réellement utilisé. Les indications relatives à l'installation d'une configuration type sont données ci-dessous.

Pour les matériels conçus comme partie d'un système à constituants multiples, le matériel en essai doit être installé dans un système type et configuré conformément aux instructions du fabricant. Il doit également fonctionner d'une façon qui corresponde à l'utilisation type qui en est faite. Pendant toute la durée des essais, le matériel en essai et tous les constituants du système doivent être manipulés aux limites de l'utilisation type afin de maximiser chaque perturbation.

Les câbles d'interface doivent être connectés à chaque accès d'interface du matériel en essai. L'effet du changement de position de chaque câble doit être analysé afin de déterminer la configuration qui maximise chaque perturbation, en fonction de sa configuration type lors d'une utilisation réelle. Le nombre de manipulations peut être limité si certaines configurations de câbles de ce type permettent d'obtenir des perturbations maximales dans la gamme de fréquences analysée.

Le type et la longueur des câbles d'interface doivent être spécifiés par le fabricant du matériel.

Toute longueur de câble supplémentaire doit être groupée séparément en forme de serpent au centre approximatif du câble, le faisceau ayant une longueur de 30 cm à 40 cm. Si cela n'est pas réalisable à cause de l'encombrement ou de la rigidité du câble ou parce que les essais sont effectués sur les installations de l'utilisateur, la disposition de la longueur de câble supplémentaire est alors laissée à la discrétion de l'opérateur chargé des essais et il convient qu'elle soit notifiée dans le rapport d'essai. Il est possible que des exigences différentes, relatives au câblage supplémentaire, soient spécifiées dans la norme de produits.

- d) in orienting the axis of an open field area test site, it is desirable to consider the directions of strong ambient signals, so that the orientation of the receiving antenna on the site discriminates against such signals as far as possible;
- e) for narrowband disturbances from the EUT occurring near an RF ambient, when both are within the standard bandwidth, a narrower instrument bandwidth may be useful.

7.2.5.2 Configuration of equipment under test

The operating conditions of the EUT shall be specified, e.g., the characteristics of the input signals, the modes of operation, the arrangement of components, the lengths and types of interconnecting cables, etc.

The testing of individual and multi-component systems shall satisfy the following two conditions:

- a) the system is configured for use in a typical manner.
- b) the system is configured in a manner that will maximize disturbances.

The term "system" refers to the EUT in combination with the components that are connected to the EUT and all required connecting cables.

The term "configuration" refers to the orientation of the EUT, the other components of the system, the interconnecting cables, and the power mains leads that comprise the system. During all measurements, the configuration of the system shall be adjusted so that the above two conditions, the condition a) being satisfied first and followed by condition b), are fulfilled, within the guidelines described in the following paragraphs.

The term "typical" is used to describe the arrangement of how the EUT will actually be used. Guidelines for setting up a typical configuration are outlined below.

For equipment designed to be part of a multi-unit system, the EUT shall be installed in a typical system and configured in accordance with the manufacturer's instructions. It shall also be operated in a manner that is representative of the typical usage for that EUT. During all tests, the EUT and all system components shall be manipulated within the confines of typical usage to maximize each disturbance.

Interface cables shall be connected to each interface port on the EUT. The effect of varying the position of each cable shall be investigated to find the configuration that maximizes each disturbance as constrained by its typical configuration in actual use. The number of manipulations may be limited if a few such cable configurations will lead to maximum disturbances over the frequency range investigated.

Interface cables shall be of the type and length specified by the equipment manufacturer.

Any excess length of each cable shall be separately bundled in a serpentine fashion at the approximate centre of the cable with the bundle 30 cm to 40 cm in length. If it is impractical to do so because of cable bulk or stiffness or because the testing is being done at a user installation, disposition of the excess cable length is left to the discretion of the test engineer and should be noted in the test report. Different requirements for excess cabling may be specified in the product standard.

Les câbles ne doivent pas être placés au-dessous, en haut du matériel en essai ou sur les constituants du système, à moins qu'il soit approprié de procéder ainsi; par exemple un câble est normalement acheminé au moyen de supports de câbles aériens ou sous le plan de masse. Les câbles doivent être adjacents aux enveloppes extérieures du matériel en essai et de tous les constituants du système uniquement dans le cas où ceci correspond à une utilisation type. Il convient d'analyser le matériel en essai dans différents modes de fonctionnement.

Pour un matériel en essai en fonctionnement normal, posé sur une table, il convient d'effectuer les essais d'émission rayonnée sur une table non conductrice, de dimension convenable. Il convient de placer la table sur une plate-forme tournante télécommandée construite avec des matériaux non conducteurs. Il convient que le haut de la plate-forme tournante soit normalement placé à moins de 0,50 m au-dessus du plan de masse; la hauteur de la table et de la plate-forme réunies ne doit pas dépasser 0,80 m au-dessus du plan de masse. Si la plate-forme tournante est à la même hauteur que le plan de masse, sa surface doit être composée de matériaux conducteurs et la hauteur de 0,80 m mesurée à partir du haut de la plate-forme tournante. Un matériel en essai placé normalement au sol est mesuré au sol. Une plate-forme tournante encastrée est utile dans cette situation.

Le matériel en essai doit être mis à la terre conformément aux exigences du fabricant et aux conditions d'utilisation prévue. S'il fonctionne sans connexion à la terre, il doit être soumis à des essais sans liaison à la terre. Quand le matériel en essai est fourni avec une borne de terre ou un fil de terre connecté dans des conditions réelles d'installation, le fil de terre ou la connexion doit être connecté au plan de masse (ou au dispositif de mise à la terre) simulant des conditions réelles d'installation. Tout fil de terre inclus dans la fiche du cordon d'alimentation du matériel en essai doit être connecté au sol par le réseau d'alimentation.

7.2.6 Instrumentation de mesure

L'instrumentation de mesure, antennes comprises, doit être conforme aux exigences applicables de la CISPR 16-1-1 et de la CISPR 16-1-4.

7.2.7 Mesure du champ électromagnétique sur d'autres emplacements en extérieur

Les emplacements d'essai extérieur similaires aux emplacements d'essai en espace libre mais sans plan de masse en métal peuvent devoir être prescrits pour certains produits, par exemple les appareils ISM et les véhicules à moteur, pour des raisons d'ordre pratique. Les dispositions de 7.2.3 à 7.2.6 sont valables.

7.2.8 Mesure en chambre réverbérante

(A l'étude.)

7.2.9 Mesure en cage de Faraday munie d'absorbant

7.2.9.1 Mesure en cage de Faraday munie d'absorbant avec plan de sol (chambre semi-anéchoïque)

(A l'étude.)

7.2.9.2 Mesure en cage de Faraday entièrement munie d'absorbant (chambre entièrement anéchoïque)

7.2.9.2.1 Installation d'essai

On doit utiliser le même type d'antenne pour les essais d'émission de l'appareil en essai que l'antenne de réception utilisée pour les essais de validation de la chambre entièrement anéchoïque. La hauteur de l'antenne est fixée au milieu géométrique de la hauteur du volume d'essai. Les mesures sont effectuées avec les polarisations horizontale et verticale de

Cables shall not be placed underneath, on top of the EUT or on system components unless it is appropriate to do so, e.g. a cable is normally routed through overhead cable racks or under the ground plane. Cables shall be positioned adjacent to the exterior cabinets of the EUT and all system components only if typically used in that manner. The EUT should be investigated in different modes of operation.

For an EUT normally operated on top of a table, radiated emission tests should be performed with the EUT on a non-conducting table, the top of which is of suitable size. The table should be placed on a remotely controlled rotating platform constructed with non-conducting materials. The top of the rotating platform should normally be less than 0,5 m above the ground plane and the height of the table and platform together 0,8 m above the ground plane. If the rotating platform is at the same elevation as the ground plane, its surface shall be of conducting material and the 0,8 m height shall be measured with respect to the top of the rotating platform. An EUT normally placed on the floor will be tested on the floor. A flush-mounted rotating platform is useful in this situation.

The EUT shall be grounded in accordance with the manufacturer's requirements and conditions of intended use. If the EUT is operated without a ground connection, it shall be tested ungrounded. When the EUT is furnished with a grounding terminal or internally grounded lead which is to be connected in actual installation conditions, the ground lead or connection shall be connected to a ground plane (or facility for earth ground), simulating actual installation conditions. Any internally grounded lead included in the plug end of the a.c. mains cord of the EUT shall be connected to ground through the mains power service.

7.2.6 Measurement instrumentation

The measurement instrumentation, including antennas, shall conform with the relevant requirements in CISPR 16-1-1 and CISPR 16-1-4.

7.2.7 Field-strength measurements on other out-door sites

Out-door test sites similar to an open-area test site but without any metal ground plane may have to be prescribed for practical reasons for some products, e.g. ISM equipment and motor vehicles. The provisions given in 7.2.3 to 7.2.6 are valid.

7.2.8 Measurements in reverberating chambers

(Under consideration.)

7.2.9 Measurement in absorber-lined shielded enclosures

7.2.9.1 Measurement in absorber-lined shielded enclosures with groundplane (semi-anechoic chambers = SAC or semi-anechoic Room = SAR)

(Under consideration.)

7.2.9.2 Measurement in fully absorber-lined shielded enclosures (fully anechoic chamber = FAC or fully anechoic room = FAR)

7.2.9.2.1 Test set-up

The same type of antenna shall be used for EUT emission testing as the receive antenna used for the FAR validation testing. The antenna height is fixed at the geometrical middle height of the test volume. Measurement will be done in horizontal and vertical polarisation of

l'antenne de réception. Il convient que l'émission soit mesurée pendant la rotation de la table tournante dans au moins trois positions successives en azimut (0°, 45°, 90°), lorsqu'une rotation continue n'est pas prescrite.

La distance d'essai est mesurée à partir du point de référence de l'antenne jusqu'au périmètre de l'appareil en essai. S'il existe une différence entre le point de référence sur une antenne et le centre de phase, on peut appliquer un facteur de correction pour obtenir le champ à la distance d'essai.

NOTE Le facteur de correction, C_{Rd} dB, équation (4a), peut être ajouté à la valeur du champ afin de réduire son incertitude. Dans la procédure d'étalonnage de l'antenne un facteur de correction de phase C_{Rd} est mesuré à chaque fréquence (la procédure est définie avec l'étalonnage de l'antenne ou calculée à partir de l'espacement mécanique des éléments logpériodique) ainsi que le facteur d'antenne (AF). Les deux facteurs (C_{Rd} , et AF) sont ajoutés, en dB à la tension en sortie de l'antenne pour obtenir le champ, équation (4b). Si une correction de centre de phase n'est pas incluse, il est nécessaire d'ajouter un terme complémentaire dans le budget d'incertitude.

$$C_{Rd} = 20 \lg [(R + P_f - d)/R] \quad (4a)$$

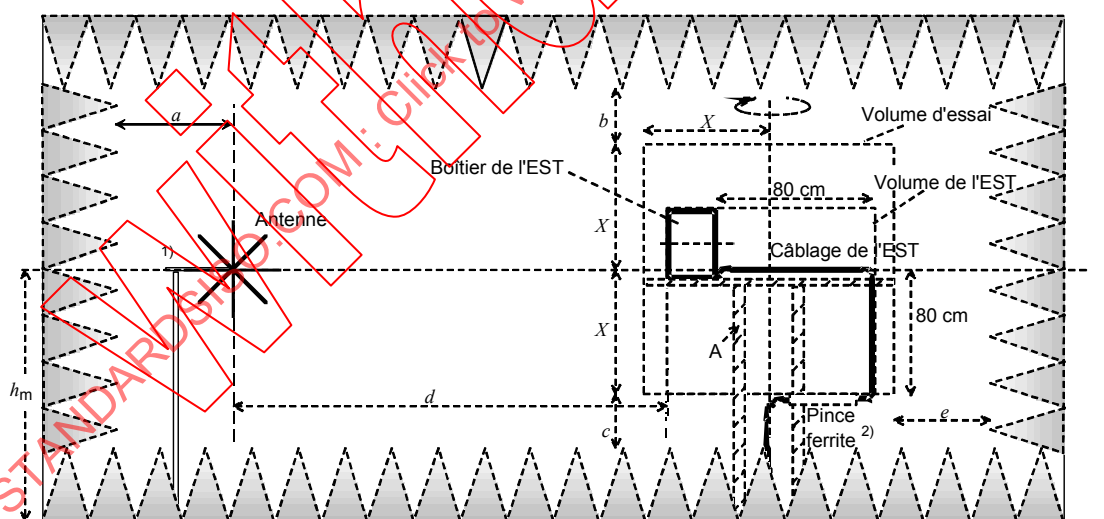
Le champ E est donné par l'équation (4b):

$$E_f = V_f + AF_{FS(f)} + C_{Rd} \quad (4b)$$

où

- f = fréquence, (MHz)
- R = distance requise entre la source et le point de référence sur l'antenne (m).
- P_f = position du centre de phase en fonction de la fréquence, (m à partir de l'extrémité de l'antenne)
- d = distance entre le point de référence sur l'antenne et l'extrémité de l'antenne (m).
- E_f = champ E à la distance d de la source, exprimé en dB ($\mu V/m$).
- V_f = tension à la sortie de l'antenne à la fréquence f , exprimée en dB (μV).
- C_{Rd} = facteur de correction du centre de phase, exprimé en dB
- $AF_{FS(f)}$ = facteur d'antenne (en espace libre) pour le champ E au centre de phase exprimé en dB (m^{-1}).

La Figure 6 illustre une installation d'essai typique.



IEC 1854/03

- A = table tournante et support de l'appareil en essai (EST)
- $2X = 1,5 \text{ m}; 2,5 \text{ m}; 5 \text{ m}$, c'est-à-dire correspond à la distance d'essai utilisée (3 m, 5 m ou 10 m)
- h_m = milieu du volume d'essai
- a, b, c et $e \geq 0,5 \text{ m}$ recommandé (≥ 1 est plus pratique), la valeur réelle est cohérente avec la procédure d'étalonnage de la chambre de la CISPR 16-2-3.
- $d = 3 \text{ m}; 5 \text{ m}$ ou 10 m
- 1) Les dispositions de l'antenne et du câble doivent être validées ensemble et utilisées dans la même configuration pendant l'essai de l'appareil.
- 2) Les pincettes ferrites doivent être utilisées conformément à la norme de produit applicable. Leur utilisation (si nécessaire) doit être documentée dans le rapport d'essai.

Figure 6 – Installation d'essai typique dans une chambre entièrement anéchoïque, où a , b , c et e dépendent des caractéristiques de la chambre

the receive antenna. Emission should be measured while the turntable rotates with the EUT in each of at least three successive azimuth positions (0°, 45°, 90°), when continuous rotation is not required.

The test distance is measured from the reference point of the antenna to the boundary of the EUT. In the case of a difference between the reference point on an antenna and the phase centre, a correction factor may be applied to obtain the field strength at the test distance.

NOTE The correction factor, C_{Rd} dB, equation (4a), may be added to the field strength in order to reduce its uncertainty. In the calibration procedure of the antenna a phase correction factor C_{Rd} will be measured for each frequency. (The procedure will be defined with antenna calibration or calculated from the mechanical spacing of the log.-periodic elements) together with the Antenna Factor (AF). The two factors (C_{Rd} , and AF) will be added in dB to the voltage at the output of the antenna to get the field strength equation (4b). If a phase centre correction is not included, an additional term must be included in the uncertainty budget.

$$C_{Rd} = 20 \lg [(R + P_f - d)/R] \quad (4a)$$

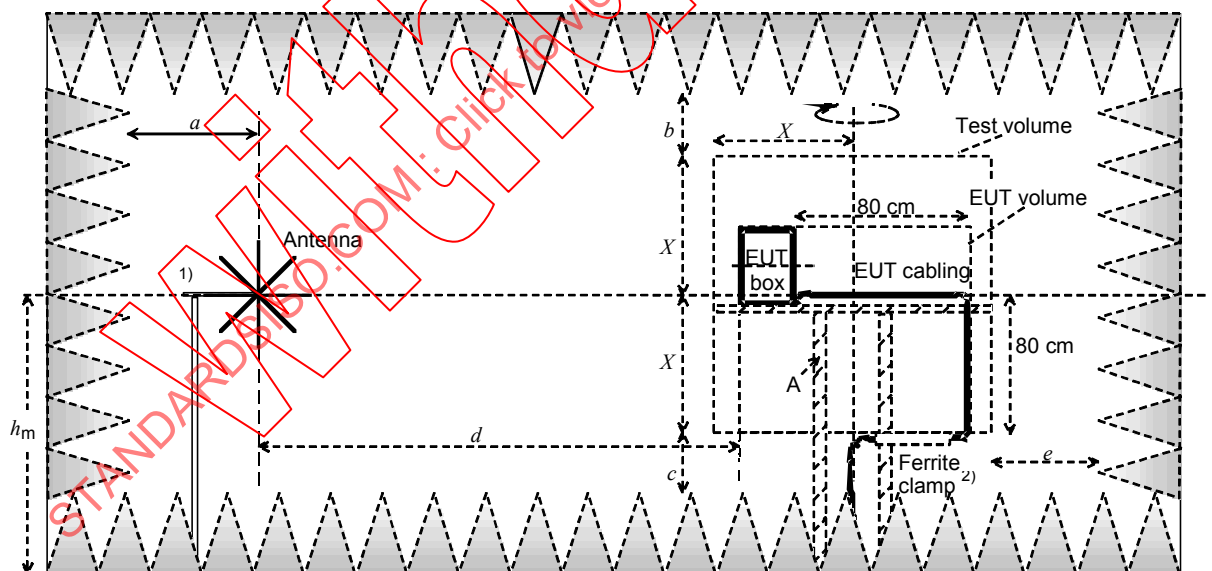
E-field strength is given by equation (4b):

$$E_f = V_f + AF_{FS(f)} + C_{Rd} \quad (4b)$$

where

- f = frequency, (MHz)
- R = the required separation point from the source to the reference point on the antenna (m).
- P_f = phase centre position as a function of frequency, (m from tip of antenna)
- d = distance of the reference point on the antenna from the antenna tip (m).
- E_f = E-field at distance d from source; expressed in dB ($\mu\text{V}/\text{m}$).
- V_f = voltage at output of antenna at frequency f ; expressed in dB (μV).
- C_{Rd} = phase centre correction factor; expressed in dB
- $AF_{FS(f)}$ = antenna factor (free space) for E-field at the phase centre; expressed in dB (m^{-1}).

Figure 6 illustrates typical test set-up.



IEC 1854/03

A = turntable and EUT-support

$2X = 1,5 \text{ m}; 2,5 \text{ m}; 5 \text{ m}$, i.e. corresponds to test distance used (3 m, 5 m, or 10 m respectively)

h_m = middle level of the test volume

a, b, c and $e \geq 0,5 \text{ m}$ recommended (≥ 1 is more convenient), the actual value is consistent with the FAR calibration procedure of CISPR 16-2-3.

$d = 3 \text{ m}; 5 \text{ m}$ or 10 m

1) The antenna and cable lay-out shall be validated together and used in the same configuration during EUT-test.

2) Ferrite clamps are to be used in accordance with the applicable product standard. Their possible use (if required) must be documented in the test report.

Figure 6 – Typical test set-up in FAR, where a, b, c and e depend on the room performance

L'appareil en essai doit être placé sur une table tournante. Les Figures 6, 7 et 8 expliquent les différentes dimensions à l'intérieur de la chambre. La table tournante, le mas d'antenne et le plancher support doivent être en place pendant la procédure de validation, et sont constitués en grande partie en matériau transparent aux ondes électromagnétiques. Les distances a , b , c et e peuvent être limitées par les dimensions du volume d'essai. Le niveau du plan inférieur (hauteur des absorbants plus c) est le niveau pour les appareils destiné à reposer sur le sol (la palette de transport est en dehors du volume d'essai).

7.2.9.2.2 Position de l'appareil en essai

L'appareil en essai doit être configuré, installé, disposé et doit fonctionner d'une façon compatible avec ses applications typiques. Les câbles d'interface doivent être reliés à chaque type d'accès de l'appareil en essai.

Si l'appareil en essai est constitué de dispositifs séparés, l'espacement entre les dispositifs doit être celui de la configuration normale mais si possible de 10 cm. Les câbles d'interface doivent être repliés en faisceau. Le faisceau doit avoir une longueur de 30 cm à 40 cm environ et doit être longitudinal au câble.

Les appareils auxiliaires, qui sont nécessaires au fonctionnement de l'appareil en essai mais n'en font pas partie, doivent être placés à l'extérieur de la chambre.

L'ensemble de l'appareil en essai doit être compris dans le volume d'essai.

Pour améliorer la répétabilité de la mesure, les lignes directrices suivantes doivent être prises en compte:

L'appareil en essai (y compris la disposition des câbles conformément à 7.2.9.2.3) doit être placé de sorte que son centre soit à la même hauteur que le centre du volume d'essai. On peut utiliser dans ce but un support non-conducteur de hauteur convenable.

Lorsqu'il n'est pas physiquement possible de surélever un appareil de grande dimension jusqu'au centre du volume d'essai (Figures 6 et 7) l'appareil peut rester sur une palette de transport non-conductrice pendant l'essai (Figure 8). La hauteur de la palette doit être enregistrée dans le rapport d'essai.

Les Figures 7 et 8 illustrent l'installation d'essai pour des appareils de plusieurs types dans une chambre.

The EUT shall be placed on a turntable. Figures 6, 7 and 8 explain the different dimensions within the FAR. The turntable, antenna mast and supporting floor shall be in place during the validation procedure, and consist largely of material transparent to electromagnetic waves. The distances a , b , c and e may be limited by the size of the test volume. The level of the bottom plane (absorber height plus c) will be the level for floor standing equipment (transport pallet height will be outside the test volume).

7.2.9.2.2 EUT position

The EUT shall be configured, installed, arranged and operated in a manner consistent with typical applications. Interface cables shall be connected to each type of interface port of the EUT.

If the EUT consists of separate devices, the space between the devices shall be in normal configuration but with 10 cm separation if possible. Interconnecting cables shall be bundled. The bundle shall be around 30 cm to 40 cm long and longitudinal to the cable.

Ancillary equipment, which is required to exercise the EUT but does not form part of the EUT, shall be located outside the screened room.

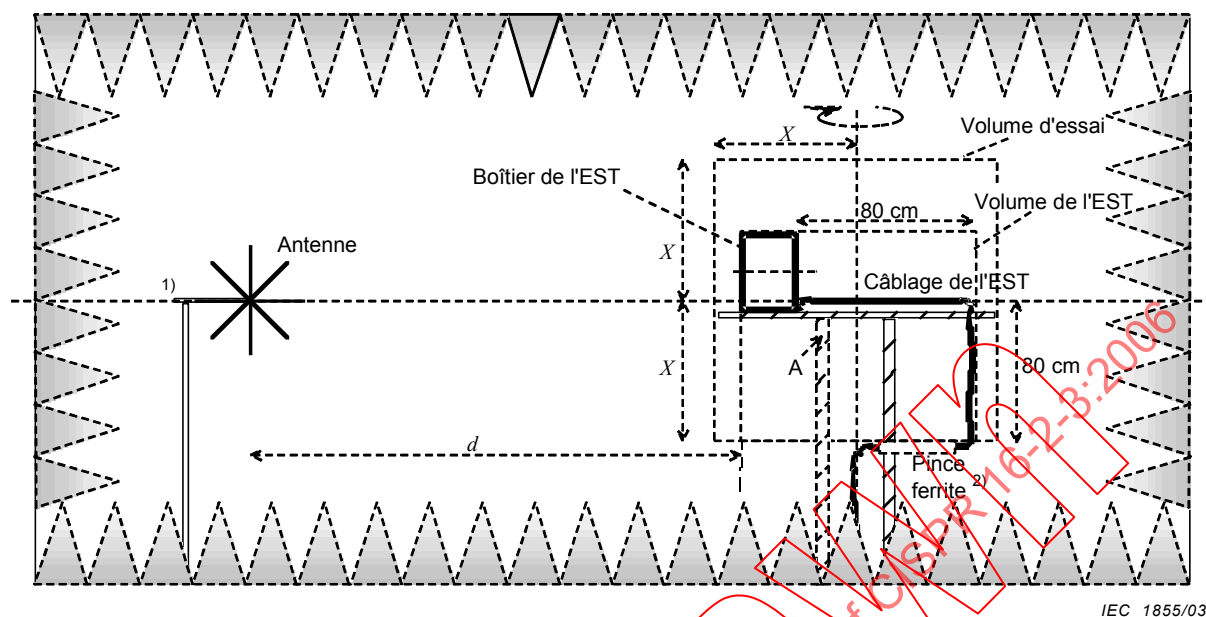
The entire EUT shall fit in the test volume.

To improve the measurement repeatability, the following guidelines shall be taken into account:

The EUT (including the cables laid out according to 7.2.9.2.3) shall be placed so that its centre is at the same height as the centre of the test volume. A non-conductive support of a suitable height may be used to achieve this.

Where it is not physically possible to elevate a large EUT to the centre of the test volume (Figures 6 and 7), the EUT may remain on a non-conductive transport pallet during the test (Figure 8). The height of the pallet shall be recorded in the test report.

Figures 7 and 8 illustrate the set-up of several types of EUT in the FAR.



A = table tournante et support de l'appareil en essai (EST)

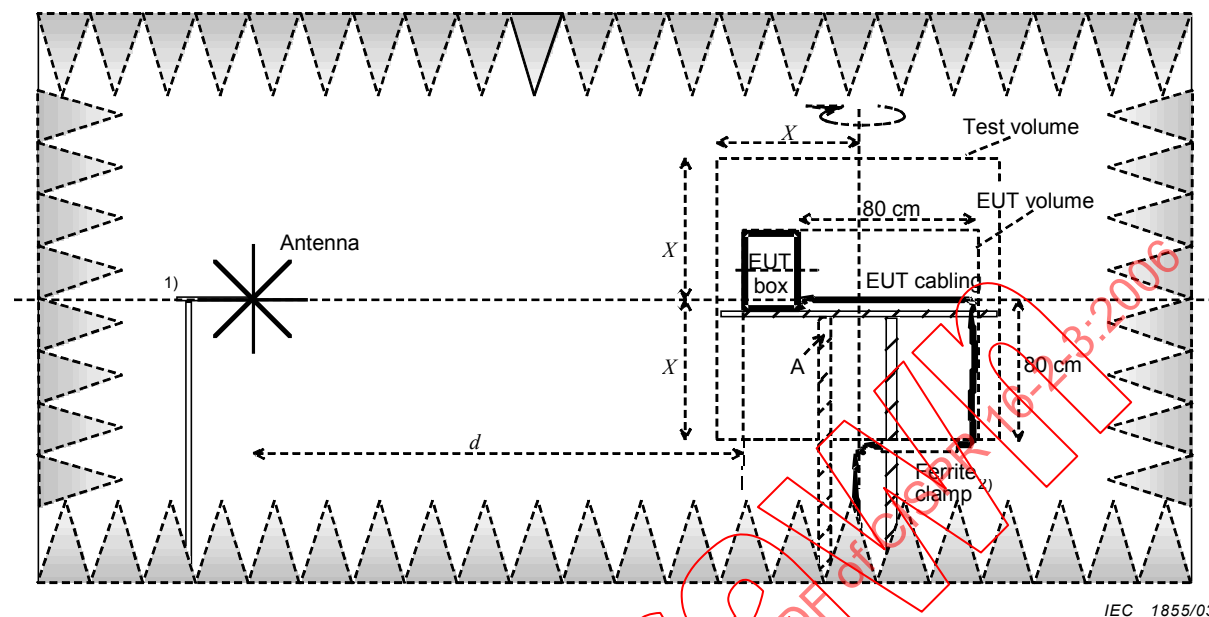
$2X = 1,5 \text{ m}; 2,5 \text{ m}; 5 \text{ m}$

$d = 3 \text{ m}; 5 \text{ m} \text{ ou } 10 \text{ m}$

1) La disposition du câble d'antenne doit être la même que pendant la procédure de validation (voir Figure 6).

2) Les pinces ferrite doivent être utilisées conformément à la norme de produit applicable. Leur utilisation (si nécessaire) doit être documentée dans le rapport d'essai.

Figure 7 – Installation d'essai typique pour un appareil de table dans le volume d'essai d'une chambre entièrement anéchoïque



IEC 1855/03

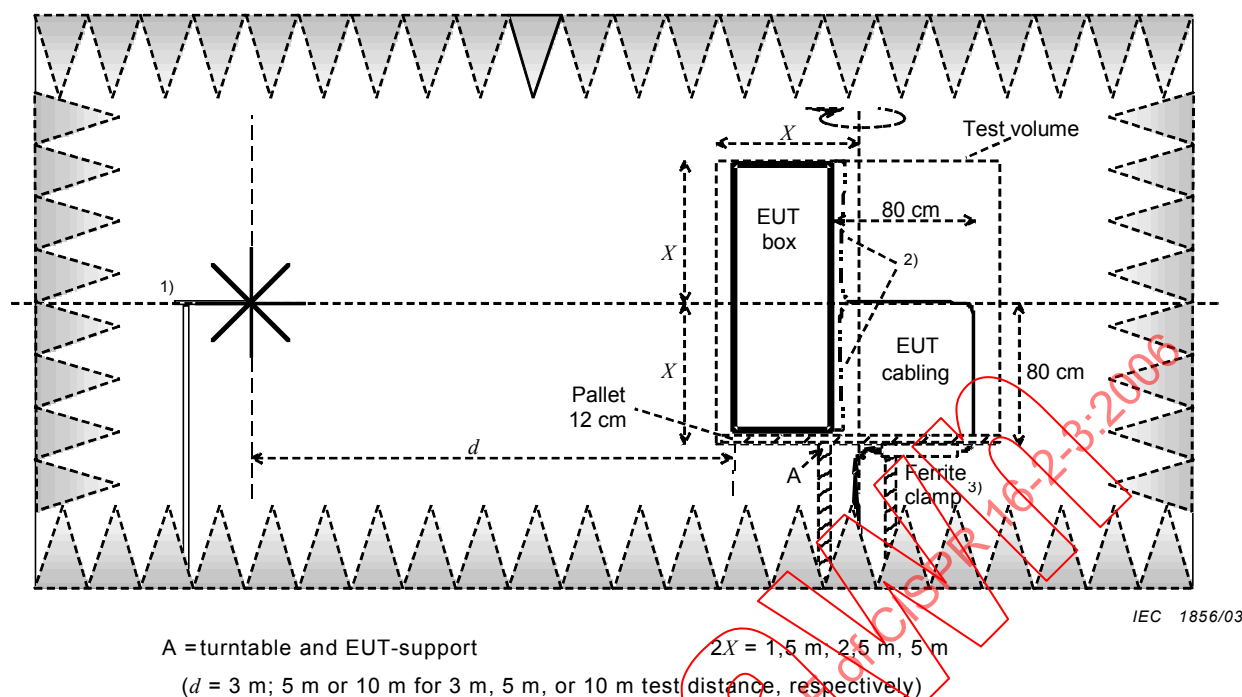
A = turntable and EUT-support

$2X = 1,5 \text{ m}; 2,5 \text{ m}, 5 \text{ m}$

$d = 3 \text{ m}; 5 \text{ m} \text{ or } 10 \text{ m}$ (for 3 m, 5 m, or 10 m test distance, respectively)

- 1) The antenna cable layout shall be the same as in the validation procedure (see Figure 6).
- 2) Ferrite clamps are to be used in accordance with the applicable product standard. Their possible use (if required) must be documented in the test report.

Figure 7 – Typical test set-up for table-top equipment within the test volume of a FAR



Pallet of 12 cm (10 cm to 14 cm) is a compromise between metal- and wooden ground.

- 1) The antenna cable layout shall be the same as in the validation procedure (see Figure 6).
- 2) The cable layout depends on the location of the cable outlets and shall be close to the surface of the housing
- 3) Ferrite clamps are to be used in accordance with the applicable product standard. Their possible use (if required) must be documented in the test report.

Figure 8 – Typical test set-up for floor standing equipment within the test volume of a FAR

The installation specifications for some floor standing equipment require the unit to be installed and bonded directly to a conductive floor. The reader is advised of the following notes for testing of floor standing equipment in a FAR:

For results obtained showing non-compliance to a FAR limit of floor standing equipment that is intended to be installed and bonded directly to a conductive floor may be lower if tested on a ground plane that better simulates the final installation environment. This is particularly true if the emissions are at a frequency below 200 MHz, horizontal polarisation, and the source of emissions is from a height on the equipment that would correspond to a height above ground of 0,4 m or less in a typical installation. The reader is advised that prior to a determination of non-compliance based on FAR measurements, additional investigation in a ground plane test environment (i.e. an Open Area Test Site or Semi-Anechoic chamber) is recommended to better simulate the equipment's intended installation condition.

7.2.9.2.3 Disposition des câbles et terminaison

Dans les essais de CEM, la reproductibilité des résultats de mesure est souvent mauvaise à cause des différences de disposition des câbles et de terminaison, lorsqu'un même appareil est mesuré sur des emplacements d'essai différents.

Les points suivants sont des conditions générales pour l'installation d'essai afin de fournir une bonne reproductibilité (voir Figures 7 et 8). De façon idéale, tous les rayonnements à mesurer devraient seulement provenir du volume d'essai. Les câbles utilisés pendant l'essai doivent être conformes aux spécifications du fabricant. Si de tels câbles ne sont pas disponibles, les spécifications des câbles utilisés pendant l'essai doivent être clairement décrites dans le rapport d'essai.

Les câbles connectés à l'appareil en essai et aux appareils auxiliaires ou à l'alimentation doivent comporter un trajet horizontal de 0,8 m et un trajet vertical de 0,8 m (sans aucun faisceau) à l'intérieur du volume d'essai (voir Figures 7 et 8). Toute longueur de câble supérieure à 1,6 m, avec une tolérance relative de $\pm 5\%$, doit être acheminée à l'extérieur du volume d'essai.

Si le fabricant spécifie une longueur de câble inférieure à 1,6 m, dans la mesure du possible, le câble doit être orienté de telle sorte que la moitié de sa longueur soit horizontale et l'autre moitié verticale, dans le volume d'essai.

Les câbles qui ne sont pas utilisés pendant l'essai, par l'intermédiaire d'un appareil auxiliaire, doivent être terminés de façon appropriée:

- les câbles coaxiaux (blindés) avec une terminaison coaxiale d'impédance correcte (50 Ω ou 75 Ω);
- les câbles écrantés ou blindés avec plus d'un conducteur intérieur doivent avoir des terminaisons en mode commun (entre ligne et référence de masse ou de terre) et en mode différentiel (entre lignes) selon les spécifications du fabricant;
- les câbles non blindés doivent avoir des terminaisons en mode différentiel et en mode commun selon les spécifications du fabricant.

Si l'appareil en essai nécessite un appareil auxiliaire pour fonctionner correctement, on doit prendre des précautions particulières pour qu'aucune émission de cet appareil ne puisse influencer la mesure de rayonnement. Les appareils auxiliaires doivent être placés si possible à l'extérieur de la chambre blindée. Des mesures doivent être prises contre les fuites RF entrant dans la chambre par les câbles d'interconnexion

L'installation d'essai y compris la disposition des câbles, les spécifications des câbles connectés et des terminaisons, les mesures prises pour supprimer l'influence des émissions des longueurs de câble à l'extérieur du volume d'essai (par exemple l'utilisation de pinces ferrites) sont spécifiées dans les différentes normes de produits.

Compte tenu de la nature différente du grand nombre d'appareils en essai différents, les normes de produits peuvent présenter des différences importantes par rapport à ce paragraphe (voir, par exemple le 10.5 de la CISPR 22:2005).

7.2.9.2.3 Cable layout and termination

In EMC testing the reproducibility of measurement results is often poor due to differences in cable layout and termination, when one single EUT is measured at various test-sites.

The following listed items are general conditions of the test set up in order to provide good reproducibility (see Figures 7 and 8). Ideally all radiation to be measured should only be emitted from the test volume. The cables used during the test shall be in accordance with manufacturer's specifications. If such cables are not available, the specifications of the cables used during testing shall be clearly described in the test report.

The cables that are connected to the EUT and ancillary equipment or power supply shall include a length of 0,8 m run horizontally and 0,8 m run vertically (without any bundling) inside the test volume (see Figure 7 and 8). Any cable length in excess of 1,6 m with a relative tolerance of $\pm 5\%$ shall be routed outside the test volume.

If the manufacturer specifies a shorter length than 1,6 m, then where possible, it shall be oriented such that half of its length is horizontal and half is vertical in the test volume.

Cables that are not exercised through ancillary equipment during the test must be appropriately terminated:

- coaxial (shielded) cables with coaxial terminator with correct impedance (50 Ω or 75 Ω);
- shielded cables with more than one inner wire must have common mode (line to reference earth/ground) and differential-mode (line to line) termination in accordance with the manufacturer's specifications;
- unshielded cables must have differential mode termination as well as common-mode termination in accordance with the manufacturer's specifications.

If the EUT needs ancillary equipment in order to be operated properly, special care has to be taken that no emission of that equipment can influence the radiation measurement. Ancillary equipment shall be located outside the screened room wherever possible. Measures against RF-leakage into the FAR through the interconnection cables must be taken.

The test set-up including cable layout, specifications of attached cables and terminations, and measures taken to suppress the emission influence of the cable length outside the test volume (for instance the use of ferrite clamps) are specified in the different product standards.

Owing to the different nature of the many possible EUTs, product standards may deviate considerably from this subclause, (e.g. 10.5 of CISPR 22:2005).

7.2.9.3 Méthode d'essai pour les émissions rayonnées (de 30 MHz à 1 GHz) et l'immunité (de 80 MHz à 1 GHz) avec un montage d'essai en chambre semi anéchoïque

7.2.9.3.1 Applicabilité

Comme alternative aux différents montages d'essai pour les essais d'émissions rayonnées et les essais d'immunité aux rayonnements, les essais relatifs aux deux exigences peuvent être menés, à la discrétion des comités produits, en utilisant un montage uniforme de l'EST conformément aux dispositions du présent paragraphe.

Le montage d'essai décrit dans ce paragraphe est applicable lorsque les essais d'émissions rayonnées et les essais d'immunité de l'EST utilisant la même configuration et le même montage d'essai sont techniquement justifiés. Le montage d'essai est considéré pour être particulièrement applicable aux EST de configuration simple, par exemple, des enveloppes simples, des combinaisons de petites enveloppes, moins de 5 câbles raccordés à l'EST.

L'essai d'immunité aux rayonnements peut être réalisé avec du matériau absorbant placé sur des parties du plan de sol, entre l'EST et l'antenne de transmission, si nécessaire afin d'assurer l'uniformité du champ, ainsi que décrit dans la CEI 61000-4-3.

Les caractéristiques normalisées d'atténuation d'emplacement de la chambre semi-anéchoïque (SAR) doivent satisfaire les exigences de la CISPR 16-1-4:2003.

NOTE Ce montage d'essai alternatif est autorisé pour les EST dont les normes d'émission produit autorisent des essais d'émissions rayonnées à une distance de séparation de 3 m.

7.2.9.3.2 Définition du périmètre de l'EST et de la distance de séparation EST-Antenne

Les essais d'émissions rayonnées et d'immunité doivent être menés avec l'antenne de réception ou de transmission située à une distance horizontale de 3 m augmentée de la moitié de la largeur maximale de l'EST soumis aux essais, mesurée depuis le centre de l'EST. Le point de référence de l'antenne utilisé lors de la détermination de sa distance à l'EST est le point de référence identifié. Cependant, si le point de référence n'est pas spécifié, le point de référence est un point situé le long de la perche horizontale de l'antenne, à mi-chemin entre les éléments de l'antenne dipôle, et qui correspond à une demi longueur d'onde des limites de fréquences supérieure et inférieure à évaluer.

NOTE Pour une antenne log-périodique, le fabricant peut spécifier le point de référence.

Le périmètre de l'EST est défini comme le plus petit rectangle imaginaire englobant l'EST. Tous les câbles inter-systèmes doivent être inclus à l'intérieur de cette limite (voir Figure 13). Chacun des bords de ce périmètre doit s'appuyer sur l'une des quatre faces planes de l'EST, et être coplanaire (et si possible inclus à l'intérieur) aux zones de champ uniforme (UFA) calibrées pour les essais d'immunité, et dépendant de la distance horizontale d'essai.

7.2.9.3.3 Volume d'essai uniforme

Le volume d'essai uniforme est défini par les conditions suivantes:

- L'EST et ses périphériques associés et ses câbles doivent tenir à l'intérieur d'un volume d'essai où les exigences NSA de la CISPR 16-1-4 sont satisfaites. Se référer à la procédure NSA des sites d'essai alternatifs pour la mesure des émissions de la CISPR 16-1-4:2003;

7.2.9.3 Radiated emissions (30 MHz to 1 GHz) and immunity (80 MHz to 1 GHz) test method with common test set-up in semi-anechoic chamber

7.2.9.3.1 Applicability

As an alternative to different test set-ups for radiated emissions and radiated immunity testing, at the discretion of product committees, testing to both requirements may be performed using a common EUT arrangement in accordance with the provisions of this clause.

The test arrangement described in this clause is applicable when radiated emissions and immunity testing of the EUT using the same configuration and test set-up is technically justified. This test arrangement is considered to be most applicable to EUTs of simple configuration, e.g. single enclosure, combination of small enclosures, less than 5 cables connected to the EUT.

The radiated immunity test may be performed with absorbing material on sections of the ground plane between the EUT and the transmitting antenna, if necessary to achieve field uniformity, as described in IEC 61000-4-3.

The normalized site attenuation characteristics of the semi-anechoic chamber (SAC) shall satisfy the requirements of CISPR 16-1-4:2003.

NOTE This alternative test arrangement is allowed for EUTs whose product emissions standards permit radiated emission tests at 3 m separation distance.

7.2.9.3.2 EUT perimeter definition and antenna-to-EUT separation distance

Radiated emission and immunity tests shall be made with the receive or transmit antenna located at a horizontal distance of 3 m plus half of the maximum width of the EUT being tested, measured from the centre of the EUT. The antenna reference point used when determining its distance from the EUT is the identified reference point. However, if the reference point is not specified, the reference point is a point along the horizontal antenna boom midway between the dipole antenna elements that correspond to a half wavelength of the upper and lower frequency limits to be evaluated.

NOTE For a log-periodic antenna, the manufacturer may specify the reference point.

The EUT perimeter is defined by the smallest imaginary rectangle encompassing the EUT. All intersystem cables shall be included within this perimeter (see Figure 13). Each edge of this perimeter shall lie in one of the four face planes of the EUT, co-planar with (and possibly residing within) the uniform field areas (UFAs) calibrated for immunity tests, depending upon the horizontal test distance.

7.2.9.3.3 Uniform test volume

The uniform test volume is defined by the following conditions.

- The EUT and its associated peripherals and cables shall fit into a test volume where the NSA requirements of CISPR 16-1-4 are fulfilled. Refer to the NSA procedure for alternative test sites for use in emission measurements of CISPR 16-1-4:2003;

- L'EST et ses périphériques et câbles associés doivent tenir à l'intérieur d'un volume d'essai qui autorise chacune des faces de l'EST et de ses périphériques et câbles associés à être alignés avec la zone de champ uniforme conformément aux exigences de la CEI 61000-4-3:2002 et comme décrit dans le présent article.

L'évaluation des EST ayant des frontières inégales ou non symétriques à deux distances de séparation d'antenne nécessite une calibration de la zone de champ uniforme en conformité avec les exigences de la CEI 61000-4-3. Dans l'exemple montré à la Figure 13, ceci se situe au plan avec la longueur « b » le long de la face avant de l'EST (azimut 0°) et au plan de longueur « a » le long de la face latérale de l'EST (azimut 90°).

Pour accueillir des EST avec une largeur maximale de 1,5 m, la zone de champ uniforme peut être calibrée comme indiqué en suivant les deux conditions ci-dessous:

- dans un plan orthogonal à l'axe de l'antenne passant à travers le centre du plateau tournant;
- dans un plan orthogonal à l'axe de l'antenne à 0,75 m en avant du centre du plateau tournant, perpendiculairement à l'axe de mesure.

Une interpolation linéaire peut être réalisée pour tester un EST dont la face exposée est entre les deux zones de champ uniforme (UFA). Il est supposé que:

- le critère de -0 dB à +6 dB est satisfait pour le nombre de points défini par la CEI 61000-4-3 pour chacune des deux surfaces, et
- les intensités de champ moyennes des points satisfaisant le critère -0 dB à +6 dB dans les deux zones de champ uniforme sont inversement proportionnelles à la distance entre l'antenne et la zone de champ uniforme lorsqu'on applique une puissance incidente constante à l'antenne.

Indiquer P_{c1} comme la puissance vers l'avant (échelle logarithmique) pour la zone de champ uniforme du plateau tournant, évaluée soit par la calibration avec un champ constant, soit par la méthode de calibration avec puissance constante, et P_{c2} comme la puissance correspondante vers l'avant pour la zone de champ uniforme, à 0,75 m du centre du plateau tournant. La puissance incidente nécessaire pour illuminer une surface de l'EST peut être calculée par l'interpolation linéaire de P_{c1} et P_{c2} et les distances à l'antenne correspondantes (également en échelle logarithmique). Se référer au 6.2 de la CEI 61000-4-3 – calibration du champ, pour les mesures et descriptions.

Pour des variations de dimensions de périmètre d'enveloppe d'un EST inférieures ou égales à 20 % de la distance de séparation de 3 m (soit 0,6 m ou moins), une seule zone de champ uniforme est nécessaire à la distance de séparation correspondant au plan 1 de la Figure 13 (la face la plus large de l'EST).

NOTE Lorsque la méthode décrite dans le paragraphe ci-dessus est utilisée, deux faces de l'EST seront testées à un niveau d'immunité supérieur, à cause de leur distance plus réduite de l'antenne de transmission.

7.2.9.3.4 Spécifications pour les montages d'essai uniformes pour les émissions/l'immunité

Les essais doivent être effectués avec l'équipement configuré de manière aussi proche que possible de son mode de fonctionnement pratique. Sauf indication contraire, les câbles et conducteurs doivent être tels que spécifiés par le fabricant et l'équipement doit être placé dans son support (ou armoire) avec tous les couvercles et panneaux d'accès en place. Toute déviation des conditions normales de fonctionnement de l'EST doit être consignée dans le rapport d'essai.

Les définitions de 7.2.5.2 s'appliquent.

- The EUT and its associated peripherals and cables shall fit into a test volume which allows each of the faces of the EUT and its associated peripherals and cables to be aligned with the uniform field area according to the requirements of IEC 61000-4-3:2002 and as described in this clause.

Evaluation of EUTs having unequal or non-symmetric boundaries at two antenna separation distances requires uniform field area calibrations according to the requirements in IEC 61000-4-3. In the example shown in Figure 13, this is at the plane with length "b" along the front face of the EUT (0° azimuth) and the plane with length "a" along the side face of the EUT (90° azimuth).

To accommodate EUTs with a maximum width of 1,5 m, the uniform field area may be calibrated, as stated in the following two conditions:

- in a plane orthogonal to the axis of the antenna through the centre of the turntable;
- in a plane orthogonal to the axis of the antenna 0,75 m in front of the centre of the turntable, perpendicular to the measurement axis.

A linear interpolation can be performed to test any EUT whose exposed front is between the two calibrated UFAs. It is presumed that:

- the -0 dB to +6 dB criteria is met in the number of points defined by IEC 61000-4-3 for each of the two surfaces, and
- the average field strengths of the points satisfying the -0 dB to +6 dB criterion in the two UFAs are inversely proportional to the antenna-to-UFA distance when applying a constant forward power to the antenna.

Indicate P_{c1} as the forward power (logarithmic scale) for the UFA at the centre of the turntable, evaluated by either the calibration with constant field strength or the calibration method with constant power, and P_{c2} as the corresponding forward power for the UFA 0,75 m in front of the centre of the turntable. The required forward power to illuminate an EUT surface can be calculated by linear interpolation from P_{c1} and P_{c2} and the corresponding distances (also in logarithmic scale) to the antenna. Refer to 6.2 of IEC 61000-4-3 – calibration of field, for measurement and descriptions.

For EUT perimeter dimensions that differ by 20 % or less of the 3 m separation distance (that is 0,6 m or less), only a single uniform field area calibration is required at the separation distance corresponding to Plane 1 in Figure 13 (the widest face of the EUT).

NOTE When using the method described in the paragraph immediately above this note, two faces of the EUT will be tested at a higher immunity level due to their closer distance to the transmitting antenna.

7.2.9.3.4 Specifications for common emissions/immunity EUT test set-up

The tests shall be performed with the equipment configured as closely as possible to its typical, practical operation. Unless stated otherwise, cables and wiring shall be as specified by the manufacturer and the equipment shall be in its housing (or cabinet) with all covers and access panels in place. Any deviation from normal EUT operating conditions shall be included in the test report.

The definitions of 7.2.5.2 apply.

L'EST (sur une structure de support non conductrice, lorsque c'est applicable) doit être placé sur un plateau tournant télécommandé, comme spécifié en 7.2.5.2, afin de permettre une rotation de cet EST.

La hauteur de l'EST au-dessus du plan de sol doit être définie selon les exigences suivantes:

- un équipement sur table est placé sur une table d'essai non conductrice de $0,8 \text{ m} \pm 0,01 \text{ m}$ de hauteur, voir 7.2.5.2. La CISPR 16-1-4 spécifie la méthode pour déterminer l'impact de la table d'essai non conductrice sur les résultats d'essai;
- un équipement au sol est placé sur un support non conducteur, ainsi que spécifié dans la norme de produit applicable. S'il n'existe pas d'exigences de positionnement de l'EST en hauteur dans la norme de produit, l'EST doit être placé sur un support non conducteur à une hauteur de 5 cm à 15 cm au dessus du plan de sol.

Les équipements conçus pour être montés en saillie sur un mur doivent être testés comme des équipements sur table. L'orientation de l'EST doit correspondre à une utilisation normale (position conforme à une installation normale).

On recommande de raccorder les câbles, charges et équipements d'interface à au moins un des accès d'interface de chaque type de l'EST, et lorsque cela s'avère pratique, chaque câble doit être raccorder à un équipement typique de son utilisation réelle. Lorsqu'il existe plusieurs accès d'interface du même type, un nombre typique de ces appareils doit être raccorder à des équipements ou charges. Il est suffisant de ne connecter qu'une seule des charges pourvu qu'il puisse être démontré, par exemple par un essai préliminaire, que le raccordements d'accès supplémentaires n'augmenterait pas de manière significative le niveau de perturbation (c'est-à-dire de plus de 2 dB) ou ne dégraderait pas de manière significative le niveau d'immunité. Les justifications concernant la configuration et la charge des accès doivent être consignées dans le rapport d'essai.

Il convient de limiter le nombre de câbles supplémentaires à la condition que l'ajout d'un autre câble ne diminue pas de manière significative (2 dB par exemple) la marge par rapport à la limite.

NOTE 1 Dans certains cas, l'arrangement optimal des caractéristiques, charges, types d'interfaces et câbles s'avère différent pour les essais d'émission et d'immunité; ceci peut résulter dans la nécessité de reconfigurer l'EST à l'intérieur de l'arrangement uniforme de l'EST.

La disposition des câbles et leurs terminaisons doivent être conformes aux exigences suivantes:

- Les câbles doivent être orientés de manière à ne pas exclure les rayonnements polarisés horizontalement ou verticalement.
- Les règles de dispositions et de longueur de câbles définies dans la norme de produits applicable pour l'immunité et le rayonnement doivent être appliquées. Dans le cas d'exigences contradictoires, la disposition et la longueur maximale des câbles définies dans la norme de produit pour les émissions doit prévaloir. Ces règles peuvent être respectées par l'utilisation des règles de positionnement des câbles édictées dans les normes d'émission, et par l'exposition d'une longueur minimale de 1 m de câble, avec une combinaison de parties horizontales ou verticales, au champ électromagnétique pendant les essais d'immunité (sauf spécifications du fabricant nécessitant des câbles plus courts). Les longueurs de câbles en excès doivent être disposées en faisceau approximativement au milieu de la longueur du câble afin de former un faisceau de 30 cm à 40 cm de longueur. Si aucune information n'est fournie au sujet de la disposition des câbles dans les normes produits pour l'émission, alors la disposition suivante peut être appliquée:

The EUT (on a non-conductive support structure, where applicable) shall be placed on a remotely operated turntable, as specified in 7.2.5.2, to allow the EUT to be rotated.

The height of the EUT above the ground plane shall be according to the following requirements.

- Table-top equipment is placed on a non-conductive set-up table with height $0,8\text{ m} \pm 0,01\text{ m}$, see 7.2.5.2. CISPR 16-1-4 specifies the method to determine the impact of the non-conductive set-up table on test results.
- Floor-standing equipment is placed on a non-conductive support, as specified in the applicable product standard. If there are no EUT height placement requirements in the product standard, the EUT shall be placed on a non-conductive support at a height of 5 cm to 15 cm above the ground plane.

Equipment designed for wall-mounted operation shall be tested as table-top equipment. The orientation of the EUT shall be consistent with that of normal operation (that is, positioned as normally installed).

Interface cables, loads, and devices should be connected to at least one of each type of the interface ports of the EUT and, where practical, each cable shall be terminated in a device typical for its actual use. Where there are multiple interface ports of the same type, a typical number of these devices shall be connected to devices or loads. It is sufficient to connect only one of the loads, provided that it can be shown, for example by preliminary testing, that the connection of further ports would not significantly increase the level of disturbance (that is, more than 2 dB) or significantly degrade the immunity level. The rationale for the configuration and loading of ports shall be documented in the test report.

The number of additional cables should be limited to the condition where the addition of another cable does not decrease the margin by a significant amount (for example, 2 dB) with respect to the limit.

NOTE 1 In some cases the optimum arrangement of features, loads, interface types, and cables for emissions and immunity tests are different, which may result in the need for some reconfiguration of the EUT within the confines of the uniform EUT arrangement.

The cable layout and termination shall be according to the following requirements.

- The cables shall be oriented so that vertically- and horizontally-polarised radiation fields are not excluded.
- The cable layout rules and cable lengths defined in the applicable product emission and immunity standards shall be applied. However, in case of conflicting requirements, the layout and maximum cable lengths defined in the product emission standard must take precedence. Fulfilling the rules can be accomplished by applying the cable placement rules of the emissions standard and exposing a minimum length of 1 m of cable, with a mix of horizontal or vertical parts, to the electromagnetic field during immunity testing (unless the manufacturer's specifications require shorter cables). Excess cable lengths should be bundled in the approximate centre of the length of the cable to form a bundle 30 cm to 40 cm in length. If no information is provided about cable layout in the product emission standard, the following arrangement is applied:

- Pour les EST posés sur table (Figures 9 et 10), les câbles quittant le volume d'essai uniforme (c'est-à-dire ceux qui connectent l'EST au monde extérieur) doivent être exposés au champ électromagnétique comme indiqué aux Figures 9 et 10 sur une longueur totale de 1 m ($\pm 0,1$ m), puis étendus verticalement vers le sol (avec une longueur minimale imposée de 0,8 m par la hauteur de la table de l'EST). Les câbles d'interconnexion qui pendent de la table doivent être à une distance minimale de 0,4 m ($\pm 0,04$ m) du plan de sol. Si les câbles qui pendent à moins de 40 cm du plan de sol ne peuvent être raccourcis à la longueur appropriée, la longueur de câble en excès doit être pliée d'avant en arrière, pour former un faisceau de 30 cm à 40 cm de long. Si pour certains câbles la longueur maximale déclarée par le fabricant ne permet pas une disposition horizontale d'1 m de câble, incluant une longueur suffisante pour atteindre le plan de sol pour les produits posés sur table (placés sur la table haute de 0,8 m), la disposition horizontale doit dépendre de la longueur de câble excédant 0,8 m. L'arrangement en faisceau n'est pas exigé.
- Pour les EST posés au sol (Figures 11 et 12), les câbles quittant le volume d'essai uniforme doivent être disposés avec une longueur minimale de 0,3 m ($\pm 0,03$ m) placée horizontalement à l'intérieur du volume d'essai, et avec une longueur disposée verticalement conformément à une utilisation typique et normale (dépendant de la hauteur des accès d'E/S au dessus du sol). Les câbles horizontaux doivent être isolés des plans de sol par une hauteur de 10 cm sur toute la longueur du câble qu'il est envisagé d'étendre au sol.

Le câblage entre les enveloppes de l'EST doit être considéré comme suit.

- Les câblages types et les connecteurs spécifiés par le fabricant doivent être utilisés.
- Si les spécifications du fabricant exigent un câble de longueur inférieure ou égale à 3 m, alors la longueur spécifiée doit être utilisée. Les câbles doivent être exposés sur une longueur de 1 m ($\pm 0,1$ m) et la longueur en excès doit être pliée d'avant en arrière, pour former un faisceau de 30 cm à 40 cm de longueur, pour les équipements posés sur table (voir Figures 9 et 10) et approximativement de 1 m pour les équipements posés au sol (voir Figures 11 et 12).
- Si la longueur spécifiée est supérieure à 3 m ou n'est pas spécifiée, alors la longueur illuminée doit être de 1 m. Les longueurs de câbles en excès doivent être étendues à l'extérieur du volume d'essai.

Les combinaisons d'EST posés sur table et d'EST posés au sol doivent être arrangées selon la configuration de montage de chaque équipement individuel et les câbles d'interconnexion entre les équipements posés sur table et les équipements posés au sol doivent se conformer à ces règles.

- Pour les câbles non raccordés à un équipement auxiliaire, des terminaisons en mode différentiel et en mode commun doivent être simulées pour représenter l'équipement auxiliaires qui serait connecté aux câbles et représenterait l'impédance fonctionnelle requise.
- Les câbles non raccordés à un autre équipement peuvent être terminés comme suit (voir également 7.2.5.2):
 - les câbles coaxiaux blindés doivent être terminés par une terminaison coaxiale (usuellement 50 Ω ou 75 Ω);
 - les câbles blindés avec plus d'un seul conducteur doivent avoir des terminaisons en mode commun et en mode différentiel selon les spécifications du fabricant de l'EST. Cette terminaison en mode commun doit être raccordée de manière appropriée entre les conducteurs intérieurs ou leurs terminaisons en mode différentiel et le blindage du câble. Si aucune information n'est disponible au sujet des terminaisons en mode commun, il est recommandé d'utiliser des terminaisons en mode commun de 150 Ω ;
 - les câbles non blindés doivent avoir une terminaison en mode différentiel conforme aux spécifications du fabricant.

- For a table-top EUT (Figures 9 and 10), the cables leaving the uniform test volume (that is, those that connect the EUT to the outside world) shall be exposed to the electromagnetic field according to Figures 9 and 10 for a total length of 1 m ($\pm 0,1$ m), and then extended vertically down towards the floor (with a minimum length of 0,8 m imposed by the EUT table height). Interconnecting cables that hang from the table shall be at a minimum distance of 0,4 m ($\pm 0,04$ m) from the ground plane. If cables, which hang closer than 40 cm to the ground plane cannot be shortened to the appropriate length, the excess cable shall be folded back and forth, forming a bundle 30 cm to 40 cm long. If the maximum length declared by the manufacturer for certain cables does not allow a one meter horizontal cable layout, including a length to get to the ground plane for table-top products (placed on the 0,8 m height table), the horizontal layout shall depend on the length of cable in excess of 0,8 m. Bundling is not required.
- For a floor-standing EUT (Figures 11 and 12), cables leaving the uniform test volume shall be arranged with a length of at least 0,3 m run horizontally within the test volume and with a vertical run according to typical, normal use (depending on the height of the I/O port above floor). Horizontal cables shall be insulated from the ground planes by a minimum height of 10 cm for the entire length of the cable that is intended to be laid out along the floor.

Cabling between enclosures of the EUT shall be treated as follows:

- The manufacturer's specified cabling types and connectors shall be used.
- If the manufacturer's specification requires a cable length of less than or equal to 3 m, then the specified length shall be used. The cables shall be exposed for a length of 1 m ($\pm 0,1$ m) and the excess shall be folded back and forth, forming a bundle 30 cm to 40 cm long, for table-top equipment (see Figures 9 and 10) and approximately 1 m for floor-standing equipment (see Figures 11 and 12).
- If the specified length is greater than 3 m or is not specified, then the illuminated length shall be 1 m. The excess cables shall be extended outside the test volume.

EUT combinations of table-top equipment and floor-standing equipment shall be arranged according to the set-up of each individual equipment configuration and the interconnecting cables between table-top equipment and floor-standing equipment shall be according to these rules.

- For the cables not terminated to auxiliary equipment, differential and common mode terminations should be simulated to represent the auxiliary equipment that would be connected to the cables and represent the required functional impedance.
- Cables not connected to another device may be terminated as follows (see also 7.2.5.2).
 - Coaxial shielded cables shall be terminated with a coaxial termination (usually 50 Ω or 75 Ω).
 - Shielded cables with more than one inner wire should have common and differential mode termination according to the EUT manufacturer's specifications. This common mode termination is to be connected appropriately between the inner wires or their differential mode termination and cable shield. If no information is available about the common mode terminations, 150 Ω common mode terminations should be used.
 - Unshielded cables must have differential mode termination according to the manufacturer's specifications.

NOTE 2 Il convient que tous les câbles qui ont été raccourcis par rapport à leur longueur maximale déclarée par le fabricant et fournis avec des terminaisons artificielles pour des raisons de commodité des essais, selon ce paragraphe, soient également équipés de terminaisons en mode commun de 150 Ω avec la paroi de l'enceinte ou le sol.

Les éléments suivants sont en prendre en considération en 7.2.5.2.

- Si l'EST requiert un équipement auxiliaire (AE, voir Note 3) pour fonctionner correctement, alors une attention particulière doit être apportée pour s'assurer que l'AE n'affecte pas les mesures d'émissions rayonnées ni les essais d'immunité rayonnée. Les AE peuvent être situés à l'extérieur de la chambre anéchoïque pendant les essais si des interfaces de raccordement appropriées sont disponibles sur le blindage de la chambre. Des mesures préventives contre les fuites RF à l'intérieur ou à l'extérieur de la chambre anéchoïque à travers le câble d'interconnexion peuvent s'avérer nécessaires.

NOTE 3 Un équipement auxiliaire est un appareil nécessaire pour aider à la réalisation de l'EST (par exemple des équipements qui simulent des réseaux de télécommunications). L'équipement auxiliaire peut être physiquement situé en dehors de l'environnement d'essai.

- Les autres méthodes ou équipements utilisés pour supprimer les émissions indésirables par les AE doivent être situés à l'extérieur de l'enceinte d'essai ou en dessous d'un sol surélevé.
- Le montage d'essai, incluant la disposition des câbles, les spécifications des câbles raccordés et de leurs terminaisons, ainsi que d'autres mesures prises pour supprimer les émissions des équipements auxiliaires à l'extérieur du volume d'essai doivent être clairement décrits dans le rapport d'essai.

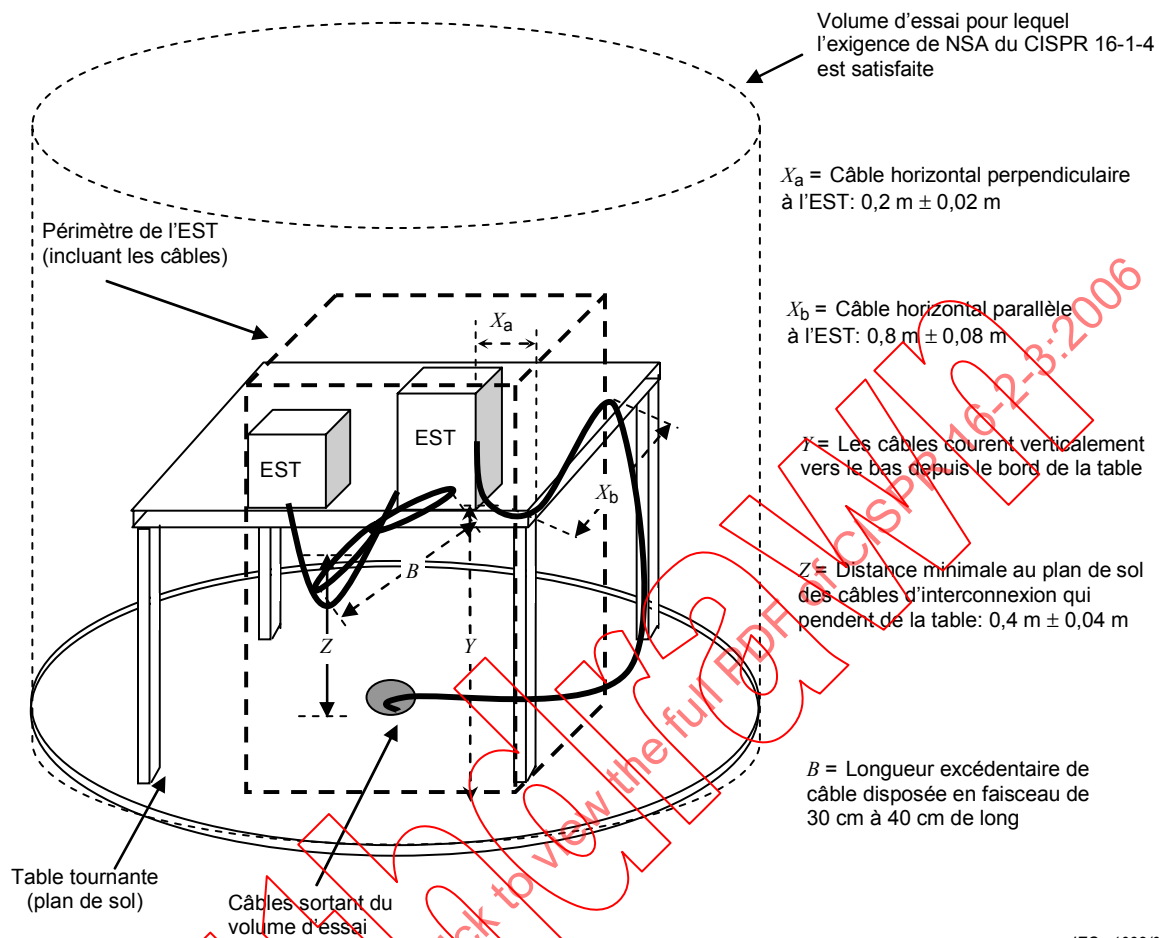
NOTE 2 All cables which have been shortened in respect to its maximum length declared by the manufacturer and provided with artificial terminations for testing convenience, according to this paragraph, should also be provided with additional 150 Ω common mode terminations to the test chamber wall or floor.

The following items should be considered with 7.2.5.2.

- If the EUT needs auxiliary equipment (AE, see Note 3) to operate properly, special care must be taken to ensure that AE does not affect the radiated emissions measurements or the radiated immunity tests. AE may be located outside the anechoic chamber during testing if proper connecting interfaces are available on the chamber shielding. Measures to prevent RF-leakage into or out of the anechoic chamber through the interconnection cable may be necessary.

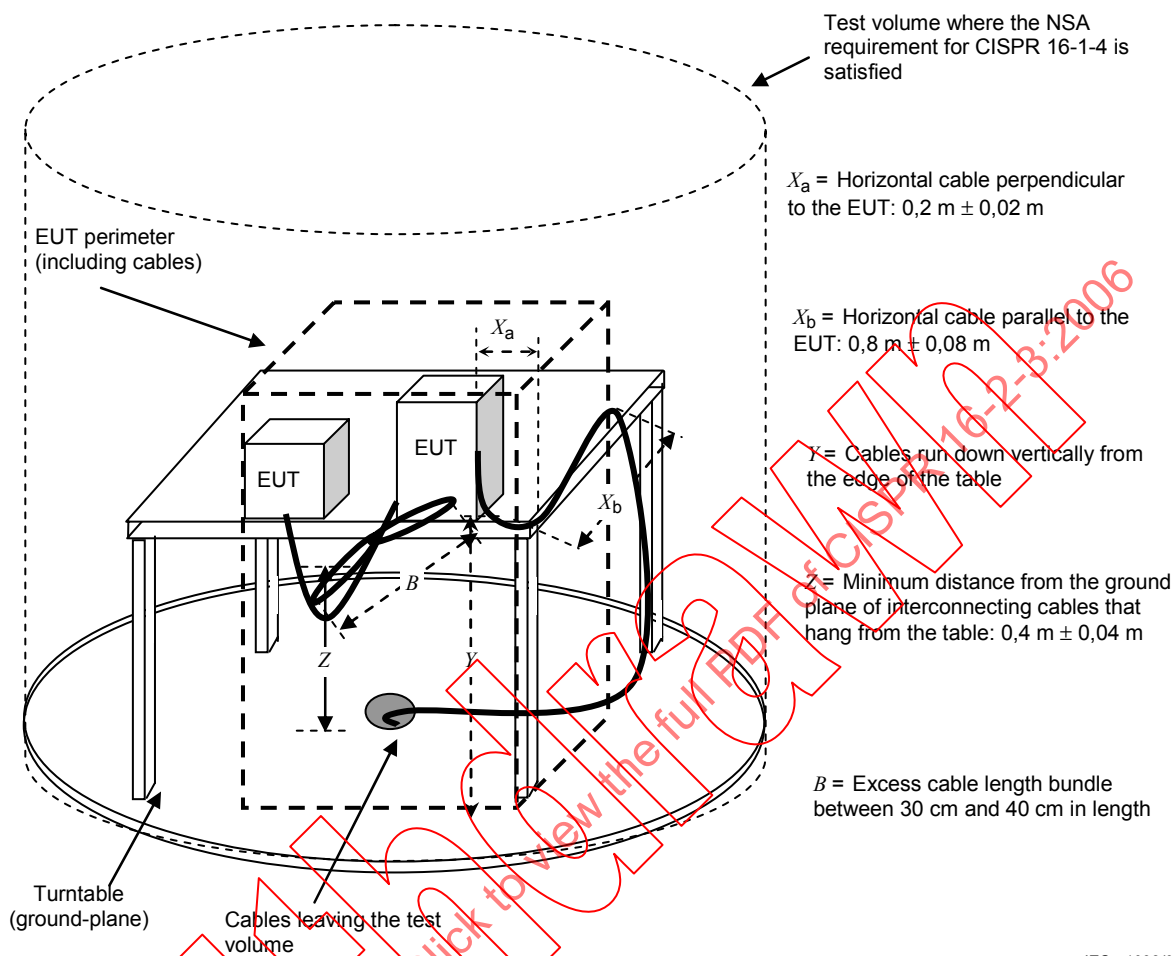
NOTE 3 Auxiliary equipment (AE) is apparatus needed to help exercise the EUT (for example, devices that simulate telecommunications networks). The AE may be physically located outside the test environment.

- Other methods or equipment used to suppress unwanted emissions from AE shall be located outside the test chamber or beneath the raised floor.
- The test set-up, including cable layout, specifications of attached cables and terminations, and other measures taken to suppress emissions from AE outside the test volume, shall be clearly described in the test report.



IEC 1092/06

Figure 9 – Montage d'essai pour un matériel posé sur table



IEC 1092/06

Figure 9 – Test set-up for tabletop equipment

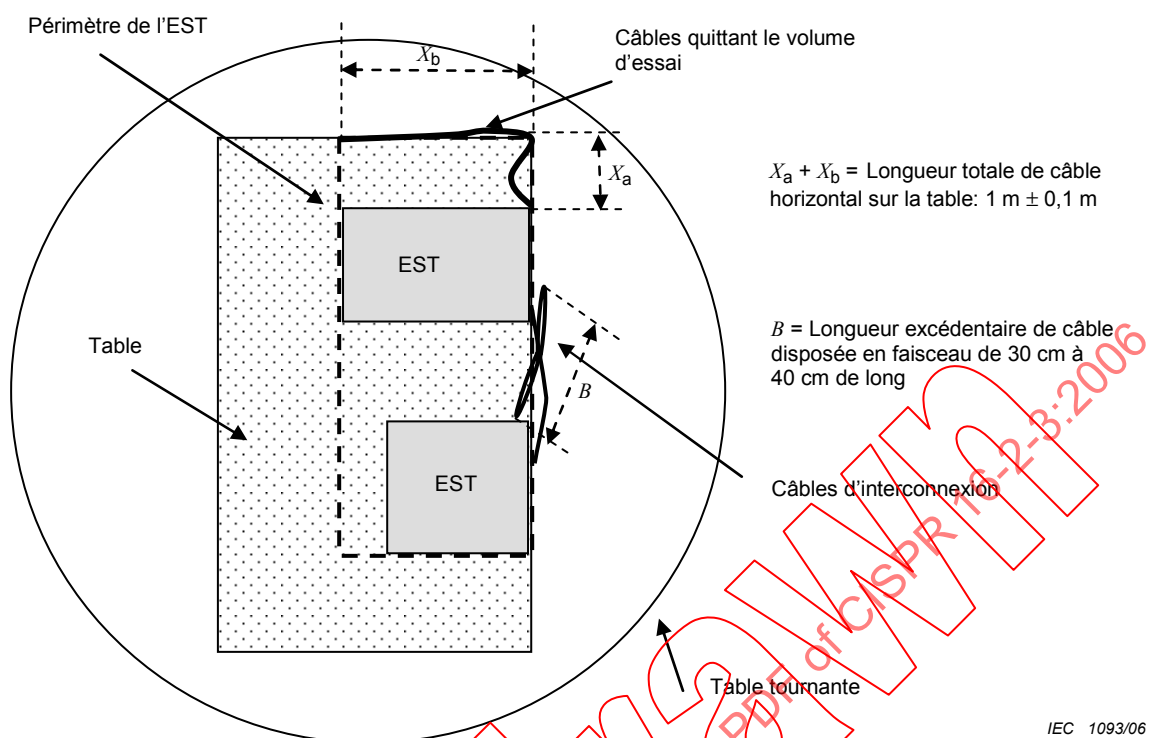


Figure 10 – Montage d'essai pour un matériel posé sur table, vue de dessus

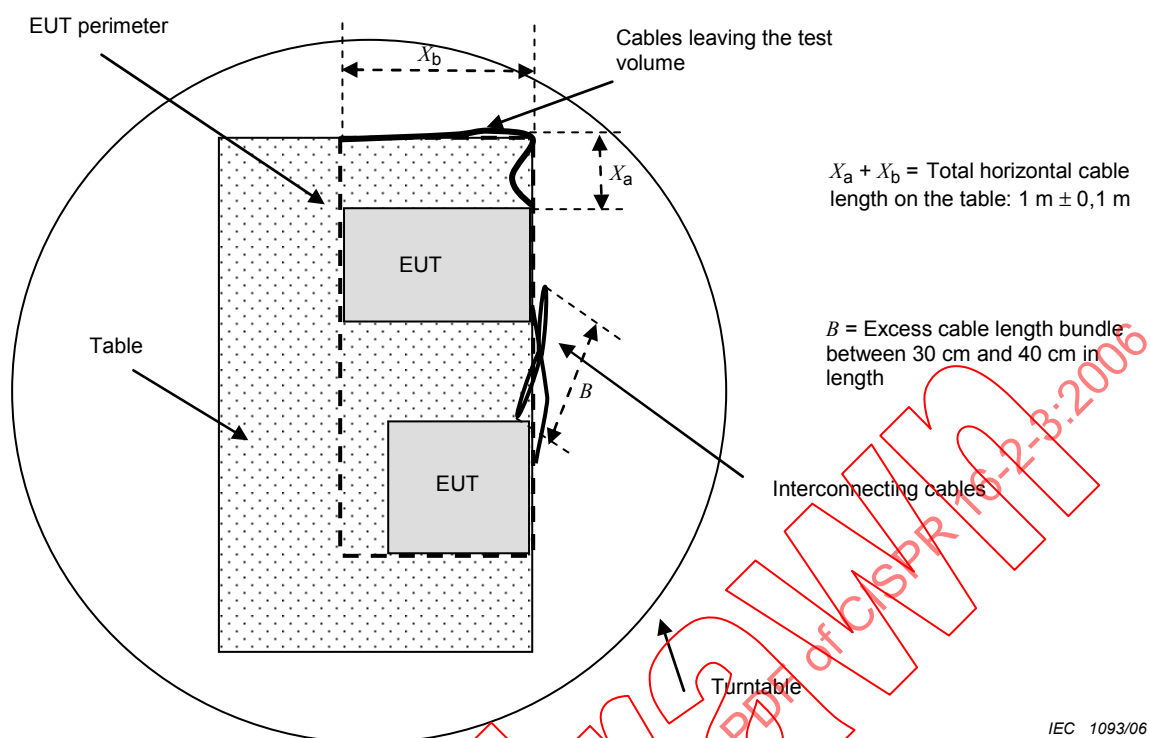
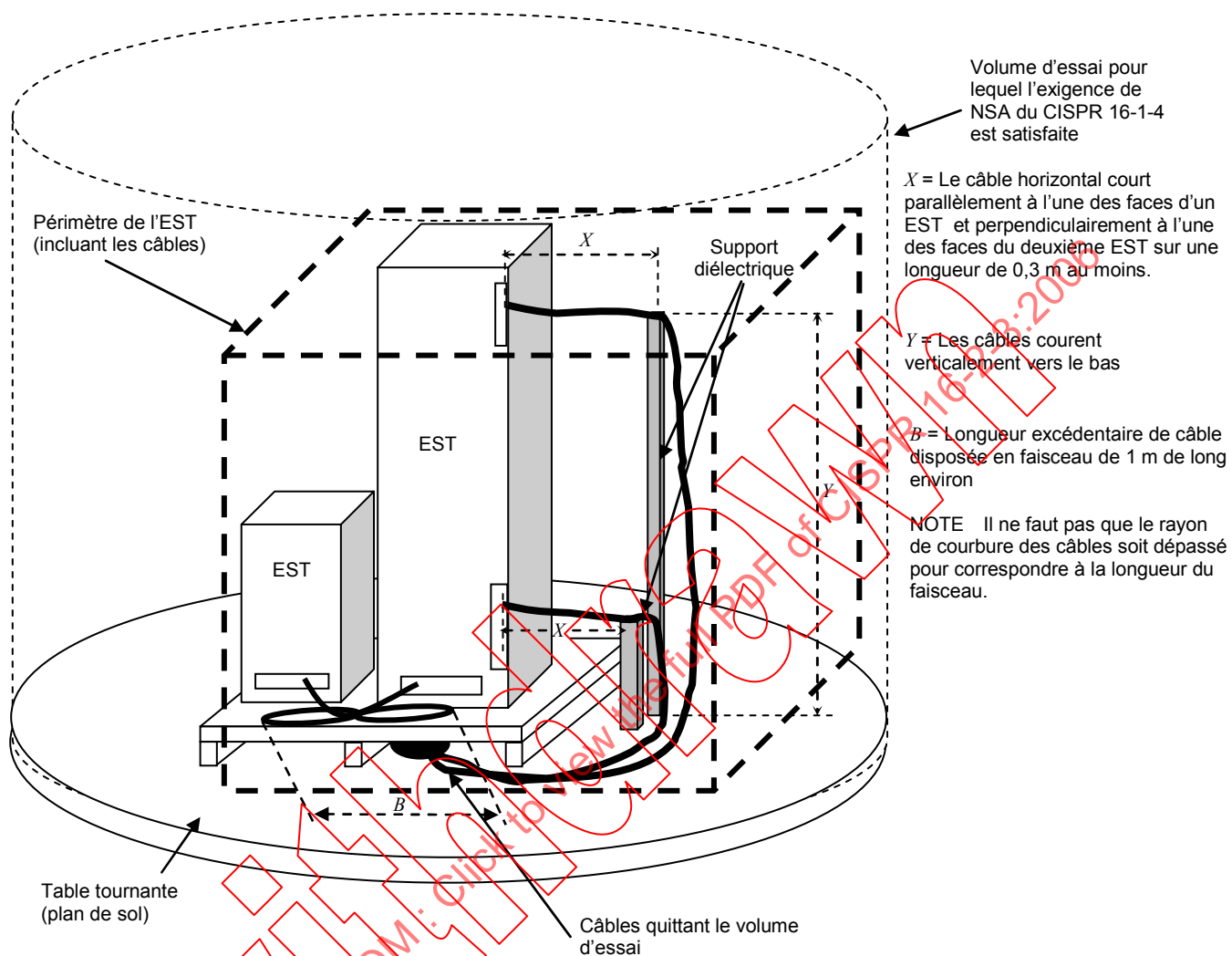
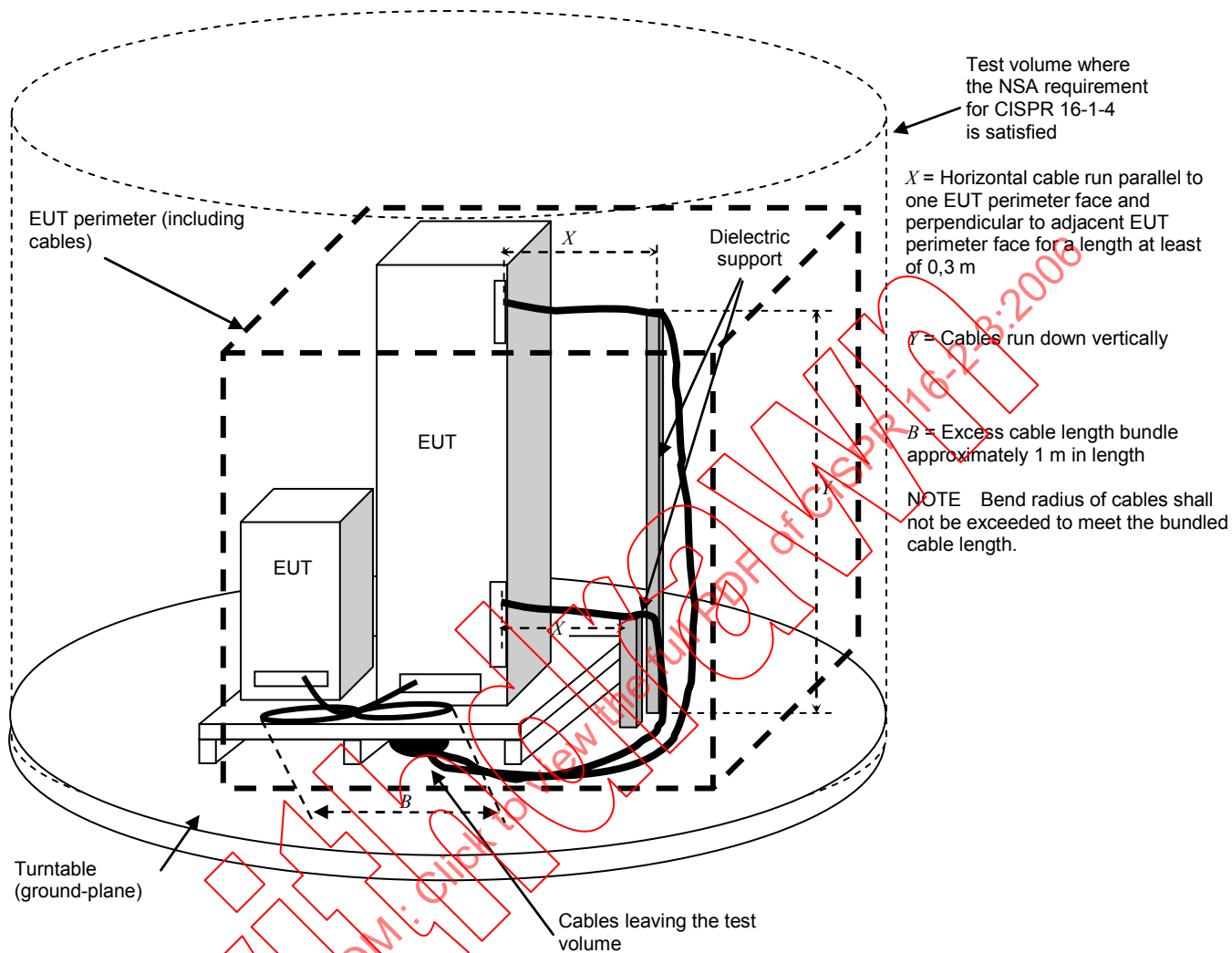


Figure 10 – Test set-up for tabletop equipment – Top view



IEC 1094/06

Figure 11 – Montage d'essai pour un matériel posé au sol



IEC 1094/06

Figure 11 – Test set-up for floor-standing equipment

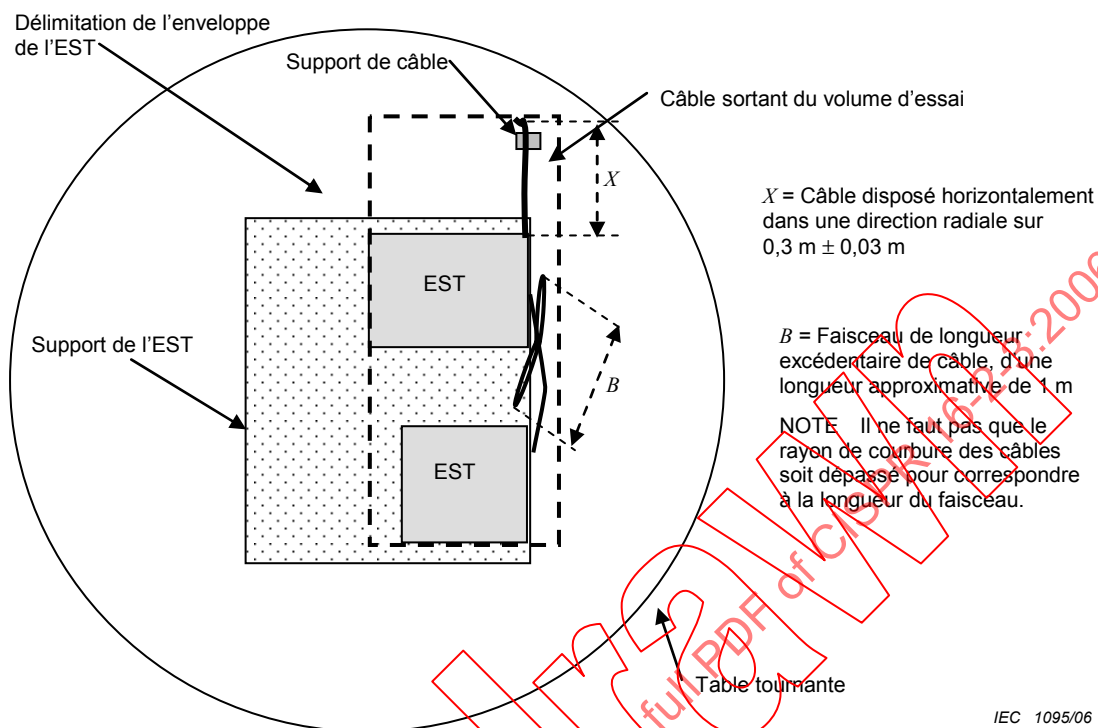


Figure 12 – Montage d'essai pour un matériel posé au sol, vue de dessus

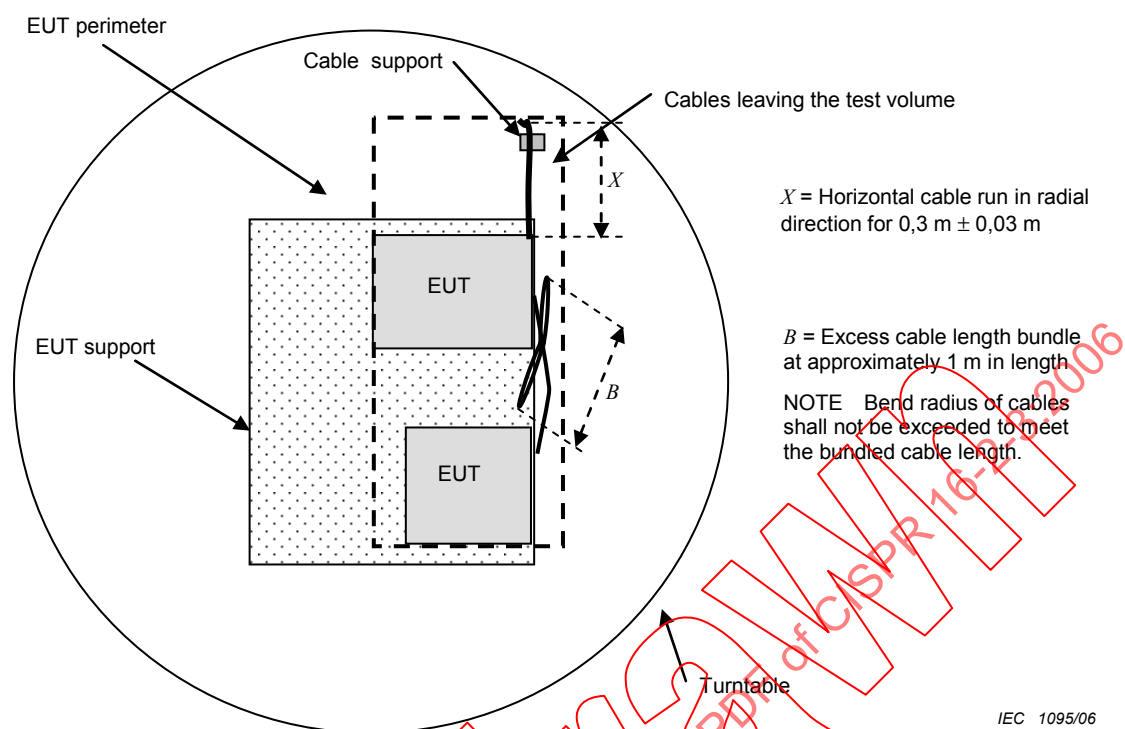
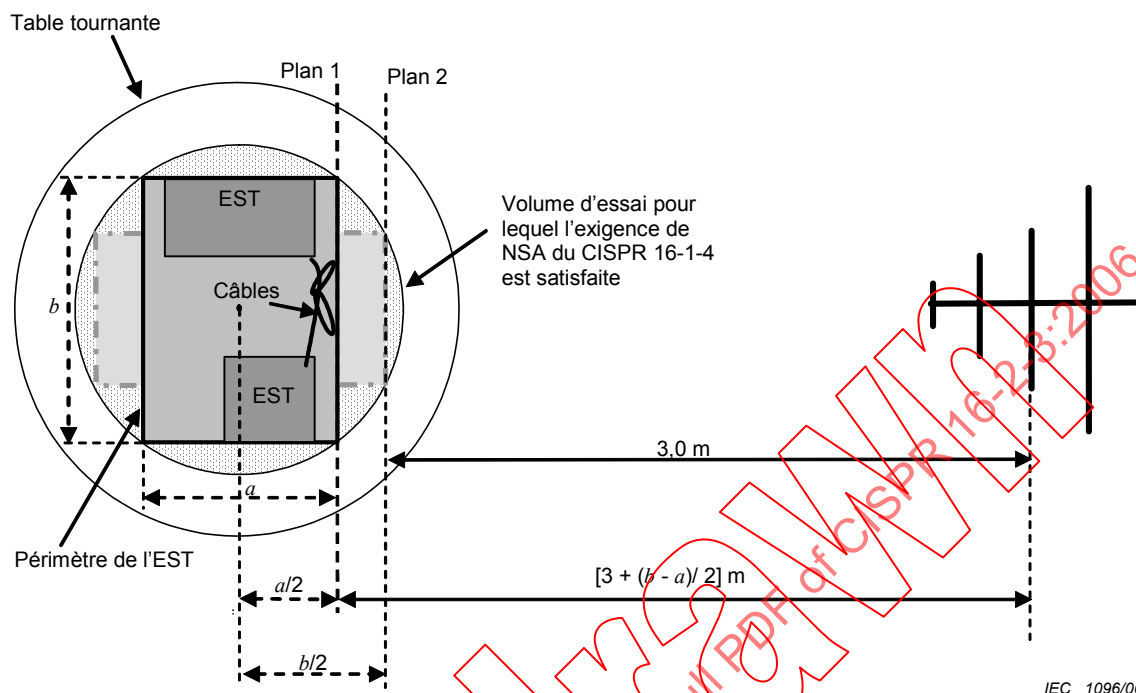


Figure 12 – Test set-up for floor-standing equipment, Top view



IEC 1096/06

Figure 13 – Position des plans pour la calibration du champ uniforme (vue de dessus)

Le périmètre de l'EST, incluant les câbles de connexion, doit tenir à l'intérieur d'un volume d'essai pour lequel l'exigence de NSA est satisfaite.

Pour les montages uniformes d'émission/immunité, le site doit être étalonné selon deux plans verticaux correspondant aux dimensions minimale et maximale du périmètre de l'EST à 0°, 90°, 180° et 270° par rapport aux faces de l'EST. Les types d'équipement à tester dans l'installation peuvent être pris en compte pour la sélection de la localisation des deux plans.

Si des absorbants au sol sont utilisés pour réaliser le critère d'uniformité du champ, ces absorbants doivent être placés entre l'antenne de transmission et le plan 2. Si un seul plan est calibré (c'est-à-dire pour un EST ayant une différence entre les dimensions limites inférieure à 0,6 m), les absorbants au sol, lorsqu'ils sont utilisés doivent être placés entre l'antenne de transmission et le plan calibré.

7.2.10 Mesure en cellule TEM

(A l'étude)

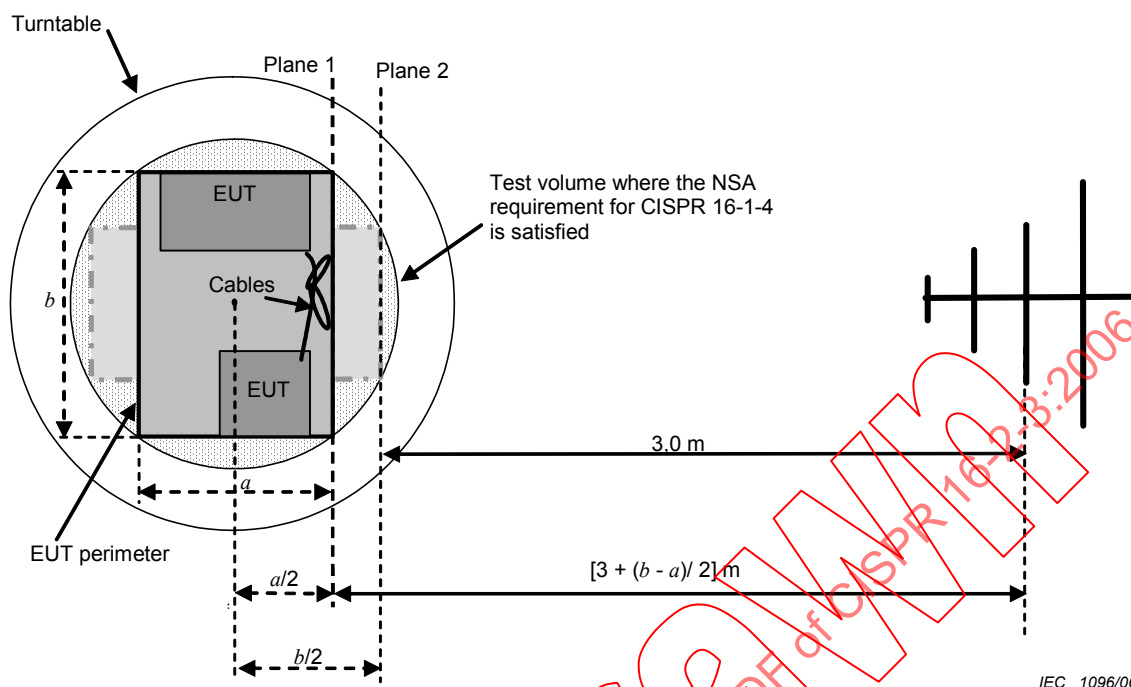


Figure 13 – Position of planes for uniform field calibration (top-view)

The EUT perimeter, including the connecting cables, shall fit within the test volume where the NSA requirement is satisfied.

For uniform common emission/immunity set-up, the facility must be calibrated at two vertical planes corresponding to the minimum and maximum dimensions of the EUT perimeter at 0°, 90°, 180° and 270° to the EUT faces. The types of equipment to be tested in the facility may be considered for selection of the two plane locations.

If floor absorbers are used to achieve the field uniformity criterion, these absorbers shall be placed between the transmitting antenna and Plane 2. If only one plane is calibrated (that is, an EUT with a difference of the two boundary dimensions being less than 0,6 m), the floor absorbers, when used, shall be placed between the transmitting antenna and the calibrated plane.

7.2.10 Measurements in TEM cells

(Under consideration)

7.3 Mesure du champ électromagnétique dans la gamme de fréquences de 1 GHz à 18 GHz

7.3.1 Quantité à mesurer

Le champ électrique émis par l'appareil en essai à la distance de mesure est la quantité à mesurer. Le résultat doit être exprimé en termes de valeurs de champ.

NOTE Dans certaines normes, les limites d'émission pour les appareils sont souvent exprimées en termes de PAR (puissance apparente rayonnée) en dB(pW) au-dessus de 1 GHz. Dans les conditions de champ lointain en espace libre, la formule pour convertir la PAR en champ à 3 m est:

$$E_{(3m)}/\text{dB}(\mu\text{V/m}) = \text{PAR}/\text{dB}(\text{pW}) + 7,4$$

Pour des distances d autres que 3 m:

$$E_d/\text{dB}(\mu\text{V/m}) = \text{PAR}/\text{dB}(\text{pW}) + 7,4 + 20 \log [3/(d/\text{m})]$$

7.3.2 Distance de mesure

Le champ émis par l'appareil en essai est mesuré à une distance préférentielle de 3 m.

La distance de mesure, d , est la distance horizontale entre la périphérie du matériel en essai et le point de référence de l'antenne de réception (voir Figure 15). Le matériel en essai englobe toutes les parties du matériel en essai, y compris les supports des câbles et les équipements de support, et une longueur de câble minimale de 30 cm.

Des distances différentes peuvent être utilisées en pratique:

- des distances inférieures dans le cas de bruit ambiant élevé, ou pour réduire l'effet de réflexions non désirées, mais il convient de s'assurer que la distance de mesure est supérieure ou égale à $D^2/2 \lambda$;
- des distances supérieures pour des appareils en essai de grande dimension de façon à permettre au faisceau de l'antenne d'englober l'appareil en essai.

NOTE Compte tenu que les perturbations dominantes de l'appareil en essai peuvent être considérées comme incohérentes et rayonnées à partir d'une source ponctuelle, il est nécessaire d'appliquer la distance minimale mentionnée ci-dessus ($D^2/2 \lambda$) à l'antenne de mesure mais pas à l'appareil en essai.

Si les mesures sont effectuées à une distance différente de 3 m (voir Note ci-dessus), la distance de mesure doit être supérieure ou égale à 1 m et inférieure ou égale à 10 m. Dans un tel cas, les données de mesure doivent être ajustées à une distance de 3 m, en supposant une propagation en espace libre. Les utilisateurs sont informés que la comparaison des mesures à des distances différentes et extrapolées ne sera pas en aussi bonne corrélation que les mesures effectuées à la même distance. Les normes ou spécifications qui font référence à cette méthode d'essai doivent identifier une distance de mesure préférentielle.

7.3.3 Installation et conditions de fonctionnement du matériel en essai (EUT)

De manière générale, les installations d'essai et les conditions de fonctionnement du matériel en essai doivent être les mêmes que celles utilisées en dessous de 1 GHz. Chaque fois que cela est possible, il convient que l'installation d'essai soit représentative de l'installation la plus typique du matériel (posé sur une table, posé sur le sol, monté en rack, mural, etc.).

Il convient également que l'installation d'essai considère que les absorbants sont généralement nécessaires sur le sol entre l'antenne et le matériel en essai pour les mesures au-dessus de 1 GHz. Lorsque cela est possible en pratique, pour les mesures d'émissions au-dessus de 1 GHz, il convient que le matériel en essai soit élevé au-dessus de la hauteur des absorbants. S'il n'est pas possible d'élever l'ensemble du matériel en essai au-dessus des absorbants (c'est-à-dire pour du matériel monté en rack ou posé sur le sol), il convient d'essayer de configurer le matériel en essai (dans un rack ou un châssis, par exemple),

7.3 Field-strength measurements in the frequency range 1 GHz to 18 GHz

7.3.1 Quantity to measure

The electric field strength emitted by the EUT at the measuring distance is the quantity to measure. The result shall be expressed in terms of field strength.

NOTE In some standards, emission limits for equipment are expressed in terms of ERP (effective radiated power) in dB(pW) above 1 GHz. Under free space far field conditions, the formula to convert ERP into field strength at a 3 m distance is:

$$E_{(3m)}/\text{dB}(\mu\text{V/m}) = \text{ERP}/\text{dB}(\text{pW}) + 7,4$$

For distances d other than 3 m:

$$E_d/\text{dB}(\mu\text{V/m}) = \text{ERP}/\text{dB}(\text{pW}) + 7,4 + 20 \log [3/(d/\text{m})]$$

7.3.2 Measurement distance

The field strength emitted by the EUT is measured at a preferred distance of 3 m.

The measurement distance, d , is the horizontal distance between the periphery of the EUT and the receive antenna reference point (see Figure 15). The EUT encompasses all portions of the EUT, including cable racks and support equipment and a minimum cable length of 30 cm.

Other distances may be used in practical situations:

- shorter distances in the case of high ambient noise, or to reduce the effect of unwanted reflections, but care should be taken to ensure the measurement distance is greater than or equal to $D^2/2\lambda$.
- greater distances for large EUTs to allow the antenna beam to encompass the EUT.

NOTE Since dominant disturbances of the EUT may be assumed to be incoherent and radiated from a point source, the minimum distance mentioned above ($D^2/2\lambda$) is to be applied to the measuring antenna and not to the EUT.

If measurements are made at a distance other than 3 m (see note above), the measurement distance shall be greater than or equal to 1 m and less than or equal to 10 m. In such a case, the measurement data is to be adjusted to a 3 m distance, assuming free space propagation. Users are advised that comparison of measurements at different distances and extrapolated will not correlate as well as measurements made at the same distance. Standards or specifications that reference this test method should identify a preferred measurement distance.

7.3.3 Set-up and operating conditions of the equipment under test (EUT)

As a general guideline, test setups and operating conditions of the EUT shall be the same as those used below 1 GHz. Whenever possible, the test setup should be representative of the most typical configuration of the EUT (table-top, floor-standing, rack-mounted, wall-mounted, etc.).

The test setup should also consider that absorbers are typically required on the floor between the antenna and EUT for measurements above 1 GHz. Whenever practical, for emission measurements above 1 GHz the EUT should be raised above the height of the absorbers. If it is not possible to raise the entire EUT above the absorbers (i.e. rack-mounted or floor-standing equipment), an attempt should be made to configure the EUT (in a rack or chassis, for example) such that the radiating elements are located above the absorbers. The EUT shall

de telle sorte que les éléments rayonnants soient situés au-dessus des absorbants. Le matériel en essai doit être situé dans le volume d'essai validé, comme décrit en 5.8.2.2 de la CISPR 16-1-4:2003. S'il n'est pas pratique et sûr d'élever le matériel en essai ou ses éléments rayonnants au-dessus de la hauteur des absorbants, la portion maximale du matériel en essai qui peut être située en dessous du point le plus haut des absorbants est de 30 cm (voir 7.3.6.1 et Figure 14 ci-dessous).

La configuration réelle du matériel en essai et l'installation utilisée pour les essais doivent être indiquées dans le rapport d'essai avec des photographies ou des schémas présentant clairement l'emplacement du matériel en essai par rapport au sol de l'installation ou à la surface du plateau tournant, le placement de l'absorbant sur le sol (hauteur et emplacement), et l'emplacement de l'antenne de réception.

7.3.4 Emplacement de mesure

L'emplacement de mesure doit être conforme aux exigences décrites en 8.2 de la CISPR 16-1-4:2003.

7.3.5 Instrumentation de mesure

L'instrumentation de mesure doit être conforme aux exigences décrites en 8.2 de la CISPR 16-1-1:2003 et en 4.6 de la CISPR 16-1-4:2003.

Les mesures pour vérifier la conformité à une limite de crête doivent être réalisées avec l'analyseur de spectre de mesure de crête ou le récepteur utilisant une largeur de bande de mesure de 1 MHz (largeur de bande d'impulsion), comme défini en 8.2 de la CISPR 16-1-1:2003.

Les mesures pour vérifier la conformité à une limite moyenne doivent être réalisées avec un analyseur de spectre de mesure de crête utilisant une largeur de bande de mesure de 1 MHz (largeur de bande d'impulsion) et une largeur de bande vidéo réduite, réglée comme défini au point c) de 8.2 de la CISPR 16-1-1:2003. La valeur réelle de la largeur de bande vidéo requise pour une mesure moyenne doit être inférieure à la composante spectrale la plus faible des signaux d'entrée à mesurer.

NOTE Pour réaliser des mesures moyennes, on peut utiliser un analyseur de spectre en positionnant l'affichage en mode linéaire et la largeur de bande vidéo à une valeur inférieure à la plus petite composante spectrale du signal d'entrée à mesurer. Par exemple, si le signal d'entrée a une fréquence de répétition d'impulsion (PRF) de 1 kHz, pour une largeur de bande vidéo de moins d'1 kHz, seule la composante continue du signal (c'est-à-dire la valeur moyenne) passera à travers le filtre vidéo.

L'utilisation d'autres types de détecteurs linéaires de valeur moyenne conformes à ces exigences est autorisée. En général, l'analyseur de spectre doit être réglé sur le mode d'affichage linéaire lors de la réalisation de mesures moyennes (c'est-à-dire pas sur le mode logarithmique). La durée de balayage de l'analyseur de spectre doit être augmentée, en raison de l'utilisation de largeurs de bande vidéo plus étroites, afin d'assurer des résultats de mesure précis. Le mode logarithmique est autorisé pour des mesures moyennes, lorsque les limites de spécification supposent qu'un détecteur logarithmique sera utilisé.

7.3.6 Procédure de mesure

7.3.6.1 Description générale de la méthode de mesure du champ rayonné au-dessus de 1 GHz

La méthode de mesure du champ rayonné au-dessus de 1 GHz est basée sur la mesure du champ électrique maximal émis par le matériel en essai, comme représenté à la Figure 14.

be located in the validated test volume as described in 5.8.2.2 of CISPR 16-1-4:2003. If it is not practical and safe to raise the EUT or its radiating elements above the absorber height, the maximum portion of the EUT that may be located below the highest point of the absorbers is 30 cm (see 7.3.6.1 and Figure 14 below).

The actual EUT configuration and set-up used shall be documented in the test report with photographs or diagrams clearly showing the location of the EUT with respect to the facility floor or turntable surface, absorber placement on the floor (height and location) and receive antenna location.

7.3.4 Measurement site

The measurement site shall comply with the requirements described in 8.2 of CISPR 16-1-4:2003.

7.3.5 Measurement instrumentation

The measurement instrumentation shall comply with the requirements described in 8.2 of CISPR 16-1-1:2003 and 4.6 of CISPR 16-1-4:2003.

Measurements to verify compliance with a peak limit shall be conducted with the peak measuring spectrum analyzer or receiver using a measurement bandwidth of 1 MHz (impulse bandwidth) as defined in 8.2 of CISPR 16-1-1:2003.

Measurements to verify compliance with an average limit shall be conducted with a peak measuring spectrum analyzer using a measurement bandwidth of 1 MHz (impulse bandwidth) and a reduced video bandwidth, set as defined in item c) of 8.2 of CISPR 16-1-1:2003. The value of video bandwidth required for an average measurement shall be less than the lowest spectral component of the input signals to be measured.

NOTE A spectrum analyzer can be used to perform average measurements by setting the display mode to linear and the video bandwidth to a value that is lower than the lowest spectrum component of the input signal to be measured. For example, if the input signal has a 1 kHz pulse repetition frequency (PRF), for a video bandwidth less than 1 kHz, only the DC component of the signal (i.e., the average value) will pass through the video filter.

The use of other types of linear average detectors that comply with these requirements is allowed. In general, the spectrum analyzer shall be set to linear display mode when performing average measurements (i.e. not logarithmic mode). The sweeptime of the spectrum analyzer shall be increased, due to the use of narrower video bandwidths, to ensure accurate measurement results. The logarithmic mode is permitted for average measurements when the specification limits assume a logarithmic detector will be used.

7.3.6 Measurement procedure

7.3.6.1 General description of the radiated field measurement method above 1 GHz

The radiated field measurement method above 1 GHz is based on measurement of the maximum electric field emitted from the EUT as shown in Figure 14.

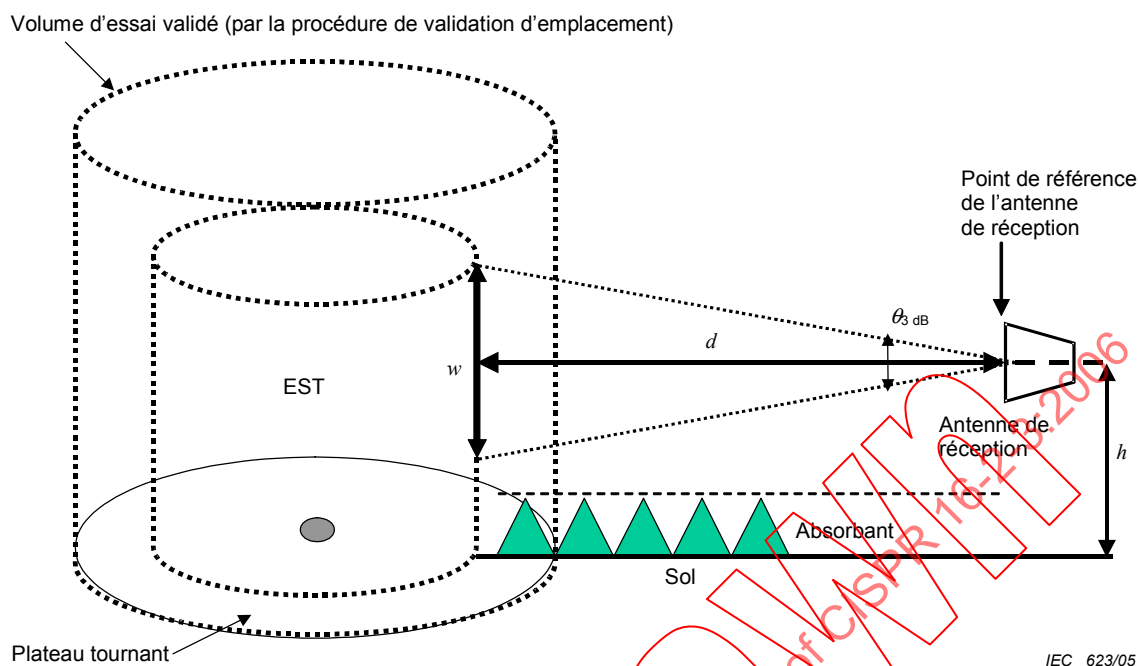


Figure 14 – Méthode de mesure au-dessus de 1 GHz, antenne de réception en polarisation verticale

• **Définitions se rapportant à la Figure 14**

Volume d'essai validé: volume validé au cours de la procédure de validation d'emplacement (voir 5.8.2.2 de la CISPR 16-1-4:2003). Généralement, c'est le matériel en essai du diamètre le plus grand pouvant être installé sur l'emplacement d'essai.

EST: cylindre du plus petit diamètre qui englobera complètement toutes les parties du matériel en essai lui-même, y compris les supports des câbles et une longueur minimale de 30 cm de câbles. Il est nécessaire que le matériel en essai qui est situé dans ce cylindre puisse tourner autour de son centre (généralement par un plateau tournant télécommandé). Le matériel en essai sera situé dans le volume d'essai validé. Une portion de w d'une hauteur maximale de 30 cm (voir définition de w ci-dessous) peut être située en dessous du sommet des absorbants sur le sol, uniquement lorsque le matériel en essai est posé sur le sol et ne peut pas être élevé au-dessus des absorbants (voir 7.3.3).

$\theta_{3 \text{ dB}}$: largeur de faisceau à 3 dB minimale de l'antenne de réception à chaque fréquence considérée. $\theta_{3 \text{ dB}}$ est la valeur minimale des valeurs du plan E et du plan H à chaque fréquence. $\theta_{3 \text{ dB}}$ peut être obtenue à partir des données fournies par le fabricant pour l'antenne de réception.

d : distance de mesure (en mètres). Elle est mesurée comme la distance horizontale entre la périphérie du matériel en essai et le point de référence de l'antenne de réception.

w : dimension de la ligne tangente au matériel en essai formée par $\theta_{3 \text{ dB}}$ à la distance d'essai, d . L'équation (10) doit être appliquée pour calculer w pour chaque antenne et distance d'essai utilisées. Les valeurs de w doivent être incluses dans le rapport d'essai. Ce calcul peut être basé sur les spécifications de largeur de faisceau de l'antenne de réception fournies par le fabricant:

$$w = 2 \times d \times \tan (0,5 \times \theta_{3 \text{ dB}}) \quad (10)$$

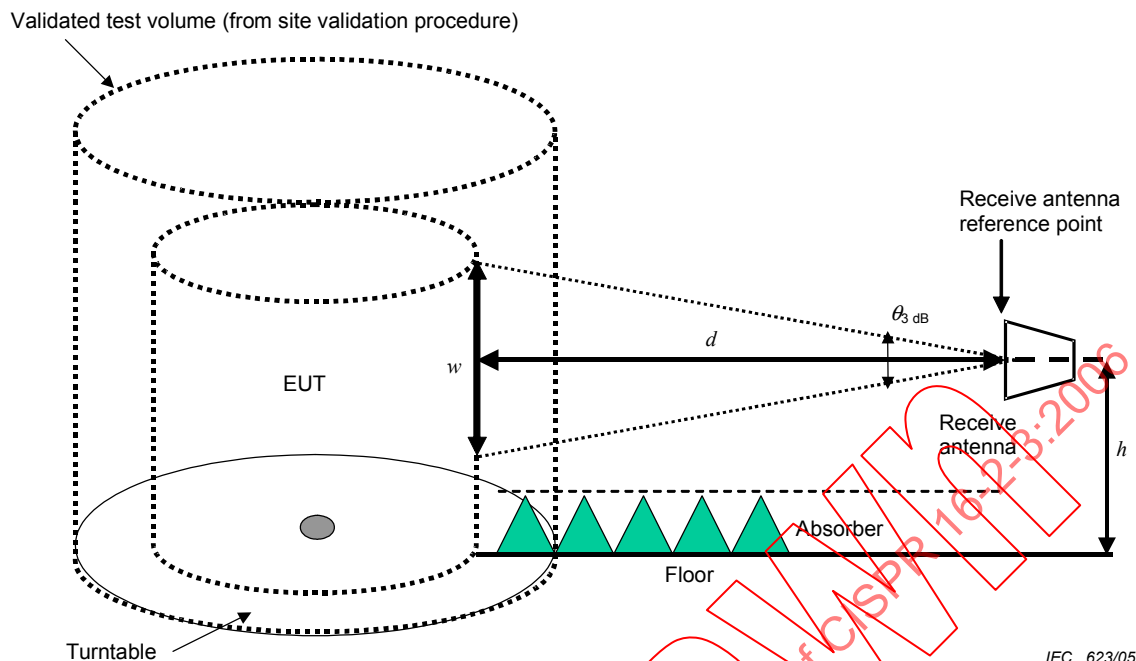


Figure 14 – Measurement method above 1 GHz, receive antenna in vertical polarization

• **Definitions referring to Figure 14**

Validated test volume: The volume validated during the site validation procedure (see 5.8.2.2 of CISPR 16-1-4:2003). Typically, this is the largest diameter EUT that can be used in the test facility.

EUT: The smallest diameter cylinder that will fully encompass all portions of the actual EUT, including cable racks and a minimum length of 30 cm of cables. The EUT that is located within this cylinder must be capable of rotating about its centre (typically by a remotely controlled turntable). The EUT must be located within the validated test volume. A maximum of 30 cm of w (see definition of w below) may be below the height of absorbers on the floor only when the EUT is floor standing and cannot be raised above the height of the absorbers (see 7.3.3).

$\theta_{3\text{ dB}}$: The minimum 3 dB beamwidth of the receive antenna at each frequency of interest. $\theta_{3\text{ dB}}$ is the minimum of both the E-plane and H-plane values at each frequency. $\theta_{3\text{ dB}}$ may be obtained from manufacturer provided data for the receive antenna.

d : The measurement distance (in meters). This is measured as the horizontal distance between the periphery of the EUT and the reference point of the receive antenna.

w : The dimension of the line tangent to the EUT formed by $\theta_{3\text{ dB}}$ at the measurement distance d . Equation (10) shall be used to calculate w for each actual antenna and measurement distance used. The values of w shall be included in the test report. This calculation may be based on the manufacturer-provided receive-antenna beamwidth specifications :

$$w = 2 \times d \times \tan (0,5 \times \theta_{3\text{ dB}}) \quad (10)$$

w doit avoir la dimension minimale spécifiée au Tableau 2.

h : La hauteur de l'antenne de réception, mesurée entre son point de référence et le sol.

Le Tableau 2 spécifie la dimension minimale acceptable pour w ($w_{\min}$): Les exigences minimales énoncées dans le Tableau 2 sont calculées à partir de l'équation (10) basée sur l'essai à la distance de mesure minimale autorisée de 1 m spécifiée en 7.3.2 et aux valeurs de θ_3 dB(min) énoncées. La sélection de la distance de mesure d et du type d'antenne doit être effectuée de telle sorte que w soit égale ou supérieure aux valeurs énoncées au Tableau 2 à toutes les fréquences où le champ est mesuré. Aux fréquences non énoncées au Tableau 2, la limite de $w_{\min}$ doit être interpolée linéairement entre les deux fréquences énoncées les plus proches.

Tableau 2 – Dimension minimale de w ($w_{\min}$)

Fréquence GHz	θ_3 dB(min)	$w_{\min}$ m
1,00	60	1,15
2,00	35	0,63
4,00	35	0,63
6,00	27	0,48
8,00	25	0,44
10,00	25	0,44
12,00	25	0,44
14,00	25	0,44
16,00	5	0,09
18,00	5	0,09

NOTE 1 La dimension w peut être supérieure à la dimension minimale spécifiée au Tableau 2, et d'autres antennes et distances peuvent être utilisées pour satisfaire à la valeur minimale requise de $w = w_{\min}$ énoncée au Tableau 2, à condition que l'équation (10) soit satisfaite.

NOTE 2 Dans la mesure où il est nécessaire de mesurer les deux polarisations, pour chaque hauteur de l'antenne de réception, w forme une zone minimale d'observation carrée égale à w^2 (m²).

NOTE 3 Dans certains cas, w peut englober plusieurs composants du matériel en essai qui sont physiquement séparés. Par exemple, plusieurs boîtiers d'un système de boîtiers multiples qui sont testés simultanément.

NOTE 4 L'exigence de hauteur de scrutation dépend de w de telle sorte qu'il peut s'avérer avantageux de maximiser w par la sélection d'une antenne avec une largeur de faisceau et une distance de mesure supérieures aux exigences minimales du Tableau 2.

NOTE 5 Le diagramme et la largeur de faisceau de l'antenne utilisée peuvent affecter le résultat de la mesure. L'antenne possède au moins deux facteurs d'influence en plus de l'incertitude sur le facteur d'antenne: 1) des irrégularités ou autres anomalies du diagramme d'antenne et 2) des différences de largeur de faisceau entre deux antennes, qui peuvent fournir des résultats différents en fonction du nombre d'émissions pouvant être captées par le faisceau de l'antenne, provenant (par construction) de localisations physiques distinctes sur le matériel en essai.

Le Tableau 3 liste des exemples de valeurs de w calculées en utilisant l'équation (10) pour trois types d'antennes à des distances de mesure de 1 m, 3 m et 10 m.

w shall be of the minimum dimension as specified in Table 2.

h : The height of the receive antenna, measured from its reference point to the floor.

Table 2 specifies the minimum acceptable dimension of w ($w_{\min}$). The minimum requirements shown in Table 2 are calculated from equation (10) based on testing at the minimum permissible 1 m measurement distance specified in paragraph 7.3.2 and the values of θ_3 dB(min) shown. The selection of measurement distance, d , and antenna type shall be made such that w is equal to, or greater than, the values shown in Table 2 at any frequency where the field is measured. At frequencies not shown in Table 2, the limit of $w_{\min}$ shall be linearly interpolated between the nearest two frequencies listed:

Table 2 – Minimum dimension of w ($w_{\min}$)

Frequency GHz	θ_3 dB(min)	$w_{\min}$ m
1,00	60	1,15
2,00	35	0,63
4,00	35	0,63
6,00	27	0,48
8,00	25	0,44
10,00	25	0,44
12,00	25	0,44
14,00	25	0,44
16,00	5	0,09
18,00	5	0,09

NOTE 1 The dimension, w , is permitted to be larger than the minimum specified in Table 2, and other antennas and distances may be used to satisfy the minimum required value of $w = w_{\min}$ shown in Table 2 provided equation (10) is met.

NOTE 2 Because both polarizations are required to be measured, for each height of the receive antenna w forms a minimum square observation area equal to w^2 (m²).

NOTE 3 In some cases w may encompass multiple physical components of the EUT that are physically separated. For example, multiple separate cabinets of a multi cabinet system that are tested simultaneously.

NOTE 4 The height scan requirement depends on w such that it may be advantageous to maximize w by selection of a wider beamwidth antenna and a larger measurement distance than the minimum requirements of Table 2.

NOTE 5 The pattern and beamwidth of the antenna used can affect the measurement result. The antenna has at least two influence factors in addition to uncertainty in the antenna factor: 1) ripple or other anomalies in the antenna pattern, and 2) beamwidth differences between antennas, which may give different results depending on how many (constructive) emissions emanating from separate physical locations on the EUT are falling within the antenna beamwidth.

Table 3 lists example values of w calculated using equation (10) for three antenna types at a 1 m, 3 m, and 10 m measurement distance.

Tableau 3 – Exemples de valeurs de w pour trois types d'antennes

Fréquence GHz	Cornet DRG				LPDA ou LPDA-V ^a			
	$\theta_{3\text{ dB}}$	$d = 1\text{ m}$	$d = 3\text{ m}$	$d = 10\text{ m}$	$\theta_{3\text{ dB}}$	$d = 1\text{ m}$	$d = 3\text{ m}$	$d = 10\text{ m}$
	(°)	W m	W m	W m	(°)	W m	W m	W m
1,00	60	1,15	3,46	11,55	60	1,15	3,46	11,55
2,00	35	0,63	1,89	6,31	55	1,04	3,12	10,41
4,00	35	0,63	1,89	6,31	55	1,04	3,12	10,41
6,00	27	0,48	1,44	4,80	55	1,04	3,12	10,41
8,00	25	0,44	1,33	4,43	50	0,93	2,80	9,33
10,00	25	0,44	1,33	4,43	50	0,93	2,80	9,33
12,00	25	0,44	1,33	4,43	50	0,93	2,80	9,33
14,00	25	0,44	1,33	4,43	45	0,83	2,49	8,28
16,00	5	0,09	0,26	0,87	40	0,73	2,18	7,28
18,00	5	0,09	0,26	0,87	40	0,73	2,18	7,28

^a LPDA-V: Antenne log-périodique de type V Les valeurs énoncées pour $\theta_{3\text{ dB}}$ et w sont des valeurs type à la fois du LPDA et du LPDA-V. Toutefois ces antennes, typiquement, possèdent un gain différent.

L'émission maximale est mesurée en déplaçant l'antenne en hauteur tout en opérant une rotation azimut du matériel en essai (0° à 360°). Les exigences relatives à la scrutation en hauteur sont spécifiées ci-dessous et illustrées à la Figure 15 pour deux catégories types de matériels en essai.

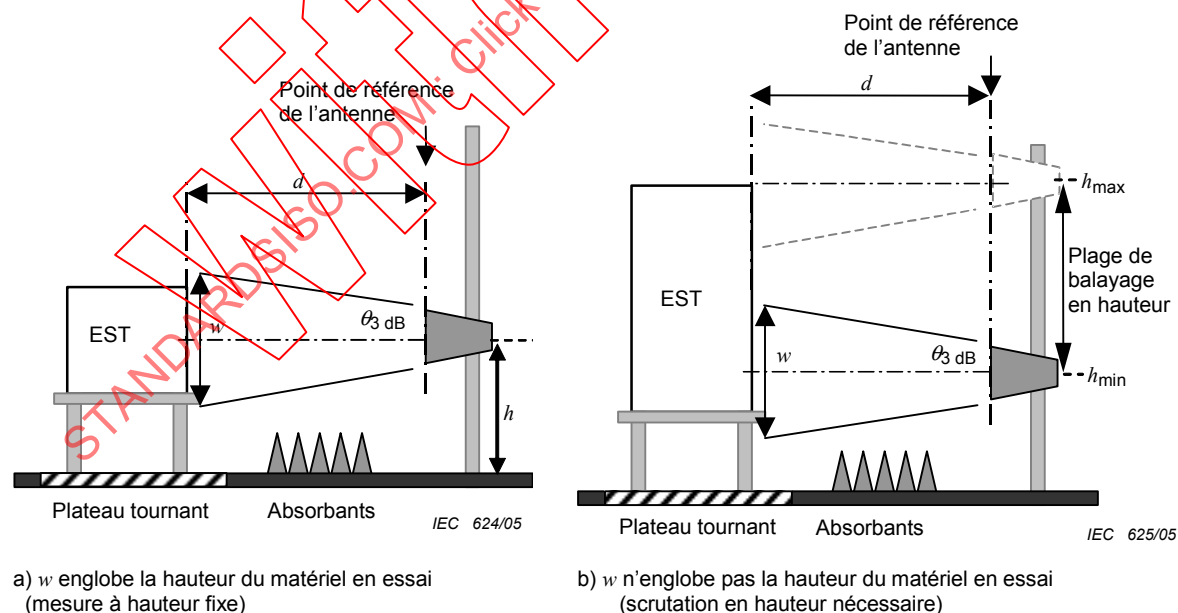


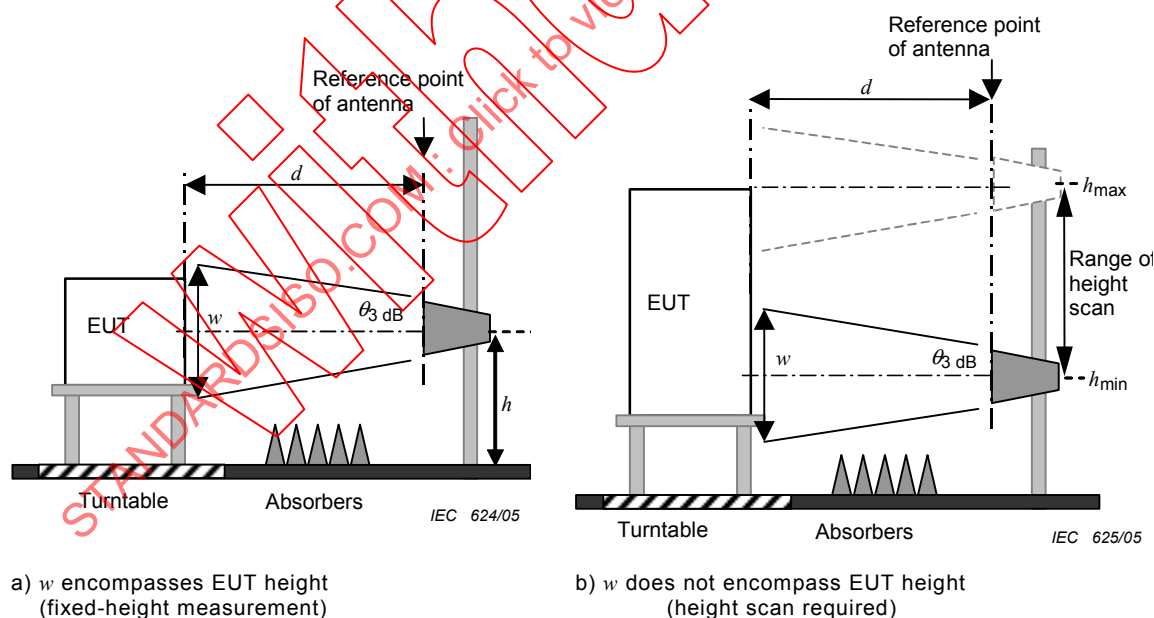
Figure 15 – Illustration des exigences relatives à la scrutation en hauteur pour deux catégories différentes de matériels en essai

Table 3 – Example values of w for three antenna types

Frequency GHz	DRG Horn				LPDA or LPDA-V ^a			
	$\theta_{3\text{ dB}}$	$d = 1\text{ m}$	$d = 3\text{ m}$	$d = 10\text{ m}$	$\theta_{3\text{ dB}}$	$d = 1\text{ m}$	$d = 3\text{ m}$	$d = 10\text{ m}$
	(°)	W m	W m	W m	(°)	W m	W m	W m
1,00	60	1,15	3,46	11,55	60	1,15	3,46	11,55
2,00	35	0,63	1,89	6,31	55	1,04	3,12	10,41
4,00	35	0,63	1,89	6,31	55	1,04	3,12	10,41
6,00	27	0,48	1,44	4,80	55	1,04	3,12	10,41
8,00	25	0,44	1,33	4,43	50	0,93	2,80	9,33
10,00	25	0,44	1,33	4,43	50	0,93	2,80	9,33
12,00	25	0,44	1,33	4,43	50	0,93	2,80	9,33
14,00	25	0,44	1,33	4,43	45	0,83	2,49	8,28
16,00	5	0,09	0,26	0,87	40	0,73	2,18	7,28
18,00	5	0,09	0,26	0,87	40	0,73	2,18	7,28

^a LPDA-V : V-Type Log Periodic Dipole Array. The values shown for $\theta_{3\text{ dB}}$ and w are typical of both the LPDA and LPDA-V. However, these antennas typically have different gain.

The maximum emission is measured by moving the receive antenna in height along with rotation of the EUT in azimuth (0° to 360°). The required range of height investigation is specified below and illustrated in Figure 15 for two typical categories of EUTs.

**Figure 15 – Illustration of height scan requirements for two different categories of EUTs**

Pour tout matériel en essai de dimensions maximales inférieures ou égales à w , le centre de l'antenne de réception doit être fixé au niveau de la hauteur du centre du matériel en essai (Figure 15a)).

Pour tout matériel en essai de dimension verticale maximale supérieure à w , le centre de l'antenne doit être balayé verticalement le long de la ligne parallèle à w , comme représenté à la Figure 15 b). La plage de balayage requise pour h est comprise entre 1 m et 4 m. Si la hauteur du matériel en essai est inférieure à 4 m, il n'est pas nécessaire de balayer le centre de l'antenne de réception à des hauteurs supérieures à la partie supérieure du matériel en essai. Dans les deux cas, la hauteur fixe, h , ou la plage des hauteurs analysées doit être enregistrée dans le rapport d'essai.

NOTE Lorsqu'un balayage en hauteur est exigé par l'article précédent, un balayage continu en hauteur est recommandé afin d'obtenir l'émission maximale finale. Si des incréments de balayage en hauteur sont utilisés, il est recommandé de s'assurer que les incréments de hauteur sont suffisamment petits afin de capturer l'émission maximale.

Concernant l'étendue horizontale de w , il n'est pas nécessaire que le matériel en essai soit complètement inclus dans w . Dans les cas où la largeur du matériel en essai est supérieure à w , le matériel en essai doit être centré horizontalement sur l'axe de mesure, et la rotation du matériel en essai fournit la scrutation horizontale nécessaire pour la détermination de l'intensité de champ maximale. Une scrutation horizontale («latérale») en déplaçant l'antenne de réception horizontalement en dehors de l'axe de mesure n'est pas nécessaire, mais peut être utilisée si elle est spécifié dans les normes de produits.

7.3.6.2 Procédure générale de mesure

Pour tout appareil en essai, il convient premièrement de détecter les fréquences d'émission par une maximisation préliminaire des émissions (voir 7.3.6.3). Ensuite, l'essai final d'émission est effectué (voir 7.3.6.4). Ces deux mesures doivent être effectuées de préférence à la distance correspondant à la limite. Si, pour une raison justifiée, la mesure finale est effectuée à une autre distance que celle correspondant à la limite, il convient d'abord d'effectuer une mesure à la distance correspondant à la limite, afin d'aider à interpréter les données résultantes en cas de litige.

Lors de la réalisation des mesures, la sensibilité de l'appareil de mesure par rapport à la limite doit être déterminée avant l'essai. Si la sensibilité globale de la mesure est inadéquate, des amplificateurs à faible bruit, des distances de mesure plus faibles ou des antennes à gain plus élevé peuvent être utilisées. Si des distances de mesure plus faibles ou des antennes à gain plus élevé sont utilisées, la relation entre la largeur de faisceau de l'antenne et la taille de l'appareil en essai doit être prise en compte. En outre, lorsque des préamplificateurs sont utilisés, les niveaux de saturation du système de mesure doivent être déterminés comme satisfaisants.

La protection contre la saturation et la destruction de l'appareil de mesure est nécessaire lorsque des émissions à faible niveau doivent être mesurées en présence d'un signal d'un fort niveau. Une combinaison de filtres passe-bande, coupe-bande, passe-bas et passe-haut peut être utilisée. Cependant, la perte d'insertion de ceux-ci ou de tout autre composant, aux fréquences de mesure, doit être connue et comprise dans les calculs dans le rapport de mesure.

NOTE Une méthode simple pour déterminer si des effets non linéaires (surcharge, saturation, etc.) se produisent, consiste à insérer un atténuateur de 10 dB à l'entrée de l'appareil de mesure (avant tout préamplificateur si l'on en utilise un) et à vérifier que l'amplitude de toutes les harmoniques du signal de forte amplitude (qui peuvent produire des effets non linéaires) soit bien réduite de 10 dB.

7.3.6.3 Procédure de mesure préliminaire

L'émission rayonnée maximale pour un mode de fonctionnement donné peut être déterminée pendant un essai préliminaire.

For any EUT with maximum dimensions equal to or smaller than w , the centre of the receive antenna shall be fixed at the height of the centre of the EUT (Figure 15 a)).

For any EUT with a maximum vertical dimension larger than w , the centre of the antenna shall be scanned vertically along the line parallel to w , as shown in Figure 15 b). The required scanning range for h is 1 m to 4 m. If EUT height is less than 4 m, scanning the centre of the receive antenna to heights above the top of the EUT is not required. In both cases the fixed height, h , or the range of heights investigated shall be recorded in the test report.

NOTE When a height scan is required by the above clause, a continuous height scan within the required height range is recommended in order to obtain the final, maximum emission. If stepped height increments are used, caution is advised to ensure that the height increments are sufficiently small in order to capture the maximum emission.

Regarding the horizontal extent of w , the EUT is not required to be fully within w . In cases where the EUT width is larger than w , the EUT shall be centered horizontally on the measurement axis, and rotation of the EUT provides the necessary horizontal scan for the determination of the maximum field strength. Horizontal-line ("side") scanning by moving the receive antenna horizontally off the measurement axis is not required, but may be used if specified in the product standards.

7.3.6.2 General measurement procedure

For any EUT, the frequencies of emission should first be detected by a preliminary emission maximization (see 7.3.6.3). Then the final emission test takes place (see 7.3.6.4). Both of these measurements are to be made preferably at the limit distance. If, for any justified reason, the final measurement is performed at a different distance than the limit distance, a measurement at the limit distance should be made first, to help in interpreting the resulting data in case of dispute.

In performing these measurements, the sensitivity of the measurement equipment relative to the limit shall be determined before the test. If the overall measurement sensitivity is inadequate, low noise amplifiers, closer measurement distances or higher gain antennas may be used. If closer measurement distances or higher gain antennas are used, the beam width versus size of the EUT shall be taken into account. Also, measurement system overload levels shall be determined to be adequate when preamplifiers are used.

Burn out and saturation protection for the measuring instrumentation is required when low level emissions are to be measured in the presence of a high level signal. A combination of bandpass, bandstop, lowpass and highpass filters may be used. However, the insertion loss of these or any other devices at the frequencies of measurement shall be known and included in any calculations in the report of measurements.

NOTE A simple method of determining whether non-linear effects (overload, saturation, etc.) occur, consists of inserting a 10 dB attenuator at the input of the measurement instrument (ahead of any pre-amplifier if one is used) and verifying that the amplitude of all the harmonics of the high amplitude signal (that may cause non-linear effects) is reduced by 10 dB.

7.3.6.3 Preliminary measurement procedure

The maximum radiated emission for a given mode of operation may be found during a preliminary test.

Les procédures de la présente section sont informatives. Les exigences de mesure normative sont répertoriées en 7.3.6.4.

Afin de réduire le temps de mesure, il est suggéré d'effectuer en premier lieu une mesure utilisant une détection de crête et de comparer les résultats d'essai par rapport à la limite moyenne. Les mesures suivantes avec le détecteur de valeur moyenne et la comparaison des résultats par rapport à la limite moyenne ne seront effectuées que dans les plages de fréquences où la limite moyenne a été dépassée par les données recueillies avec la détection de crête.

Les principes directeurs pour une procédure préliminaire pour identifier les émissions rayonnées sont énoncés comme indiqué ci-dessus.

- a) Utiliser le mode balayage ou scrutation sur la totalité de la plage de fréquences de l'antenne en utilisant la détection de crête et le mode «maintien du maximum».
- b) Il convient de déterminer la durée de scrutation ou de balayage appropriée afin d'assurer une interception adéquate du signal.
- c) Si nécessaire, pendant les essais préliminaires, la largeur de bande de résolution peut être réduite en mode balayage afin de réduire le niveau de bruit de l'analyseur de spectre ou du récepteur. Il convient de noter que ceci peut réduire l'amplitude des émissions en bande large; de ce fait, des investigations complémentaires peuvent s'avérer nécessaires afin de déterminer si les émissions sont en bande large ou en bande étroite.
- d) Faire tourner le matériel en essai de façon continue ou par paliers de 15° ou moins, puis répéter l'opération pour l'autre polarisation. Le matériel en essai doit subir une rotation de 360° en azimut pour les deux polarisations afin de déterminer les émissions maximales à chaque fréquence concernée.
- e) En mode rotation en continu du plateau tournant, il convient de régler la durée de balayage de l'analyseur de spectre de telle sorte que l'intervalle de fréquence sélectionné puisse être balayé en un temps inférieur ou égal au temps nécessaire au plateau tournant pour tourner de 15°. Si la vitesse de rotation du plateau tournant est telle qu'un angle supérieur à 15° est couvert au cours d'un balayage complet ou d'une scrutation complète de l'analyseur de spectre, il convient d'utiliser une plage de fréquences plus petite afin de réduire la durée de balayage de l'analyseur de spectre et de réaliser la rotation du plateau tournant de 15° au maximum par balayage.
- f) En fonction des besoins pour identifier les fréquences des émissions maximales, la méthode décrite ci-dessus peut être appliquée pour tous les niveaux de hauteur requis par 7.3.6.1 (et la Figure 15) et ce pour les différents modes de fonctionnement du matériel en essai.
- g) Afin de mieux évaluer les fréquences déterminées aux étapes a) à d), utiliser un balayage en fréquence réduit (généralement de 5 MHz ou moins) et effectuer une recherche au voisinage des fréquences proches de la limite en utilisant des incréments de rotation du plateau tournant et des pas de balayage en hauteur supplémentaires plus petits. Généralement, toutes les fréquences se situant à environ 10 dB de la limite de spécification nécessitent une recherche approfondie dans un intervalle de fréquence étroit et des incréments supplémentaires en rotation ou en hauteur plus précis.

7.3.6.4 Procédure finale de mesure

Le champ émis par l'appareil en essai à la distance de mesure spécifiée est mesuré dans la configuration (hauteur d'antenne, orientation de l'appareil en essai, etc.) qui produit l'émission maximale, telle que déterminée lors de la maximisation préliminaire de l'émission (l'antenne de réception étant alignée avec cette émission maximale).

Cette mesure finale doit être le résultat d'un maintien du maximum sur l'analyseur de spectre pendant une durée donnée proportionnelle à la plage de fréquences balayée. Il convient de définir cette durée pour chaque produit ou famille de produits, en prenant en compte la durée des modes de fonctionnement et les constantes de temps associées à chaque produit particulier à essayer.

The procedures of this section are informative. The normative measurement requirements are listed in 7.3.6.4.

In order to reduce the measurement time, it is suggested to first perform a measurement using peak detection and compare the test results to the average limit. Subsequent measurements with the average detector and comparison of results to the average limit will only be performed in those frequency ranges where the average limit was exceeded by data collected with peak detection.

Guidelines for a preliminary procedure to identify the radiated emissions are as follows.

- a) Use scan or sweep mode over the complete frequency range of the antenna using peak detection and Max Hold mode.
- b) The proper sweep or scan time should be determined to ensure adequate signal interception.
- c) If necessary, during preliminary tests, the resolution bandwidth may be reduced in sweep mode to reduce the displayed noise level of the spectrum analyzer or receiver. Note that this may reduce the amplitude of broadband emissions, so additional investigations to determine whether the emissions are broadband or narrowband may be necessary.
- d) Rotate the EUT continuously or in increments of 15° or less, then repeat for the other polarization. The EUT should be rotated 360° in azimuth for both polarizations to determine the maximum emissions at each frequency of interest.
- e) For continuous turntable rotation mode, spectrum analyzer sweep time should be set such that the selected frequency span can be swept within a time that is equal to or less than the time needed for the turntable to rotate 15° . If the rotational speed of the turntable is such that an angle larger than 15° is covered during a complete sweep or scan of the spectrum analyzer, a smaller frequency range should be used to reduce spectrum analyzer sweep time and to achieve the maximum 15° turntable rotation per sweep.
- f) As needed to identify the frequencies of maximum emissions, the method described above may be applied for all the height levels required by 7.3.6.1 (and Figure 15), and for the various operating modes of the EUT.
- g) To further evaluate the frequencies found in steps a) to d), use a small frequency span (typically 5 MHz or less) and investigate around frequencies near the limit using additional smaller turntable increments and height steps. Typically, all frequencies within approximately 10 dB of the specification limit warrant further investigation with a narrow frequency span and additional finer rotation/height increments.

7.3.6.4 Final measurement procedure

The field strength emitted by the EUT at the given measurement distance is measured using the configuration (antenna height, EUT azimuth, etc.) producing the maximum emission, as identified during the preliminary emission maximization (the receiving antenna being aligned with this maximum emission).

This final measurement shall be the result of a maximum hold on the spectrum analyzer during a given time proportional to the frequency span used. This given time should be defined for each product or product family, taking into account the duration of the operating modes and the time constants associated with each specific product to be tested.

Les mesures finales doivent être effectuées suivant le mode opérationnel identifié lors des mesures préliminaires de l'équipement en essai produisant les émissions les plus élevées.

Les mesures finales doivent être effectuées en utilisant tous les détecteurs requis. Il est également possible d'utiliser les résultats des mesures de crête pour démontrer la conformité à toutes les limites spécifiées.

Si la configuration du matériel en essai (hauteur d'antenne, azimut du matériel en essai, mode de fonctionnement, etc.) produisant l'émission maximale n'a pas été déterminée de manière conclusive par une mesure préliminaire, les mesures complémentaires indiquées ci-dessous doivent être effectuées.

- a) Pour tout matériel en essai de dimensions maximales inférieures ou égales à w , le centre de l'antenne de réception doit être fixé au niveau de la hauteur du centre du matériel en essai (voir Figure 15a)).
- b) Pour tout matériel en essai de dimension verticale maximale supérieure à w , le balayage en hauteur doit être effectué conformément aux exigences relatives au balayage en hauteur (limites supérieure et inférieure) spécifiées en 7.3.6.1.
- c) Dans tous les cas, afin de trouver les émissions maximales, le matériel en essai doit être tourné en azimut sur toute la plage d'angles comprise entre 0° et 360° , et les mesures doivent être effectuées pour les polarisations horizontale et verticale.

En résumé, les exigences pour les mesures finales au-dessus de 1 GHz sont les suivantes:

Les émissions maximales doivent être enregistrées à partir des investigations requises suivantes, certaines d'entre elles pouvant être réalisées pendant la procédure de mesure préliminaire.

- 1) Le matériel en essai doit être tourné en azimut de 0° à 360° soit par un plateau tournant, soit par le mouvement de l'antenne de réception autour du volume.
- 2) Une scrutation doit être réalisée par balayage en hauteur de l'antenne de réception si le volume du matériel en essai est supérieur à w dans la direction verticale.
- 3) Les polarisations horizontale et verticale doivent être analysées.

7.3.6.5 Procédure pour la mesure de DPA

La mesure de la distribution de probabilité d'amplitude (DPA) d'un signal perturbateur fournit une caractérisation statistique du signal perturbateur en question. Le contexte général sur l'application de la fonction de mesure de DPA est fournie en 4.7 de la CISPR 16-3:2003 (Amendement 1).

Un comité produit peut choisir la mesure de DPA comme méthode d'essai finale en émission. La mesure de DPA doit être réalisée aux fréquences où l'EST génère un champ perturbateur important. Le nombre de fréquences et leur méthode de sélection doivent être déterminées par le comité produit.

La mesure doit être réalisée en utilisant l'une des deux méthodes suivantes. Une des méthodes consiste en la mesure du niveau de perturbation E_{meas} en dB(μ V/m) relativement à la probabilité de durée spécifiée p_{limit} (méthode 1, voir 7.3.6.5.1) La seconde méthode consiste en la mesure de la probabilité de durée durant p_{meas} laquelle l'enveloppe de la perturbation dépasse un niveau spécifié E_{limit} en dB(μ V/m) (méthode 2, voir 7.3.6.5.2). Les figures incluses dans l'Annexe E illustrent les spécificités des deux méthodes de mesure de DPA.

Final measurements shall be done using the EUT operational mode identified by preliminary measurements to have the highest emissions.

Final measurements shall be performed using all required detectors. Alternatively, peak measurement results may be used to demonstrate compliance with all specified limits.

If the configuration of the EUT (antenna height, EUT azimuth, operation mode, etc.) producing the maximum emission was not conclusively determined by a preliminary measurement the following additional measurements shall be done :

- a) For any EUT with maximum dimension equal to or smaller than w , the centre of the receiving antenna shall be fixed at the height of the centre of the EUT (see Figure 15a)).
- b) For any EUT with maximum vertical dimension larger than w , height scanning shall be performed in accordance with the height scan requirements (upper and lower bounds) specified in 7.3.6.1.
- c) In all cases, in order to find the maximum emissions, the EUT shall be rotated in azimuth through all angles in the range of 0° to 360° , and the measurements shall be performed for both horizontal and vertical polarizations.

In summary, the requirements for final measurements above 1 GHz are as follows.

The maximum emissions shall be recorded from the following required investigations, some of which may be performed during the preliminary measurement procedure.

- 1) The EUT shall be rotated in azimuth from 0° to 360° either by a turntable or movement of the receive antenna around the volume.
- 2) The receive antenna shall be height-scanned if the EUT is taller than w in the vertical direction.
- 3) Both horizontal and vertical polarizations shall be investigated.

7.3.6.5 Procedure for APD measurement

The measurement of the amplitude probability distribution (APD) of a disturbance signal provides a statistical characterization of the disturbance signal in question. Background material on the application of the APD-measuring function is provided in 4.7 of CISPR 16-3:2003 (Amendment 1).

A product committee may choose the APD measurement as the method for final emission testing. The APD measurement shall be made at those frequencies where the EUT generates a high disturbance field strength. The number of frequencies and their selection method shall be determined by the product committee.

The measurement shall be made using one of the following two methods. One method is the measurement of the disturbance level E_{meas} in dB($\mu\text{V}/\text{m}$) related to the specified probability of time p_{limit} (method 1, see 7.3.6.5.1). The second method is the measurement of the probability of time p_{meas} during which the disturbance envelope exceeds a specified level E_{limit} in dB($\mu\text{V}/\text{m}$) (method 2, see 7.3.6.5.2). Figures are included in Annex E to show the specifics of the two APD measurement methods.

Si un comité produit décide d'utiliser l'approche DPA, il doit alors choisir soit la méthode 1 soit la méthode 2. Dans le cas où l'instrumentation de mesure de DPA ne comporte pas de convertisseur A/N, alors celle-ci ne peut être utilisée que dans le contexte de la méthode 2. Dans le cas où l'instrumentation de mesure de DPA comporte un convertisseur A/N, alors elle peut être utilisée pour les deux méthodes.

Le nombre de paires de limites (E_{limit} , p_{limit}) et les valeurs correspondantes doivent être spécifiées par le comité produit. Le comité produit doit aussi décider de l'utilisation d'une limite en valeur crête conjointement aux limites de DPA.

7.3.6.5.1 Méthode 1 – Mesure du niveau de perturbation

Cette mesure doit être réalisée en appliquant la procédure suivantes:

- 1) Régler la largeur de bande de résolution (RBW) et la largeur de bande vidéo (VBW) de l'analyseur de spectre conformément à la norme CISPR 16-1-1 (pour les mesures au-dessus de 1 GHz).
- 2) Identifier les fréquences auxquelles des perturbations importantes sont observées. Ceci peut être réalisé en utilisant la fonction « maintien du maximum » dans l'intervalle de fréquence considéré. La détection de crête doit être utilisée lors de la mise en œuvre de cette procédure.

NOTE Dans le cas où des émissions en bande étroite se trouvent masquées par des émissions en large bande, le mode 'maintien du maximum' combiné avec le détecteur de crête peut permettre de négliger les émissions en bande étroite. En conséquence, une mesure supplémentaire peut s'avérer nécessaire pour déterminer les fréquences des émissions en bande étroite à mesurer. Le comité produit peut exiger des balayages supplémentaires en utilisant un détecteur de valeur moyenne ou un moyennage vidéo numérique. De plus, le nombre de fréquences pour la mesure de DPA peut aussi être spécifié par le comité produit.

- 3) Déterminer les fréquences pour la mesure de DPA. Le nombre de fréquences doit être spécifié par le comité produit.
- 4) Régler la fréquence centrale de l'analyseur de spectre sur la fréquence à laquelle le plus haut niveau de perturbation est observé pendant l'application de l'étape 2) de cette procédure.
- 5) Régler le niveau de référence de l'analyseur de spectre à au moins 5 dB au-dessus du niveau maximal de perturbation qui est obtenu pendant l'application de l'étape 2).
- 6) Régler l'analyseur de spectre en mode temporel et mesurer la DPA de la perturbation pendant la durée de la mesure qui est spécifiée par le comité produit. La durée de la mesure doit être supérieure à la période de la perturbation.

Dans le cas de fréquences de perturbations fluctuantes, le comité produit doit spécifier la gamme de fréquence XX (en MHz) sur laquelle les DPA de la perturbation doivent être mesurées. Les DPA dans la gamme de fréquence XX MHz doivent être mesurées avec un pas d'incrément de fréquence de 1 MHz. Cependant, à des fréquences où les valeurs de mesures de DPA sont inférieures d'approximativement 6 dB à la limite de DPA, des mesures complémentaires peuvent s'avérer nécessaires avec un pas d'incrément de fréquence plus petit (par exemple 0,5 MHz). Le comité produit doit définir les pas d'incrément de fréquence inférieurs.

- 7) Changer la fréquence centrale de l'analyseur de spectre et la régler à la fréquence suivante déterminée par l'étape 2), puis répéter les procédures des étapes 4) à 6) jusqu'à ce que toutes les mesures de DPA soient effectuées pour toutes les fréquences.
- 8) Lire le niveau de perturbation E_{meas} en dB($\mu\text{V}/\text{m}$) relatif à la probabilité spécifiée p_{limit} à partir des résultats de l'étape 6).
- 9) Comparer E_{meas} dB($\mu\text{V}/\text{m}$) par rapport à la limite E_{limit} dB($\mu\text{V}/\text{m}$). L'EST est conforme si E_{meas} est inférieur ou égal à E_{limit} à toutes les fréquences.

If a product committee decides to use the APD approach, either method 1 or method 2 shall be selected. In case the APD measuring instrument does not include an A/D converter it can only be used in conjunction with method 2. In case the APD measuring instrument includes an A/D converter it can be used for both methods.

The number of pairs of limits (E_{limit} , p_{limit}) and their values shall be specified by the product committee. The product committee shall also decide on the use of a peak limit together with the APD limits.

7.3.6.5.1 Method 1 – Measurement of the level of disturbance

The measurement shall be carried out using the following procedure:

- 1) Set the resolution bandwidth (RBW) and the video bandwidth (VBW) of the spectrum analyzer according to CISPR 16-1-1 (for measurements above 1 GHz).
- 2) Find the frequencies at which high disturbances are observed. This can be accomplished by using the maximum hold function in the frequency span of interest. Peak detection shall be used when applying this procedure.

NOTE In cases where narrowband emissions are hidden by broadband emissions, the maximum hold mode in combination with the peak detector may overlook narrowband emissions. Therefore, an additional measurement may be needed to find the frequencies of the narrowband emissions to be measured. The product committee may require additional sweeps using the average detector or digital video averaging. Furthermore, the number of frequencies for the APD measurement may also be specified by the product committee.

- 3) Determine the frequencies for the APD measurement. The number of the frequencies shall be specified by the product committee.
- 4) Set the center frequency of spectrum analyzer to the frequency at which the highest level is observed during the application of step 2) of this procedure.
- 5) Set the reference level of the spectrum analyzer to minimum 5 dB above the maximum level of disturbance that is obtained in step 2).
- 6) Set the spectrum analyzer to the zero frequency span mode and measure the APD of disturbance during the measurement time that is specified by the product committee. The measurement time shall be longer than the period of the disturbance.

In case of fluctuating disturbance frequencies, the product committee shall specify the frequency range XX (in MHz) in which the APDs of the disturbance shall be measured. APDs within the range XX MHz shall be measured with a 1 MHz frequency step size. However, at frequencies with APD measurement values which are approximately 6 dB lower than the APD limit, additional measurements may be needed with a smaller frequency step size (e.g. 0,5 MHz). The product committee shall define the smaller frequency step size.

- 7) Change the center frequency of spectrum analyzer to the next frequency determined in step 2), then repeat the procedures of steps 4) - 6) until the APD measurements for all frequencies are carried out.
- 8) Read the disturbance level E_{meas} in dB($\mu\text{V}/\text{m}$) related to the specified probability p_{limit} from the results of step 6).
- 9) Compare E_{meas} dB($\mu\text{V}/\text{m}$) against the limit E_{limit} dB($\mu\text{V}/\text{m}$). The EUT complies if E_{meas} is less than or equal to E_{limit} at all frequencies.

7.3.6.5.2 Méthode 2 – Mesure de la probabilité de durée

Cette mesure doit être réalisée en appliquant la procédure suivantes:

Les étapes 1), 2), 3), 4), 5), et 7) de la méthode 2 sont similaires aux étapes correspondantes de la méthode 1 (7.3.6.5.1)

L'étape 6) de la méthode 2 est changée comme suit:

- 6) Régler l'analyseur de spectre en mode temporel et mesurer la DPA (ou mesurer directement la probabilité p_{meas} relative aux niveaux spécifiés) de la perturbation pendant la durée de mesure qui doit être spécifiée par le comité produit.
- 8) Lire les probabilités p_{meas} pendant lesquelles l'enveloppe de la perturbation dépasse un niveau spécifié E_{limit} en à partir des résultats de l'étape 6).
- 9) Comparer p_{meas} par rapport aux limites p_{limit} . L'EST est conforme si p_{meas} est inférieur ou égal à p_{limit} à toutes les fréquences.

7.4 Méthode de mesure de substitution dans la gamme de fréquences comprise entre 30 MHz et 18 GHz

Cette méthode a pour objet de mesurer les perturbations radioélectriques rayonnées par l'enveloppe, ainsi que le câblage et les circuits à l'intérieur de l'enveloppe, d'un matériel soumis à des essais. Le matériel en essai peut être soit une unité autonome sans aucun accès de connexion, soit muni d'un ou plusieurs accès pour l'alimentation et d'autres connexions externes.

La méthode de substitution est actuellement utilisée pour mesurer les émissions provenant de fours à micro-ondes, dans la gamme de fréquences de 1 GHz à 18 GHz.

Pour les futures normes de produits, les comités de produits sont invités à utiliser les méthodes de mesure de champ décrites en 7.3.

7.4.1 Emplacement d'essai

L'emplacement d'essai doit être une surface plane. Les emplacements en salle peuvent être utilisés, avec parfois des aménagements particuliers, notamment dans la partie supérieure de la gamme de fréquences, afin de répondre aux exigences de réflexions stables et non critiques de l'environnement – par exemple un réflecteur dièdre ajouté à l'antenne de mesure et un mur absorbant derrière le matériel en essai. L'aptitude de l'emplacement doit être déterminée comme suit:

7.3.6.5.2 Method 2 - Measurement of the probability of time

The measurement shall be carried out using the following procedure:

Steps 1), 2), 3), 4), 5) and 7) of method 2 are the same as the corresponding steps of method 1 (7.3.6.5.1).

Step 6) in method 2 is changed as follows:

- 6) Set the spectrum analyzer to the zero frequency span mode and measure the APD (or measure the probability p_{meas} related to the specified levels directly) of the disturbance during the measurement time which is to be specified by the product committee.
- 8) Read the probabilities p_{meas} during which the disturbance envelope exceeds a specified level E_{limit} in dB($\mu\text{V/m}$) from the results of step 6).
- 9) Compare p_{meas} against the limits p_{limit} . The EUT complies if p_{meas} is less than or equal to p_{limit} at all frequencies.

7.4 Substitution method of measurement in the frequency range of 30 MHz to 18 GHz

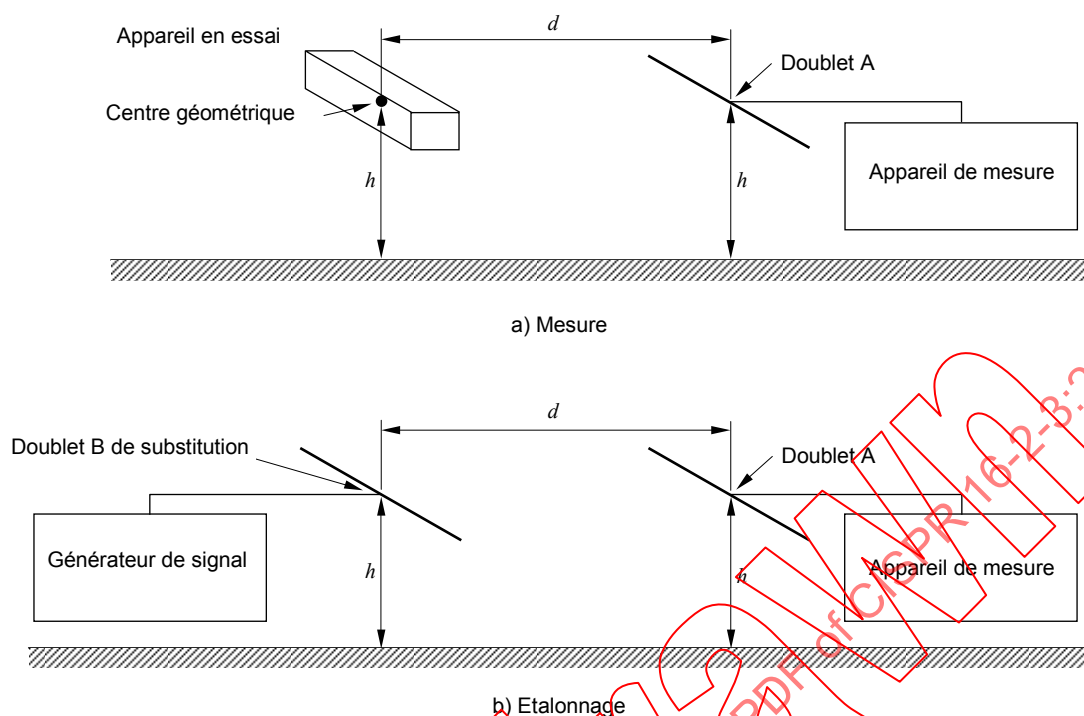
The method is intended for measuring radio disturbance radiated from the cabinet, including wiring and circuitry inside the cabinet, of an equipment under test. The EUT may be either a self-contained unit with no port for any connection or have one or several ports for power and other external connections.

The substitution method is currently being used to measure emissions from microwave ovens in the frequency range 1 GHz – 18 GHz.

For future product standards, product committees are invited to use the field-strength measurement method described in 7.3.

7.4.1 Test site

The test site shall be a level area. Indoor sites may be used, but may need special arrangements, especially in the upper part of the frequency range, in order to meet the requirements of stable and non-critical reflections from the surroundings – for example, a corner reflector added to the measuring antenna and an absorbing wall behind the EUT. The suitability of the site shall be determined as follows:



IEC 1097/06

Figure 16 – Méthode de mesure par substitution (voir 7.4.1 et 7.4.3)

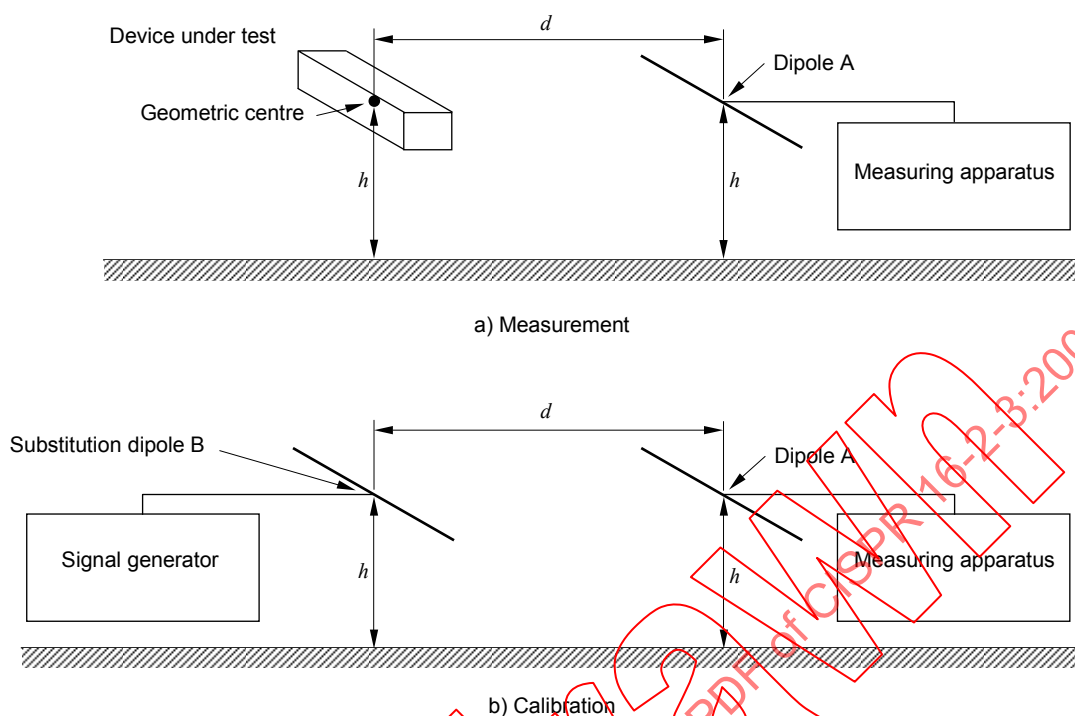
Deux doublets demi-onde horizontaux (voir aussi 7.4.2) doivent être placés en parallèle, à la même hauteur h , à au moins 1 m du sol et espacés de la distance de mesure d . Le doublet B doit être connecté à un générateur de signal et le doublet A à l'entrée du récepteur de mesure. Le générateur de signal doit être réglé en fréquence afin de donner une indication maximale sur le récepteur de mesure, et sa sortie réglée à un niveau convenable. L'emplacement doit être considéré comme apte aux objectifs de mesure à la fréquence d'essai si l'indication sur le récepteur de mesure ne varie pas de plus de $\pm 1,5$ dB quand on déplace le doublet B de 100 mm dans n'importe quelle direction. L'essai doit être répété dans toute la gamme de fréquences, à des intervalles de fréquences suffisamment petits pour s'assurer que l'emplacement satisfait à toutes les mesures prévues.

Si un matériel en essai nécessite également d'être mesuré avec une polarisation verticale (voir 7.4.3), l'essai d'aptitude de l'emplacement doit être répété avec les deux doublets placés en polarisation verticale.

7.4.2 Antennes d'essai

Les antennes d'essai A et B sont décrites ci-dessus comme des doublets demi-onde. Pour la gamme de fréquences inférieure à 1 GHz, cette exigence s'applique tout d'abord à l'antenne d'émission B pour laquelle il faut que la puissance rayonnée, dans la direction de rayonnement maximal, puisse être reliée à la puissance aux bornes de l'antenne B. Il convient que l'antenne de mesure A soit aussi un doublet demi-onde. Sa sensibilité réelle est prise en compte dans l'étalonnage de substitution de la configuration d'essai.

Dans la gamme de fréquences de 1 GHz à 18 GHz, des antennes de type cornet à polarisation linéaire sont recommandées.



IEC 1097/06

Figure 16 – Method of measurement – Substitution method

(see 7.4.1 and 7.4.3)

Two horizontal half-wavelength dipoles (see also 7.4.2) shall be placed parallel to each other, at the same height h , being not less than 1 m above the floor and spaced at the measurement distance d . Dipole B shall be connected to a signal generator and dipole A to the input of the measuring receiver. The signal generator shall be tuned to give maximum indication on the measuring receiver and its output adjusted to a convenient level. The site shall be considered suitable for the purpose of measurement at the test frequency if the indication on the measuring receiver does not vary more than $\pm 1,5$ dB when dipole B is moved 100 mm in any direction. The test shall be repeated throughout the frequency range at frequency intervals small enough to ensure that the site is satisfactory for all measurements intended.

If an EUT requires that measurements be made also with vertical polarization (see 7.4.3), the suitability test of the site shall be repeated with the two dipoles positioned for vertical polarization.

7.4.2 Test antennas

The test antennas A and B of Figure 16 have been described above as half-wave dipoles. For the frequency range below 1 GHz, this requirement applies primarily to the transmitting antenna B for which the radiated power in the direction of maximum radiation must be related to the power at the terminals of antenna B. The measuring antenna A should also be a half-wave dipole. Its actual sensitivity will be included in the substitution calibration of the test configuration.

In the frequency range of 1 GHz to 18 GHz linearly polarized horn antennas are recommended.

7.4.3 Configuration du matériel en essai

Le matériel en essai doit être placé sur une table non conductrice permettant de le faire tourner sur un plan horizontal. Le matériel en essai doit être disposé de façon que son centre géométrique coïncide avec le point central utilisé précédemment pour le doublet B (Figure 16). Si le matériel en essai comporte plus d'une unité, chacune d'elles doit être mesurée séparément. Il convient d'enlever les câbles détachables du matériel en essai si cela n'affecte pas son fonctionnement. Les câbles nécessaires doivent être équipés d'anneaux de ferrite absorbants et placés de façon à ne pas influencer les mesures. Pour les matériels blindés, tous les connecteurs non utilisés doivent être raccordés à des terminaisons blindées.

7.4.4 Procédure d'essai

Le matériel en essai étant installé comme décrit en 7.4.3, le doublet A de mesure à polarisation horizontale doit être placé dans la même position que lors des vérifications de l'emplacement d'essai. Le doublet doit être normal à un plan vertical passant par son centre et celui du matériel en essai. Le matériel en essai est d'abord mesuré en position normale sur une table, puis incliné à 90° sur un côté normalement vertical. Dans chaque position, il doit tourner à 360° dans un plan horizontal. La lecture Y la plus élevée doit être la valeur caractéristique du matériel en essai.

Le système de mesure est étalonné en remplaçant le matériel en essai par un doublet B demi-onde. Le centre de ce doublet B d'étalonnage doit être placé au même endroit que le centre géométrique du matériel en essai mesuré précédemment, parallèlement à l'antenne A de mesure et connecté à un générateur de signal. La puissance rayonnée de l'enveloppe du matériel en essai est définie comme étant la puissance aux bornes du doublet B demi-onde quand le générateur de signal est réglé pour donner la même lecture sur le récepteur de mesure que la lecture maximale enregistrée précédemment (Y), à chaque fréquence de mesure.

Quand les mesures sont effectuées avec des doublets de mesure à polarisations verticale et horizontale, il faut procéder à un étalonnage séparé des deux modes.

7.5 Mesure des matériels *in situ*

7.5.1 Application et préparation à des mesures *in situ*

Des mesures *in situ* peuvent être nécessaires pour l'investigation d'un problème de perturbation en un lieu particulier, par exemple lorsque l'on soupçonne un matériel électrique de provoquer des brouillages de la réception radio dans le voisinage.

Si la norme de produit applicable le permet, des mesures *in situ* peuvent être effectuées pour l'évaluation de la conformité, dans les cas où les essais d'émission ne peuvent être effectués, pour des raisons techniques, sur des emplacements d'essais normalisés. Les motifs techniques conduisant à des mesures *in situ* sont les dimensions et/ou le poids excessifs du matériel en essai ou encore les coûts trop élevés des connexions du matériel en essai à son infrastructure sur un emplacement normalisé. Les résultats de mesure *in situ* d'un matériel en essai donné varieront d'un site à l'autre et dévieront de ceux d'un emplacement normalisé et ne pourront, en conséquence, être utilisés pour des essais de type.

NOTE 1 En général toutefois, les imperfections telles que le couplage réciproque entre les structures conductrices présentes dans l'environnement *in situ* qui peuvent aussi être plus ou moins aggravées par les champs électromagnétiques ambiants, ou entre les antennes de mesure et équipements en essai, font que les mesures *in situ* ne peuvent cependant pas remplacer complètement les mesures sur un emplacement d'essai approprié (emplacement d'essai en espace libre ou emplacements d'essai équivalents tels que chambre (semi-)anéchoïque) comme décrit dans la CISPR 16-1.

Le matériel en essai comporte habituellement un ou plusieurs éléments et/ou systèmes, est un constituant d'une installation, ou est relié à une installation.

Le périmètre reliant les parties extérieures du matériel en essai est la référence choisie habituellement pour définir la distance de mesure. Dans certaines normes de produits les murs extérieurs ou les limites du parc d'activités ou de la zone industrielle sont pris comme points de référence.

7.4.3 EUT configuration

The EUT shall be placed on a non-conducting table with provision to rotate in the horizontal plane. The EUT shall be set up so that the geometric centre of the EUT coincides with the point earlier used as centre point for dipole B (Figure 16). If the EUT is comprised of more than one unit, each unit shall be measured separately. Detachable leads to the EUT should be removed if operation is not affected adversely. Required leads shall be provided with absorbing ferrite rings and be so positioned that they will not influence the measurements. For shielded EUTs, all connectors not used shall be terminated by shielded terminations.

7.4.4 Test procedure

With the EUT arranged as described in 7.4.3, the horizontally polarized measuring dipole A shall be placed in the same position as when checking the test site. The dipole shall be normal to a vertical plane through its centre and that of the EUT. The EUT is first measured in its normal table-standing position and secondly when tilted 90° to stand on a normally vertical side. In each position it shall be rotated 360° in the horizontal plane. The highest reading Y shall be the characteristic value for the EUT.

The measuring system is calibrated by replacing the EUT with a half-wave dipole B. The centre of this calibrating dipole B shall be placed in the same spot as the geometric centre of the previously measured EUT and parallel with the measurement antenna A, and be connected to a signal generator. The radiated power from the cabinet of the EUT is defined as the power at the terminals of the half-wave dipole B when the signal generator is adjusted to give the same reading on the measuring receiver as the maximum reading recorded earlier (Y), at each frequency of measurement.

When measurements are made with both horizontally and vertically polarized measuring dipoles, separate calibrations must be made for the two modes.

7.5 Measurements of equipment *in situ*

7.5.1 Applicability of and preparation for *in situ* measurements

In situ measurements may be necessary for the investigation of an interference problem at a particular location, i.e. where electrical equipment is suspected of causing interference to radio reception in its vicinity.

Where allowed by the relevant product standard, *in situ* measurements may be made for the evaluation of compliance, if it is not possible for technical reasons to make radiated emission measurements on a standard test site. Technical reasons for *in situ* measurements are excessive size and/or weight of the EUT or situations where the interconnection to the infrastructure for the EUT is too expensive for the measurement on standard test sites. *In situ* measurement results of an EUT type will normally deviate from site to site or from results obtained on a standard test site and can therefore not be used for type testing.

NOTE 1 In general, however, due to imperfections such as mutual coupling between the conductive structures present in the *in situ* environment, which may also be more or less polluted by ambient electromagnetic fields, and the measuring antenna/equipment under test, *in situ* measurements cannot fully replace measurements on a suitable test site (open-area test site or alternative test sites, for example, (semi-)anechoic chambers) as specified in CISPR 16-1.

The EUT usually consists of one or more devices and/or systems, is part of an installation, or is interconnected with an installation.

A perimeter connecting the outer parts of the EUT is usually taken as the reference point to determine the measurement distance. In some product standards, the exterior walls or boundaries of business parks or industrial areas are taken as the reference points.

Des mesures préliminaires doivent être effectuées pour identifier la fréquence et l'amplitude du champ d'une perturbation parmi les signaux ambiants en prenant en compte les sources potentielles de perturbations (par exemple, oscillateurs) d'un matériel en essai. Pour ces mesures il est recommandé d'utiliser, au lieu d'un récepteur, un analyseur de spectre, qui permet d'analyser un spectre plus large. Pour identifier la fréquence et l'amplitude des signaux perturbateurs, on recommande l'emploi d'une sonde de courant sur câbles connectés ou d'une sonde de champ proche ou d'antennes de mesure placées plus près du matériel en essai.

Des mesures doivent également être effectuées à des fréquences choisies pour déterminer si possible les modes de fonctionnement pour lesquels le matériel en essai produit les champs perturbateurs les plus élevés. Les mesures suivantes doivent être effectuées avec le matériel en essai fonctionnant dans ces modes.

NOTE 2 Lorsque le matériel en essai constitue une partie d'un ensemble et que son fonctionnement ne peut être indépendant du fonctionnement des autres parties, il peut s'avérer impossible de choisir les conditions produisant les perturbations les plus élevées. Pour certains matériels, ces conditions peuvent dépendre du temps, particulièrement s'il s'agit de fonctionnements cycliques. Dans ce cas, il convient de choisir la période d'observation s'approchant le plus des conditions de production des perturbations les plus élevées.

Les mesures doivent être effectuées autour du matériel en essai à une distance approximativement identique pour chaque fréquence choisie afin de donner la direction du champ perturbateur le plus élevé. Il convient que le matériel en essai soit essayé au moins dans trois directions différentes. Les mesures finales de l'amplitude du champ de perturbations, à chaque fréquence, doivent être effectuées dans les directions du champ perturbateur le plus élevé (qui peut varier d'une fréquence à l'autre) en tenant compte des conditions locales.

L'amplitude la plus élevée du champ perturbateur doit être mesurée avec l'antenne en polarisation verticale et en polarisation horizontale.

Si le rapport de l'amplitude mesurée du champ perturbateur à celle de toute émission ambiante est inférieur à 6 dB, les méthodes de mesures décrites en Annexe A peuvent être utilisées.

7.5.2 Mesures des amplitudes de champ dans la bande des fréquences de 9 kHz à 30 MHz

7.5.2.1 Méthode de mesure

L'amplitude du champ magnétique perturbateur doit être mesurée dans la direction de rayonnement maximal avec le matériel en essai fonctionnant dans le mode créant le champ perturbateur le plus élevé.

L'amplitude du champ perturbateur polarisé horizontalement doit être mesurée à la distance normalisée d_{limit} en utilisant une antenne boucle comme décrit en 4.2.1 de la CISPR 16-1-4:2003, à une hauteur de 1 m (entre le sol et la partie inférieure de l'antenne). L'amplitude maximale du champ perturbateur doit être déterminée par rotation de l'antenne.

NOTE. Pour la mesure de l'amplitude maximale du champ perturbateur de lignes disposées dans n'importe quelle direction, il convient d'orienter l'antenne selon trois axes orthogonaux et l'amplitude du champ est calculée par

$$E_{\text{sum}} = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2}$$

Dans les cas où des limites sont données pour le champ E équivalent alors que ce sont les composantes du champ magnétique qui sont mesurées, le champ H peut être converti en champ électrique correspondant en utilisant l'impédance de l'espace libre soit 377Ω et en multipliant la valeur lue pour le champ H par 377. Dans ce cas, le champ H est donné par:

$$H_{\text{sum}} = \sqrt{H_x^2 + H_y^2 + H_z^2}$$

Cette valeur du champ H peut être utilisée directement dans les cas où les limites sont directement données pour l'amplitude du champ magnétique.

Si l'antenne ne peut pas être déplacée selon trois axes orthogonaux, elle peut être tournée manuellement vers la direction donnant l'amplitude du champ perturbateur maximale.

Preliminary measurements shall be made to identify the frequency and amplitude of the disturbance field strengths amongst the ambient signals taking into account the potential sources of interference (for example, oscillators) in the EUT. For these measurements the use of a spectrum analyser is recommended in place of a receiver because a large frequency spectrum can be analysed. For the identification of the frequency and amplitude of the disturbance signals the use of a current probe on the connected cables, or near-field probes or the measurement antennas placed closer to the EUT is recommended.

Measurements shall also be made on selected frequencies to determine, where possible, the modes of operation in which the EUT generates the highest disturbance field strengths. The subsequent measurements shall be made with the EUT in these modes of operation.

NOTE 2 Where the EUT is a piece of equipment, the operating mode of which cannot be switched independently of the operation of other equipment, the selection of conditions producing the highest disturbances may be impossible. For some of them, these conditions may be dependent on time, particularly if they are on cyclic operation. In such cases, the period of observation should be chosen to approach the conditions of highest disturbance production.

Measurements shall be made around the EUT at approximately the same measurement distance on each of the selected frequencies to determine the direction of the highest disturbance field strength. The EUT should be tested in at least three different directions. The final disturbance field-strength measurements on each frequency shall be made in the directions of the highest disturbance field strengths (which may vary from frequency to frequency) taking into account the local conditions.

The highest disturbance field strengths shall be measured with the antenna in vertical and horizontal polarization.

If the ratio of the measured disturbance field strength to any ambient emission is lower than 6 dB, the measurement methods described in Annex A can be used.

7.5.2 Field-strength measurements in the frequency range 9 kHz to 30 MHz

7.5.2.1 Measurement method

The magnetic disturbance field strength shall be measured in the direction of maximum radiation with the EUT in the mode of operation generating the highest disturbance field strength.

The horizontally polarized disturbance field strength shall be measured at the standard measurement distance d_{limit} using a loop antenna as described in 4.2.1 of CISPR 16-1-4:2003 at a height of 1 m (between the ground and lowest part of the antenna). The maximum disturbance field strength shall be determined by rotating the antenna.

NOTE For the measurement of the maximum disturbance field strength from lines arranged in any direction, the antenna should be oriented in three orthogonal directions, and the measured field strength is calculated by

$$E_{\text{sum}} = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2}$$

In cases where limits are given for the E field equivalent but the measured field strengths are the magnetic components, the H field strength can be converted to the corresponding E field strength using the free space impedance of 377Ω by multiplying the H field reading by 377. The H field in this case is given by

$$H_{\text{sum}} = \sqrt{H_x^2 + H_y^2 + H_z^2}$$

This H field value can be used directly in cases where limits are directly given for the magnetic field strength.

If the antenna cannot be moved in three orthogonal directions, it can be turned by hand in the direction of maximum reading for the measurement of the maximum disturbance field strength.

7.5.2.2 Distances de mesure autres que la distance normalisée

S'il n'est pas possible de maintenir la distance normalisée d_{limit} comme spécifié dans la norme de produit ou la norme générique, il convient d'effectuer les mesures à des distances inférieures ou supérieures à la distance normalisée dans la direction du rayonnement maximal.

Au moins trois mesures doivent être effectuées à des distances différentes, supérieures ou inférieures à la distance normalisée s'il n'est pas possible d'utiliser cette dernière.

Les résultats (en décibels) des mesures doivent être reportés sur un graphique comme une fonction de la distance de mesure, selon une échelle logarithmique. Une ligne doit relier les résultats obtenus. Cette ligne représente la décroissance de l'amplitude du champ et peut servir à déterminer l'amplitude du champ perturbateur à des distances autres que la distance de mesure, par exemple à la distance normalisée.

7.5.3 Mesures d'amplitude du champ aux fréquences supérieures à 30 MHz

7.5.3.1 Méthode de mesure

L'amplitude du champ perturbateur doit être mesurée dans la direction de rayonnement maximal à la distance normalisée avec le matériel en essai fonctionnant dans le mode produisant le champ perturbateur le plus élevé. Les amplitudes maximales, en polarisation verticale et en polarisation horizontale, du champ perturbateur, doivent être mesurées à l'aide d'antennes à large bande ayant, si possible, une hauteur variant entre 1 m et 4 m. La valeur retenue doit être la valeur maximale.

Il est recommandé d'utiliser des antennes biconiques pour les mesures effectuées dans la gamme de fréquence jusqu'à 200 MHz et des antennes log-périodiques pour les mesures dans la gamme de fréquence au-dessus de 200 MHz. La distance entre l'antenne de mesure et tout obstacle métallique voisin (y compris les câbles) doit être supérieure à 2 m.

7.5.3.2 Distances de mesure autres que la distance normalisée

La distance de mesure normalisée d_{std} est spécifiée dans la norme de produit ou générique. En cas d'impossibilité de respecter la distance normalisée, la mesure de l'amplitude du champ perturbateur doit être effectuée à des distances différentes comme il est décrit en 7.5.2.2. Un balayage en hauteur de l'antenne doit être effectué pour chaque mesure. L'amplitude du champ perturbateur à la distance normalisée d_{std} doit être déterminée conformément à 7.5.2.2 par report sur un graphique donnant l'amplitude du champ mesuré en fonction de la distance de mesure, en échelle logarithmique.

S'il n'est pas possible de mesurer à différentes distances et que la distance de mesure se réfère au mur extérieur du bâtiment ou à la limite de propriété, les résultats des mesures doivent être ramenés à la distance normalisée selon l'équation (5).

$$E_{\text{std}} = E_{\text{mea}} + n \times 20 \times \log \frac{d_{\text{mea}}}{d_{\text{std}}} \quad (5)$$

où

E_{std} est l'amplitude du champ à la distance normalisée, en dB(μV/m), pour comparaison à la limite d'émission;

E_{mea} est l'amplitude du champ à la distance de mesure, en dB(μV/m);

d_{mea} est la distance de mesure, en mètres;

d_{std} est la distance normalisée, en mètres.

n dépend de la distance d_{mea} comme suit:

7.5.2.2 Measurement distances other than the standard distance

If it is not possible to adhere to the standard distance d_{limit} , as specified in the product or generic standard, the measurements should be made at distances either less or greater than the standard measuring distance in the direction of the maximum radiation.

At least three measurements at different measuring distances less or greater than the standard measuring distance shall be used if it is not possible to use the standard distance.

The measurement results (in decibels) shall be plotted as a function of the measurement distance on a logarithmic scale. One line shall be drawn to join up the measurement results. This line represents the decrease in the field strength and can be used to determine the disturbance field strength at distances other than the measurement distance, for example, at the standard distance.

7.5.3 Field-strength measurements in the frequency range above 30 MHz

7.5.3.1 Measurement method

The electric disturbance field strength shall be measured in the direction of maximum radiation at the standard distance with the EUT in the mode of operation generating the highest disturbance field strength. The maximum horizontally and vertically polarized disturbance field strengths shall be measured using broadband antennas with, as far as practicable, a variable height of 1 m to 4 m. The highest value shall be taken as the measured value.

It is recommended that biconical antennas be used for measurements in the frequency range up to 200 MHz and log-periodic antennas for measurements in the frequency range above 200 MHz. The distance between the measuring antenna and any nearby metallic elements (including cables) should be greater than 2 m.

7.5.3.2 Measurement distances other than the standard distance

The standard measurement distance d_{std} is specified in the product or generic standard. If it is not possible to adhere to the standard measurement distance, the disturbance field strength shall be measured in different measuring distances as described in 7.5.2.2. A height scan of the antenna shall be used for each measurement. The disturbance field strength at the standard distance d_{std} shall be determined according to 7.5.2.2 by plotting the measured field strength as a function of the measurement distance on a logarithmic scale.

If it is not possible to measure at different measuring distances and the measurement distance refers to the outer wall of a building or the border of the premises, the measurement results shall be converted to the standard distance using equation (5).

$$E_{\text{std}} = E_{\text{mea}} + n \times 20 \times \log \frac{d_{\text{mea}}}{d_{\text{std}}} \quad (5)$$

where

E_{std} is the field strength at the standard distance in dB(μV/m) for comparison with the emission limit;

E_{mea} is the field strength at the measurement distance in dB(μV/m);

d_{mea} is the measurement distance in metres;

d_{std} is the standard distance in metres.

n depends on the distance d_{mea} as follows:

si $30 \text{ m} \leq d_{\text{mea}}$	$n = 1;$
si $10 \text{ m} < d_{\text{mea}} < 30 \text{ m}$	$n = 0,8;$
si $3 \text{ m} < d_{\text{mea}} < 10 \text{ m}$	$n = 0,6.$

NOTE La valeur $n < 1$ tient compte de la différence entre la distance de mesure et la distance au matériel en essai.

Les distances de mesures inférieures à 3 m ne doivent pas être utilisées.

S'il n'est pas possible d'effectuer des mesures à différentes distances et que l'équation (5) n'est pas utilisée parce que la distance de mesure ne se réfère pas au mur extérieur du bâtiment ou à la limite de propriété, il convient que l'amplitude du champ soit déterminée par la mesure de la puissance perturbatrice rayonnée (voir 7.5.4).

7.5.4 Mesure *in situ* de la puissance perturbatrice efficace rayonnée avec la méthode de substitution

7.5.4.1 Conditions générales de mesure

La méthode de substitution peut être utilisée sans condition supplémentaire si le matériel en essai peut être déconnecté et enlevé pour la substitution.

Au cas où le matériel en essai ne peut être enlevé, et si sa face avant est une grande surface plane, l'influence de cette surface lors de la substitution doit être prise en compte (voir équation (7b)). Si la face avant du matériel en essai ne rentre pas dans un plan bi-dimensionnel dans la direction de mesure, l'incertitude de mesure supplémentaire n'est pas prise en considération.

Au cas où le matériel en essai ne peut être déconnecté, une mesure par substitution de la puissance rayonnée est cependant possible à une fréquence particulière, en utilisant une fréquence voisine à laquelle le champ perturbateur du matériel en essai est au moins 20 dB plus bas que celui à la fréquence considérée («voisine» signifie à moins d'une ou deux fois la bande f.i. du récepteur). Il convient que la fréquence soit choisie en tenant compte, si possible, du brouillage éventuel des services radioélectriques.

7.5.4.2 Gamme de fréquences de 30 MHz à 1 000 MHz

7.5.4.2.1 Distance de mesure

La distance de mesure choisie doit être telle que la mesure soit faite en champ lointain. Cette exigence est en général satisfaite si

a) d est plus grand que $\frac{\lambda}{2\pi}$ et

b) $d \geq \frac{2 \times D^2}{\lambda}$ (6)

où

d est la distance de mesure, en mètres;

D est la dimension maximale du matériel en essai et de son câblage, en mètres;

λ est la longueur d'onde, en mètres;

ou

la distance de mesure d est égale ou supérieure à 30 m.

- if $30 \text{ m} \leq d_{\text{mea}}$, $n = 1$;
 if $10 \text{ m} < d_{\text{mea}} < 30 \text{ m}$, $n = 0,8$;
 if $3 \text{ m} < d_{\text{mea}} < 10 \text{ m}$, $n = 0,6$.

NOTE $n < 1$ accommodates the difference between the measuring distance and the distance to the EUT.

Measurement distances closer than 3 m shall not be used.

If it is not possible to measure at different measuring distances, and equation (5) is not used because the measurement distance does not refer to the outer wall of a building or boundary of premises, the field strength should be determined by measurement of the radiated disturbance power (see 7.5.4).

7.5.4 *In situ* measurement of the effective radiated disturbance power using the substitution method

7.5.4.1 General measurement condition

The substitution method can be used without additional conditions if, and only if, the EUT can be switched off and if the EUT can be removed for the substitution.

If the EUT cannot be removed, and if its front face is a large plane surface, the effect of this face on the substitution shall be taken into account (see equation (7b)). If the front surface of the EUT does not fit into a two-dimensional plane in the measurement direction, the additional measurement uncertainty is not considered.

If the EUT cannot be switched off, it is still possible to use the substitution method to measure the radiated power of a disturbance from the EUT at a particular frequency, by using a nearby frequency at which the field strength of the disturbance from the EUT is at least 20 dB below that at the frequency of interest ("nearby" means within one or two receiver IF-bandwidths). The frequency selected should, where possible, be chosen with regard to possible interference to radio services.

7.5.4.2 Frequency range 30 MHz to 1 000 MHz

7.5.4.2.1 Measurement distance

The measurement distance chosen shall be such that the measurement is made in the far field. This requirement is generally met, if

- a) d is greater than $\frac{\lambda}{2\pi}$ and

b) $d \geq \frac{2 \times D^2}{\lambda}$ (6)

where

d is the measurement distance in meters;

D is the maximum dimension of the EUT with cabling in meters;

λ is the wavelength in meters;

or

the measurement distance d is equal to, or greater than, 30 m.

En champ lointain, l'exposant n de l'équation (5) peut être supposé égal à 1. Si une mesure à une distance inférieure est adoptée, la conformité à l'hypothèse peut être validée en utilisant la procédure indiquée en 7.5.3.2 pour vérifier que l'amplitude du champ diminue inversement à la distance.

Si les conditions locales exigent qu'une mesure à une distance inférieure soit choisie, ceci doit être indiqué.

7.5.4.2.2 Méthode de mesure

La puissance efficace rayonnée d'une perturbation doit être mesurée dans la direction du rayonnement maximal avec le matériel en essai placé dans le mode de fonctionnement produisant le champ perturbateur maximal. La distance de mesure doit être choisie conformément à 7.5.4.2.1 et à l'amplitude la plus élevée du champ perturbateur, à la fréquence choisie déterminée, en faisant varier la hauteur de l'antenne entre 1 m et 4 m, si possible.

Pour la mesure de la puissance efficace de la perturbation, les étapes a) à g) seront suivies.

- a) Le matériel en essai doit être déconnecté et enlevé. Un dipôle demi onde, ou une antenne ayant des caractéristiques de rayonnement similaires et un gain G connu par rapport à un dipôle demi onde, lui est substitué. S'il n'est pas pratique d'enlever le matériel en essai, un dipôle demi onde ou large bande (dans la gamme de fréquences inférieure à 150 MHz environ, pour réduire le couplage mutuel avec le matériel en essai) est placé dans le voisinage du matériel en essai. Le voisinage est défini comme étant une zone allant jusqu'à 3 m.
- b) Le dipôle demi onde (ou large bande) doit alors être alimenté par un générateur de signal réglé à la même fréquence.
- c) La position et la polarisation du dipôle demi onde (ou d'une antenne large bande) doivent être telles que le récepteur de mesure reçoive l'amplitude de champ la plus élevée. Si le matériel en essai n'est pas enlevé, il doit si possible être déconnecté et le dipôle est déplacé dans une zone allant jusqu'à 3 m du matériel en essai.
- d) La puissance du signal injecté doit être ajustée jusqu'à ce que le récepteur donne la même indication que celle correspondant à l'amplitude du champ perturbateur la plus élevée du matériel en essai.
- e) Si la face avant du matériel en essai couvre une grande surface plane (comme un bâtiment équipé d'un réseau de télévision par câbles) l'antenne de substitution (dipôle demi onde) est placée à environ 1 m de la face plane (devant le bâtiment). Il convient de choisir l'emplacement de l'antenne de substitution de telle sorte qu'une ligne fictive entre l'antenne de substitution et l'antenne de mesure soit perpendiculaire à la face du bâtiment.
- f) La hauteur, la polarisation et la distance au plan fictif incluant le dipôle demi onde (ou l'antenne large bande) et perpendiculaire à l'axe de mesure entre l'antenne et l'emplacement de l'antenne de mesure doivent être réglées pour que le récepteur détecte le champ le plus élevé.
- g) La puissance du générateur de signal doit être réglée comme en d).

Pour les matériels en essai enlevés et les matériels en essai dont la face avant n'est pas contenue à l'intérieur d'une grande surface plane fictive, la puissance au générateur de signal P_G plus le gain G de l'antenne d'émission par rapport à un dipôle demi onde fournit la puissance efficace rayonnée P_r à mesurer:

$$P_r = P_G + G \quad (7a)$$

Pour les matériels en essai qui peuvent être contenus à l'intérieur d'une grande surface plane fictive (tels que des bâtiments équipés de réseaux de télécommunications), l'augmentation du gain du dipôle placé devant cette surface est donné par

In the far field the exponent n in equation (5) may be assumed to be 1. If a shorter measurement distance is chosen, this assumption can be validated by using the procedure of 7.5.3.2 to verify that the field strength falls off inversely with distance.

If the local conditions require that a shorter measurement distance be chosen, this shall be indicated.

7.5.4.2.2 Measurement method

The effective radiated disturbance power shall be measured in the direction of maximum radiation with the EUT in the mode of operation generating the highest disturbance field strength. The measurement distance shall be chosen according to 7.5.4.2.1 and the highest disturbance field strength on the selected frequency determined by varying the antenna height at least in the range of 1 m to 4 m as far as practicable.

For the measurement of the effective radiated disturbance power, steps a) to g) shall be followed.

- a) The EUT shall be disconnected and removed. A half-wave dipole or antenna with similar radiation characteristics and known gain G , relative to a half-wave dipole is substituted in its place. If it is impractical to remove the EUT, a half-wave or broadband dipole (in the frequency range lower than about 150 MHz to minimize mutual coupling to the EUT) is positioned in the vicinity of the EUT. The vicinity is a range up to 3 m.
- b) The half-wave (or broadband) dipole shall then be fed by a signal generator operating on the same frequency.
- c) The position and polarization of the half-wave dipole (or broadband antenna) shall be such that the measuring receiver receives the highest field strength. If the EUT is not removed, then, if possible, it shall be switched off and the dipole is moved in a range up to 3 m around the EUT.
- d) The power of the signal generated shall be varied until the measuring receiver shows the same reading as when the highest disturbance field strength from the EUT was measured.
- e) If the front of the EUT fills a large plane surface (for example, a building with a cable-TV network) the substitution antenna (half-wave dipole) is positioned about 1 m in front of the plane surface (in front of the building). The location of the substitution should be so chosen that an imaginary line between the substitution antenna and the measuring antenna is perpendicular to the direction of the face of the building.
- f) The height, polarization and distance to the plane imaginary surface enclosing the half-wave dipole (or broadband antenna) and perpendicular to the measurement axis between the antenna and the location of the measuring antenna shall be varied such that the receiver receives the highest field strength.
- g) The power of the signal generator shall be varied as in d) above.

For removed EUTs and EUTs whose front face is not contained within an imaginary large plane surface, the power at the signal generator P_G plus the gain G of the transmit antenna relative to a half-wave dipole yields the effective radiated disturbance power P_r to be measured:

$$P_r = P_G + G \quad (7a)$$

For EUTs that fit within an imaginary large plane surface (for example, buildings with telecommunication networks), the increase in gain of the dipole positioned in front of this surface is given by

$$P_r = P_G + G + 4 \text{ dB} \quad (7b)$$

où

P_r est en dB(pW);

P_G est en dB(pW); et

G est en dB.

La puissance efficace rayonnée peut être utilisée pour calculer l'amplitude du champ perturbateur à la distance de mesure normalisée d_{std} . L'amplitude du champ en espace libre E_{libre} est calculée en utilisant l'équation suivante:

$$E_{\text{libre}} = \frac{7\sqrt{P_r}}{d_{\text{std}}} \quad (8)$$

où

E_{libre} est en $\mu\text{V/m}$;

P_r est en pW; et

d_{std} est en mètres.

Si l'amplitude calculée en espace libre selon l'équation (8) est comparée aux limites de l'amplitude du champ perturbateur mesurée sur des emplacements normalisés, on doit considérer que l'amplitude du champ mesurée sur les emplacements normalisés est approximativement 6 dB au-dessus de l'amplitude en espace libre de l'équation (8) à cause des réflexions du plan de sol. L'équation (8) peut être modifiée pour tenir compte de cet incrément. L'amplitude du champ perturbateur à la distance normalisée E_{std} peut donc être calculée pour la polarisation verticale avec l'équation suivante:

$$E_{\text{std}} = P_r - 20 \log d_{\text{std}} + 22,9 \quad (9a)$$

En polarisation horizontale en dessous de 160 MHz, l'amplitude maximale du champ n'est pas mesurée sur des sites normalisés. Par conséquent, le facteur de 6 dB doit être modifié comme suit:

$$E_{\text{std}} = P_r - 20 \log d_{\text{std}} + 16,9 + (6 - c_c) \quad (9b)$$

où

E_{std} est en dB($\mu\text{V/m}$);

f est la fréquence de mesure;

d_{std} est en mètres;

c_c est le facteur de correction en polarisation horizontale. Ceci a été établi en supposant les sources rayonnantes à 1 m de haut.

f MHz	30	40	50	60	70	90	100	120	140	160	180	200	750	1 000
c_c dB	11	10,2	9,3	8,5	7,6	5,9	5,1	3,4	1,7	0	0	0	0	0

Cette méthode de détermination de l'amplitude maximale du champ perturbateur peut être employée principalement s'il existe des obstacles entre l'antenne de mesure et le matériel en essai.

$$P_r = P_G + G + 4 \text{ dB} \quad (7b)$$

where

P_r is in dB(pW);

P_G is in dB(pW); and

G is in dB.

The effective radiated disturbance power can be used to calculate the disturbance field strength at the standard measurement distance d_{std} . The free-space field strength E_{free} shall be calculated using the following equation:

$$E_{\text{free}} = \frac{7\sqrt{P_r}}{d_{\text{std}}} \quad (8)$$

where

E_{free} is in $\mu\text{V/m}$;

P_r is in pW; and

d_{std} is in metres.

If the calculated free-space field strength of equation (8) is compared with limits of disturbance field strength measured in standard test sites, it must be considered that the amplitude field strength measured at standard test sites is approximately 6 dB higher than the free space field strength of equation (8) due to the reflections from the ground plane. Equation (8) can be modified to take into account this increment. The disturbance field strength at the standard distance E_{std} can therefore be calculated for the vertical polarization using the following equation:

$$E_{\text{std}} = P_r - 20 \log d_{\text{std}} + 22,9 \quad (9a)$$

For horizontal polarization below 160 MHz the maximum field strength is not measured at standard test sites. Therefore the 6 dB factor must be corrected as follows:

$$E_{\text{std}} = P_r - 20 \log d_{\text{std}} + 16,9 + (6 - c_c) \quad (9b)$$

where

E_{std} is in dB($\mu\text{V/m}$);

f is the measuring frequency;

d_{std} is in metres;

c_c is the correction factor for horizontal polarization. This was determined assuming the radiation source at 1 m in height.

f MHz	30	40	50	60	70	90	100	120	140	160	180	200	750	1 000
c_c dB	11	10,2	9,3	8,5	7,6	5,9	5,1	3,4	1,7	0	0	0	0	0

This method for determining the disturbance field strength can mainly be used if there are obstacles between the measuring antenna and the EUT.

7.5.4.3 Gamme de fréquences de 1 GHz à 18 GHz

7.5.4.3.1 Distance de mesure

La distance de mesure choisie doit être telle que la mesure soit effectuée en champ lointain. La condition de champ lointain doit être vérifiée en mesurant la puissance perturbatrice rayonnée en fonction de la distance avec un cornet de guide d'onde à double moulure ou avec une antenne log-périodique. Cette exigence est remplie si la distance de mesure est égale ou supérieure à la distance de transition. La distance de transition est signalée par le point de transition déterminé selon la Figure 17. Les résultats de mesures sont portés sur un graphique et deux lignes parallèles séparées de 5 dB doivent enserrer la plupart des résultats; le point de transition est celui où les lignes se coupent et après lequel la puissance rayonnée décroît de 20 dB par décade.

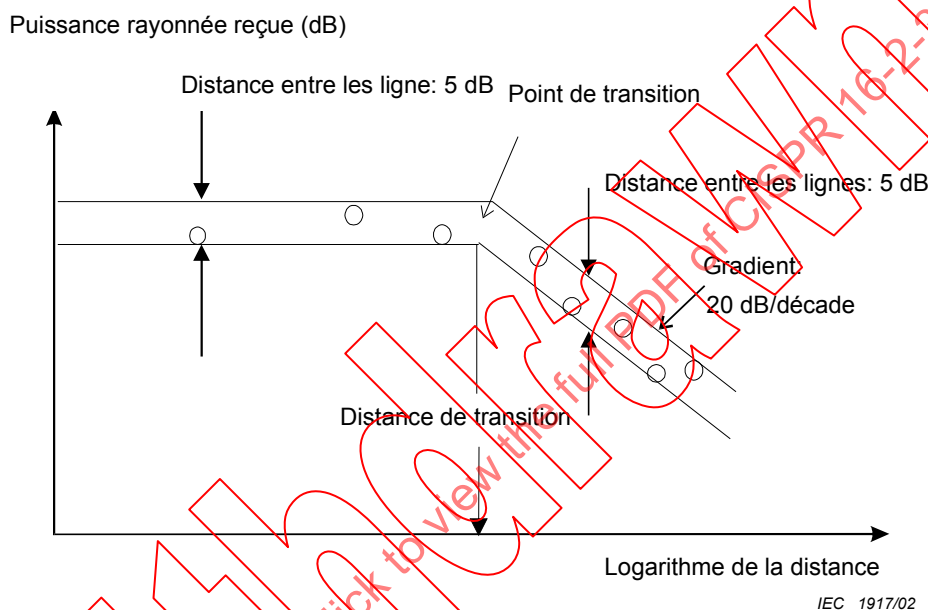


Figure 17 – Détermination de la distance de transition

7.5.4.3.2 Méthode de mesure

La puissance perturbatrice rayonnée doit être mesurée dans la direction de rayonnement maximal du matériel en essai, celui-ci étant dans le mode de fonctionnement produisant le champ perturbateur le plus élevé. Un cornet de guide d'onde à double moulure ou une antenne log-périodique doivent être utilisés pour déterminer la direction de rayonnement maximal. La distance de mesure doit être choisie conformément à 7.5.4.2.1 et l'amplitude du champ perturbateur est mesurée à la fréquence sélectionnée. La position de l'antenne doit être modifiée légèrement pour confirmer que la valeur du champ mesuré n'est pas un minimum local (dû par exemple à des réflexions).

Pour la mesure de la puissance perturbatrice rayonnée le matériel en essai doit être déconnecté et un cornet à double moulure ou une antenne log-périodique doit être placé soit à proximité immédiate soit à la place du matériel en essai. L'antenne doit être alors alimentée par un générateur fonctionnant à la même fréquence. L'orientation de l'antenne doit être telle que le récepteur de mesure reçoive le champ maximal. Cette position de l'antenne doit alors être fixe. La puissance du signal produit doit être ajustée jusqu'à ce que le récepteur reçoive la même puissance que celle produite par le matériel en essai. La puissance du générateur de signal P_G plus le gain G de l'antenne émettrice par rapport au dipôle demi-onde donne la puissance recherchée pour la perturbation P_r :

$$P_r = P_G + G \quad (10)$$

7.5.4.3 Frequency range 1 GHz to 18 GHz

7.5.4.3.1 Measurement distance

The measurement distance chosen shall be such that the measurement is made in the far field. The far-field condition shall be verified by measuring the radiated disturbance power with a double-ridged waveguide horn or log-periodic antenna as a function of the distance. The requirement is met if the measurement distance is equal to, or greater than, the transition distance. The transition distance is marked by the transition point which shall be determined as shown in Figure 17. The measurement results shall be plotted and two parallel lines separated by 5 dB drawn to enclose as many of the measurement results; the transition point is the point where the lines intersect and after which the radiated power decreases by 20 dB/decade.

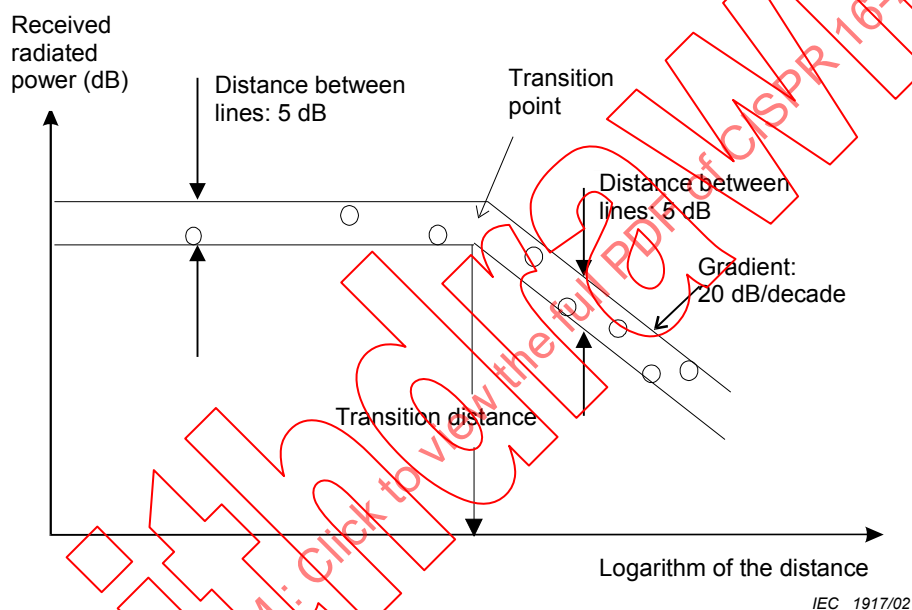


Figure 17 – Determination of the transition distance

7.5.4.3.2 Measurement method

The radiated disturbance power shall be measured in the direction of maximum radiation with the EUT in the mode of operation generating the highest disturbance field strength. A double-ridged waveguide horn or log-periodic antenna shall be used to determine the direction of maximum radiation. The measurement distance shall then be chosen according to 7.5.4.2.1 and the disturbance field strength on the selected frequency is measured. The antenna position shall be varied slightly to ensure that the measured field strength is not at a local minimum (due, for example, to reflections).

For the measurement of the radiated disturbance power the EUT shall be disconnected and a double-ridged horn or log-periodic antenna positioned either in the immediate vicinity of the EUT or in its place. The antenna shall then be fed by a signal generator operating at the same frequency. The orientation of the antenna shall be such that the test receiver receives the highest field strength. This antenna position shall be fixed. The power of the signal generated shall be varied until the test receiver receives the same power as that generated by the EUT. The power at the signal generator P_G plus the gain G of the transmitting antenna relative to a half-wave dipole yields the required radiated disturbance power P_r :

$$P_r = P_G + G \quad (10)$$

où

P_r est en dB(pW);

P_G est en dB(pW); et

G est en dB.

7.5.5 Documentation des résultats de mesure

Il convient que les circonstances particulières et les conditions des mesures *in situ* soient documentées pour permettre de reproduire les conditions de fonctionnement si les mesures sont répétées. Il convient que la documentation comporte:

- les raisons justifiant des mesures *in situ* au lieu de mesures sur un emplacement normalisé;
- la description du matériel en essai;
- la documentation technique;
- le plan à l'échelle de l'emplacement de mesure, indiquant les endroits où les mesures ont été effectuées;
- la description de l'installation mesurée;
- les détails de toutes les connexions entre l'installation et le matériel en essai: données techniques et détails des emplacements et configurations;
- la description des conditions de fonctionnement;
- les détails concernant les équipements de mesure;
- les résultats de mesures:
 - polarisation des antennes;
 - valeurs mesurées: fréquence, niveau relevé et niveau de la perturbation;
NOTE Le niveau de la perturbation est le niveau correspondant à la distance de mesure normalisée.
 - évaluation du degré de perturbation (si applicable).

7.6 Mesure dans un système à antennes cadres

Le système à antennes cadres (LAS) étudié dans le présent paragraphe est adapté à la mesure en salle du champ magnétique émis par un seul matériel en essai dans la gamme de fréquences comprise entre 9 kHz et 30 MHz. Le champ magnétique se mesure en termes de courants induits dans le système à antennes cadres par le champ magnétique perturbateur du matériel en essai.

Le système à antennes cadres doit être validé régulièrement en appliquant la méthode décrite à l'Article E.4 de la CISPR 16-1-4:2003. Cette annexe fournit également une description complète du système à antennes cadres et une relation entre les résultats des mesures obtenus avec le LAS et ceux obtenus conformément à la description de 7.2.

7.6.1 Méthode générale de mesure

La Figure 18 décrit le concept général sur lequel reposent les mesures réalisées avec le système à antennes cadres. Le matériel en essai est installé au centre du système à antennes cadres. Le courant induit par le champ magnétique du matériel en essai dans chacune des trois grandes antennes cadres du LAS est mesuré en connectant la sonde de courant de la grande antenne cadre au récepteur de mesure (ou équivalent). Au cours des mesures, le matériel en essai reste en position fixe.

where

P_r is in dB(pW);

P_G is in dB(pW); and

G is in dB.

7.5.5 Documentation of the measurement results

The particular circumstances and conditions of the *in situ* measurements should be documented to enable the operational conditions to be reproduced if the measurements are repeated. The documentation should include

- reasons for the *in situ* measurement instead of using a standard test site;
- description of the EUT;
- technical documentation;
- scale drawings of the measurement site, showing the points at which measurements were made;
- description of the measured installation;
- details of all connections between the measured installation and the EUT: technical data and details of their location/configuration;
- description of the operating conditions;
- details of the measuring equipment
- measurement results:
 - antenna polarization;
 - measured values: frequency, measured level and disturbance level;
NOTE The disturbance level is the level referred to the standard measuring distance.
 - assessment of the degree of interference (if applicable).

7.6 Measurement in a loop antenna system

The loop antenna system (LAS) considered in this subclause is suitable for indoor measurement of the magnetic field strength emitted by a single EUT in the frequency range 9 kHz to 30 MHz. The magnetic field strength is measured in terms of the currents induced into the LAS by the magnetic disturbance field of the EUT.

The LAS shall be validated regularly using the method described in clause E.4 of CISPR 16-1-4:2003. That annex also gives a complete description of the LAS and a relation between the measuring results obtained with the LAS and those obtained as described in 7.2.

7.6.1 General measurement method

Figure 18 shows the general concept of measurements made with the LAS. The EUT is placed in the centre of the LAS. The current induced by the magnetic field from the EUT into each of the three large loop antennas of the LAS is measured by connecting the current probe of the large loop antenna to a measuring receiver (or equivalent). During the measurements the EUT remains in a fixed position.

Les courants dans les trois grandes antennes cadres, issus des trois composantes de champ magnétique mutuellement orthogonales, sont mesurés à la suite. Chacune des intensités mesurées doit respecter la limite d'émission, exprimée en dB μ A, selon la spécification de la norme de produits.

La limite d'émission doit s'appliquer à un LAS comportant de grandes antennes cadres de diamètre normalisé égal à 2 m.

7.6.2 Environnement d'essai

La distance entre le périmètre extérieur du système à antennes cadres et les objets environnants, tels que le sol et les murs, doit être au moins égale à 0,5 m.

Les courants induits dans le LAS par un champ RF ambiant doivent être jugés conformément à 5.4 de la CISPR 16-1-4:2003.

STANDARDSISO.COM: Click to view the full PDF of CISPR 16-2-3:2006

The currents in the three large loop antennas, originating from the three mutually orthogonal magnetic field components, are measured in sequence. Each current level measured shall comply with the emission limit, expressed in dB μ A, as specified in the product standard.

The emission limit shall apply to a LAS having large loop antennas with the standardized diameter of 2 m.

7.6.2 Test environment

The distance between the outer perimeter of the LAS and nearby objects, such as floor and walls, shall be at least 0,5 m.

The currents induced in the LAS by an RF ambient field shall be judged in accordance with 5.4 of CISPR 16-1-4:2003.

STANDARD\$160.COM: Click to view the full PDF of CISPR 16-2-3:2006

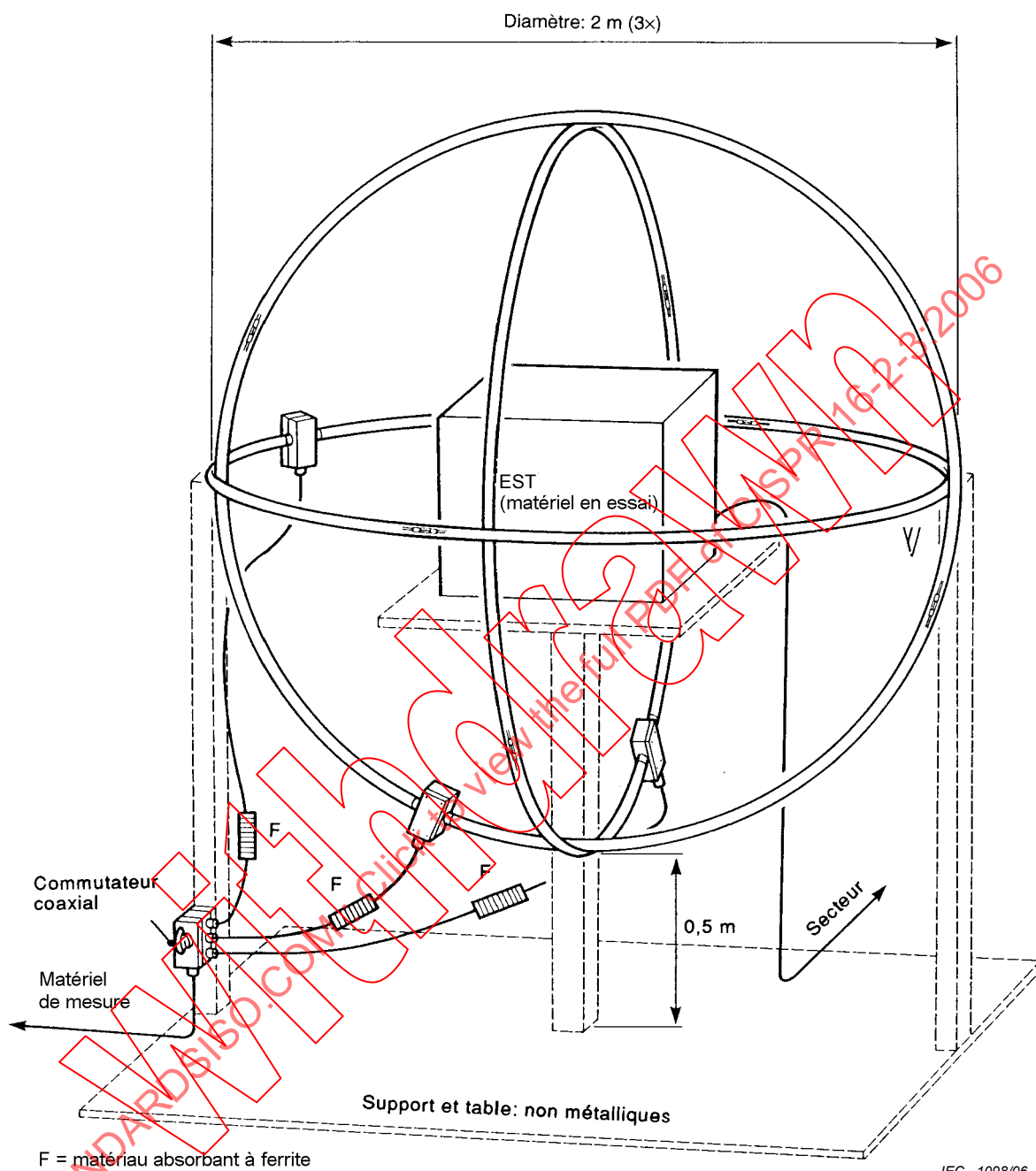


Figure 18 – Principe de mesure des courants induits par un champ magnétique à l'aide du système d'antennes bouclées

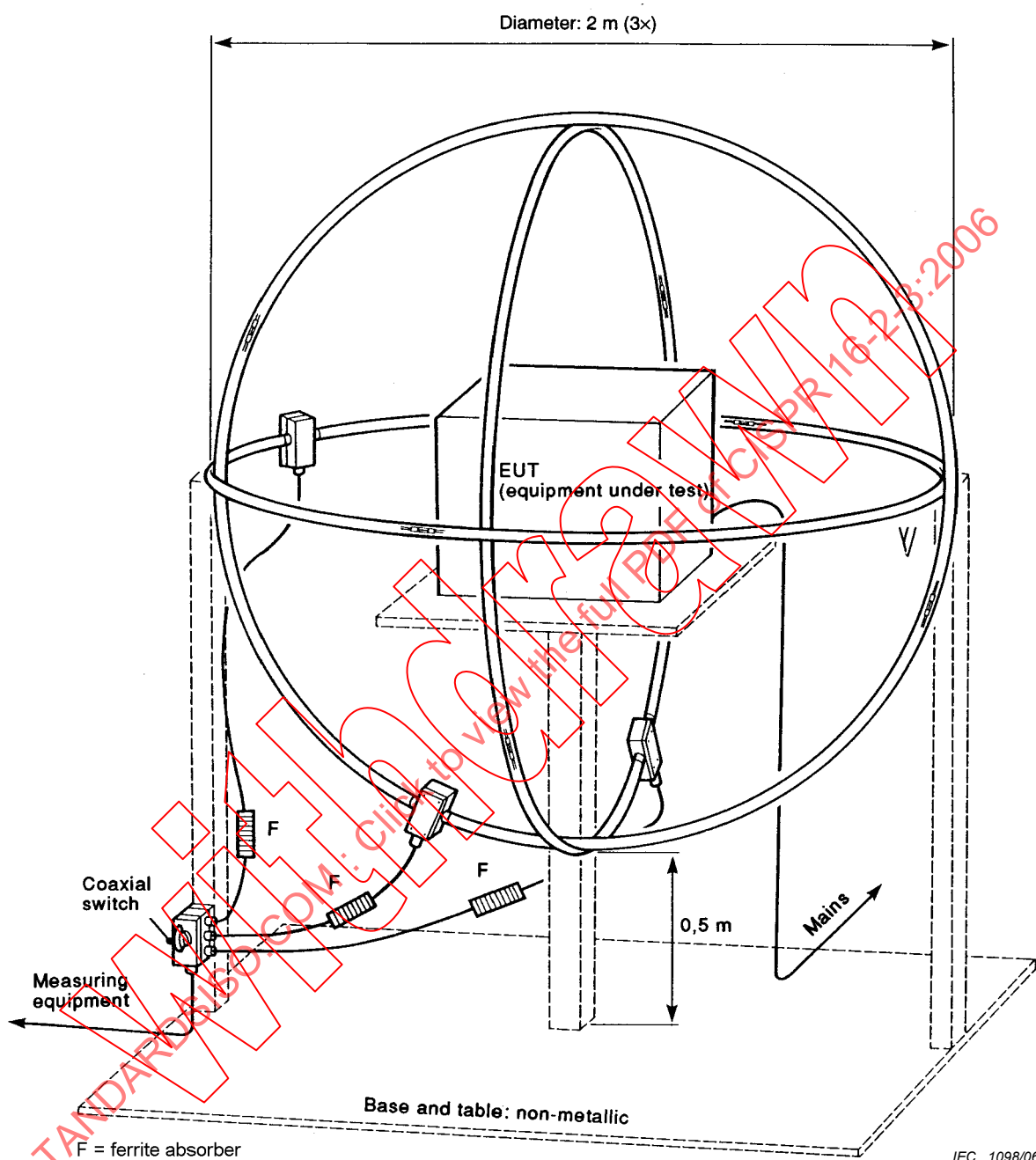


Figure 18 – Concept of magnetic field induced current measurements made with the loop antenna system

7.6.3 Configuration des matériels en essai

Afin d'éviter un couplage capacitif indésirable entre le matériel en essai et le système à antennes cadres, les dimensions maximales du matériel en essai doivent laisser une marge minimale de 0,20 m entre le matériel en essai et les grandes antennes cadres de 2 m normalisées du LAS.

La position du cordon d'alimentation doit être optimisée pour permettre une induction maximale du courant. En général, cette position n'est pas critique lorsque le matériel en essai respecte la limite d'émission conduite.

Dans le cas d'un matériel en essai de taille importante, il est possible d'augmenter le diamètre des antennes cadres du LAS jusqu'à 4 m. Dans ce cas:

- a) les valeurs du courant mesurées doivent être corrigées conformément à l'Article B.6 de la CISPR 16-1-2:2003; et
- b) les dimensions maximales du matériel en essai doivent laisser, entre le matériel en essai et les grands cadres une distance minimale de $0,1 \times D$ m, D représentant le diamètre du cadre non normalisé.

8 Mesure automatisée des émissions

8.1 Introduction: Précautions pour les mesures automatisées

L'automatisation peut supprimer une grande partie du côté fastidieux de l'exécution des mesures répétées de perturbations électromagnétiques. Les erreurs de l'opérateur dans la lecture et l'enregistrement des valeurs mesurées sont réduites. Toutefois l'utilisation d'un ordinateur pour recueillir les données peut introduire de nouvelles formes d'erreurs qui auraient pu être détectées par un opérateur. Les essais automatisés peuvent conduire, dans certaines situations, à une plus grande incertitude de mesure dans les données recueillies que celle des mesures manuelles effectuées par un opérateur qualifié. Fondamentalement, il n'y a pas de différence dans la précision avec laquelle une valeur d'émission est mesurée, que ce soit manuellement ou sous contrôle d'un logiciel. Dans les deux cas l'incertitude de mesure est basée sur les spécifications de précision de l'instrumentation utilisée dans l'installation d'essai. Des difficultés peuvent toutefois apparaître lorsque la situation réelle de mesure est différente de celles des scénarios pour lesquels le logiciel a été configuré.

Par exemple, l'émission d'un appareil en essai à une fréquence proche d'un signal ambiant de niveau élevé ne peut pas être mesurée avec précision, si le signal ambiant est présent pendant l'essai automatique. Il est plus probable qu'un opérateur entraîné distingue la perturbation réelle et le signal ambiant et la méthode de mesure de l'appareil en essai peut donc être adaptée en conséquence. Toutefois il est possible de gagner un temps précieux sur les essais en effectuant un balayage ambiant, l'appareil en essai étant coupé, avant les mesures d'émissions réelles, afin d'enregistrer les signaux ambiants présents sur l'emplacement en espace libre. Dans ce cas, le logiciel peut être capable d'avertir l'opérateur de la présence possible de signaux ambiants à certaines fréquences en utilisant des algorithmes appropriés d'identification du signal.

L'interaction de l'opérateur est recommandée si l'émission de l'appareil en essai varie lentement, si son cycle d'apparition est faible ou si des signaux ambiants transitoires peuvent se produire (par exemple transitoires de soudure à l'arc).

7.6.3 Configuration of the equipment under test

To avoid unwanted capacitive coupling between the EUT and the LAS, the maximum dimensions of the EUT shall allow a distance of at least 0,20 m between the EUT and the standardized 2 m large loop antennas of the LAS.

The position of the mains lead shall be optimized for maximum current induction. In general, this position will not be critical when the EUT complies with the conducted emission limit.

In case of a large EUT, the diameter of the loop antennas of the LAS may be increased up to 4 m. In that case:

- a) the current values measured shall be corrected in accordance with clause B.6 of CISPR 16-1-2:2003; and
- b) the maximum dimensions of the EUT shall allow a distance between the EUT and the large loops of at least $0,1 \times D$ m, where D is the diameter of the non-standardized loop.

8 Automated measurement of emissions

8.1 Introduction: Precautions for automating measurements

Much of the tedium of making repeated EMI measurements can be removed by automation. Operator errors in reading and recording measurement values are minimized. By using a computer to collect data, however, new forms of error can be introduced that may have been detected by an operator. Automated testing can lead, in some situations, to greater measurement uncertainty in the collected data than manual measurements performed by a skilled operator. Fundamentally, there is no difference in the accuracy with which an emission value is measured whether manually or under software control. In both cases the measurement uncertainty is based on the accuracy specifications of the equipment used in the test set-up. Difficulties may arise, however, when the current measurement situation is different from the scenarios the software was configured for.

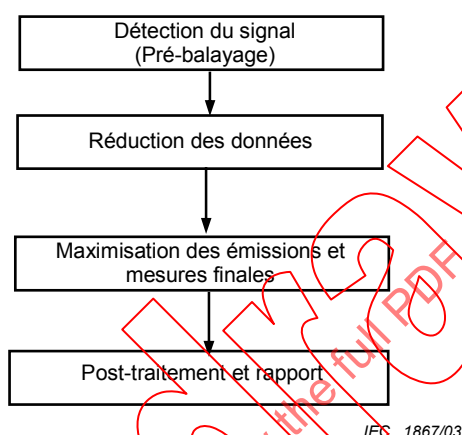
For example, an EUT emission adjacent in frequency to a high level ambient signal may not be measured accurately, if the ambient signal is present during the time of the automated test. A knowledgeable tester, however, is more likely to distinguish between the actual interference and the ambient signal; therefore the method for measuring the EUT emission can be adapted as required. However, valuable test time can be saved by performing ambient scans prior to the actual emission measurement with the EUT turned off to record ambient signals present on the OATS. In this case the software may be able to warn the operator of the potential presence of ambient signals at certain frequencies by applying appropriate signal identification algorithms.

Operator interaction is recommended if the EUT emission is slowly varying, if the EUT emission has a low on-off cycle or when transient ambient signals (e.g. arc welding transients) may occur.

8.2 Procédure générale de mesure

Il est nécessaire que les signaux soient interceptés par le récepteur de perturbations avant qu'ils puissent être maximisés et mesurés. L'utilisation du détecteur de quasi crête pendant le processus de maximisation pour toutes les fréquences du spectre considéré conduit à des durées d'essai excessives (voir 6.5.1). Les processus qui prennent du temps, comme le balayage en hauteur de l'antenne, ne sont pas nécessaires à chaque fréquence d'émission. Il convient que ces processus soient limités aux fréquences auxquelles l'amplitude crête de l'émission mesurée est supérieure ou proche de la limite. En conséquence, seules les émissions aux fréquences critiques dont les amplitudes sont proches ou dépassent la limite seront maximisées et mesurées.

La procédure générique suivante conduit à une réduction du temps de mesure.



8.3 Mesures par pré-balayage

Cette étape initiale de la procédure complète de mesure a de multiples buts. Le pré-balayage impose le plus faible nombre de restrictions et d'exigences au système d'essai du fait que son but principal est de réunir une quantité minimale d'informations sur lesquelles les paramètres des essais ou des balayages complémentaires seront basés. Ce mode de mesure peut être utilisé pour les essais d'un nouveau produit, lorsque l'on est très peu familiarisé avec son spectre d'émission. En général, le pré-balayage est une procédure d'acquisition de données utilisée pour déterminer où, dans la bande de fréquences considérée, sont situés les signaux significatifs. En fonction du but de cette mesure, une antenne sur tour et une table tournante en mouvement peuvent être nécessaires (pour l'essai des émissions rayonnées) ainsi qu'une amélioration de la précision en fréquence (par exemple pour un traitement ultérieur sur un emplacement en espace libre) et une réduction des données par comparaison des amplitudes. Ces facteurs définissent la séquence de mesure pendant l'exécution du pré-balayage. Dans tous les cas, les résultats seront enregistrés dans une liste de signaux pour traitement ultérieur.

Lorsqu'une mesure par pré-balayage est effectuée pour obtenir rapidement des informations sur un appareil en essai dont le spectre d'émission est inconnu, un balayage en fréquence peut être effectué en appliquant les considérations du 6.5.

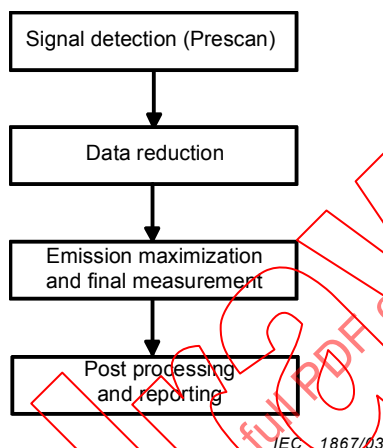
- Détermination du temps de mesure nécessaire

Si le spectre d'émission et spécialement l'intervalle maximal de répétition des impulsions T_p de l'appareil en essai est inconnu, on doit investiguer ce point pour s'assurer que le temps de mesure T_m n'est pas plus court que T_p . Le caractère intermittent des émissions de l'appareil en essai est spécialement important pour les crêtes critiques du spectre d'émission.

8.2 Generic measurement procedure

Signals need to be intercepted by the EMI receiver before they can be maximized and measured. The use of the quasi-peak detector during the emission maximization process for all frequencies in the spectrum of interest leads to excessive test times (see 6.5.1). Time-consuming processes like antenna height scans are not required for each emission frequency. They should be limited to frequencies at which the measured peak amplitude of the emission is above or near the emission limit. Therefore, only the emissions at critical frequencies whose amplitudes are close to or exceed the limit will be maximized and measured.

The following generic process will yield a reduction in measurement time:



8.3 Prescan measurements

This initial step in the overall measurement procedure serves multiple purposes. Prescan places the least number of restrictions and requirements upon the test system since its main purpose is to gather a minimal amount of information upon which the parameters of additional testing or scanning will be based. This measurement mode can be used to test a new product, where the familiarity with its emission spectrum is very low. In general, prescan is a data acquisition procedure used to determine where in the frequency range of interest, significant signals are located. Depending on the goal of this measurement, antenna tower and turntable movement may be necessary (for the radiated emission test) as well as improved frequency accuracy (e.g. for further processing on an OATS) and data reduction through amplitude comparison. These factors define the measurement sequence during the execution of prescan. In any case, the results will be stored in a signal list for further processing.

When a prescan measurement is made to quickly obtain information on an EUT's unknown emission spectrum, frequency scanning can be performed by applying the considerations of 6.5.

- Determination of the required measurement time

If the emission spectrum and especially the maximum pulse repetition interval T_p of the EUT is not known, this has to be investigated to assure the measurement time T_m is not shorter than T_p . The intermittent character of the EUT's emission is especially relevant for critical peaks of the emission spectrum. First should be determined at which frequencies the

Il convient de déterminer d'abord à quelles fréquences l'amplitude de l'émission n'est pas stable. Ceci peut être effectué en comparant le maintien du maximum avec le maintien du minimum ou la fonction «effacer/écrire» de l'appareil de mesure ou du logiciel, et d'observer l'émission pendant 15 s. Pendant cette période aucune modification de l'installation d'essai ne doit être effectuée (pas de changement de câble dans le cas des émissions conduites, pas de mouvement de la pince absorbante, pas de mouvement de la table tournante ou de l'antenne dans le cas des émissions rayonnées). Les signaux ayant par exemple plus de 2 dB de différence entre le résultat du maintien de maximum et le résultat du maintien de minimum sont notés comme des signaux intermittents. On doit prendre soin de ne pas noter le bruit comme des signaux intermittents. Dans le cas des émissions rayonnées, on change la polarisation de l'antenne et on répète la mesure pour réduire le risque que certaines crêtes intermittentes ne soient pas trouvées car elles restent en dessous du niveau de bruit. Pour chaque signal intermittent l'intervalle de répétition T_p peut être mesuré en utilisant le mode intervalle nul ou en utilisant un oscilloscope branché à la sortie f.i. vidéo du récepteur de mesure. Le temps de mesure correct peut aussi être déterminé en l'augmentant jusqu'à ce que la différence entre l'affichage du maintien du maximum et celui de la fonction «effacer/écrire» soit inférieure par exemple à 2 dB. Pendant les mesures suivantes (maximisation et mesure finale), on doit s'assurer pour chaque partie de la gamme de fréquences que le temps de mesure T_m ne soit pas inférieur à l'intervalle de répétition applicable T_p .

Le **type de mesure** détermine la définition d'une mesure de pré-balayage de la façon suivante.

- Pour les **émissions rayonnées** dans la bande de fréquences de 9 kHz à 30 MHz, il est nécessaire de faire tourner à la fois l'antenne cadre et l'appareil en essai pour trouver le champ maximal pendant que le récepteur balaye le spectre d'émission.

Dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 1 000 MHz, la hauteur de l'antenne peut être placée à des hauteurs fixes données au Tableau 4, basées sur la distance de mesure, la gamme de fréquences et la polarisation. Les mesures nécessaires par pré-balayage doivent être effectuées pour un nombre suffisant d'azimuts de l'appareil en essai. Pour une vue d'ensemble rapide, cela donnera une indication sur les amplitudes des émissions rayonnées comme point de départ pour la maximisation finale. Si l'on souhaite une détermination plus détaillée du cas le plus défavorable de hauteur d'antenne, de polarisation et d'azimut de l'appareil en essai, il convient d'utiliser la norme applicable pour connaître la procédure appropriée de maximisation.

Dans la gamme de fréquences au-dessus de 1 GHz il est nécessaire que l'antenne soit en polarisation horizontale et en polarisation verticale et que l'on fasse tourner l'appareil en essai pour trouver le champ maximal pendant le balayage du spectre. Pour les détails de la méthode d'essai, voir 7.3.6.1.

amplitude of the emission is not steady. This can be done by comparing the max-hold with a min-hold or clear/write function of the measuring equipment or software, and observing the emission for a period of 15 s. During this period no change in the set-up should be made (no change of lead in case of conducted emission, no movement of absorbing clamp, no movement of turntable or antenna in case of radiated emission). Signals with e.g. more than 2 dB difference between the max-hold result and min-hold result are marked as intermittent signals. (Care should be taken not to mark noise as intermittent signals.) In case of radiated emission the polarisation of the antenna is changed and the measurement is repeated, to reduce the risk that certain intermittent peaks are not found because they remain below noise level. From each intermittent signal the pulse repetition period T_p can be measured, by applying zero span or using an oscilloscope connected to the IF-output of the measurement receiver. The correct measurement time can also be determined by increasing it until the difference between max-hold and clear/write displays is below e.g. 2 dB. During further measurements (maximization and final measurement) it has to be assured for each part of the frequency range that the measuring time T_m is not smaller than the applicable pulse repetition period T_p .

The **type of measurement** determines the definition of a prescan measurement in the following way.

- For **radiated emissions** in the frequency range from 9 kHz to 30 MHz both the loop antenna and the EUT need to be rotated to find the maximum field strength while the receiver is scanning the emission spectrum.

In the frequency range from 30 MHz to 1 000 MHz the antenna height may be preset to fixed heights given in Table 4, based on measurement distance, frequency range and polarization. The necessary prescan measurements must be made for a sufficient number of EUT azimuths. For quick overview measurements this will yield an indication of the radiated emission amplitudes as a starting point for final maximization. If a more detailed determination of the worst case antenna height, polarization and EUT azimuth is desired, the applicable standard should be used to determine the appropriate maximization procedure.

In the frequency range above 1 GHz the antenna needs to be positioned in horizontal and vertical polarization and the EUT rotated to find the maximum field strength while the emission spectrum is scanned. For details of the test procedure, see 7.3.6.1.

Tableau 4 – Hauteurs d'antenne recommandées pour garantir l'interception du signal (pour le pré-balayage) dans la gamme de fréquence de 30 MHz à 1 000 MHz

Distance de mesure m	Polarisation	Gamme de fréquence MHz	Hauteurs d'antenne recommandées pour chaque gamme de fréquences m
3	h	30 – 100 100 – 250 250 – 1 000	2,5 1/ 2 1/ 1,5
	v	30 – 100 100 – 250 250 – 1 000	1 1/ 2 1/ 1,5/ 2
10	h	30 – 100 100 – 200 200 – 400 400 – 1 000	4 2,5/ 4 1,5/ 2,5/ 4 1/ 1,5/ 2,5
	v	30 – 200 200 – 300 300 – 600 600 – 1 000	1 1/ 3,5 1/ 2/ 3,5 1/ 1,5/ 2/ 3,5
30	h	30 – 300 300 – 500 500 – 1 000	4 2,5/ 4 1,5/ 2,5/ 4
	v	30 – 500 500 – 800 800 – 1 000	1 1/ 3,5 1/ 2,5/ 3,5

NOTE 1 Les hauteurs d'antenne recommandées sont déduites des hauteurs du centre de phase de la source, entre 0,8 m et 2,0 m, pour une erreur maximale de 3 dB (ce qui est acceptable seulement pour un pré-balayage). Si la plage de hauteurs du centre de phase est réduite, on peut réduire le nombre de hauteurs de l'antenne de réception. S'il existe des émissions sur plusieurs lobes, par exemple dans la gamme des fréquences les plus élevées, il peut être nécessaire d'augmenter le nombre de hauteurs d'antenne.

NOTE 2 Pour de très grands appareils en essai, par exemple des systèmes de télécommunication, il peut être nécessaire de placer l'antenne de réception dans plusieurs positions verticales et horizontales, en fonction de la largeur du faisceau de l'antenne.

8.4 Réduction des données

La seconde étape de la procédure complète de mesure est utilisée pour réduire le nombre des signaux recueillis pendant le pré-balayage et a donc pour but de réduire davantage le temps de mesure total. Ces procédés peuvent effectuer différentes tâches, par exemple la détermination des signaux significatifs dans le spectre, la discrimination entre les signaux ambiants ou provenant d'appareils auxiliaires et ceux de l'appareil en essai, la comparaison des signaux avec les limites, ou la réduction des données basées sur des règles définissables par l'utilisateur. Un autre exemple des méthodes de réduction des données par utilisation en séquence de différents détecteurs et des comparaisons de l'amplitude par rapport à la limite, est donné par l'arbre de décision de l'Annexe C de la CISPR 16-2-1:2003. La réduction des données peut être effectuée de façon entièrement automatique ou interactive en utilisant des outils logiciels ou une interaction manuelle de l'opérateur. Il n'est pas nécessaire qu'elle soit une partie séparée des essais automatisés, c'est-à-dire qu'elle peut faire partie du pré-balayage.

Table 4 – Recommended antenna heights to guarantee signal interception (for prescan) in the frequency range 30 MHz to 1 000 MHz

Measurement distance	Polarization	Frequency range	Recommended antenna heights for each frequency range
m		MHz	m
3	h	30 – 100	2,5
		100 – 250	1/ 2
		250 – 1 000	1/ 1,5
	v	30 – 100	1
		100 – 250	1/ 2
		250 – 1 000	1/ 1,5/ 2
10	h	30 – 100	4
		100 – 200	2,5/ 4
		200 – 400	1,5/ 2,5/ 4
		400 – 1 000	1/ 1,5/ 2,5
	v	30 – 200	1
		200 – 300	1/ 3,5
		300 – 600	1/ 2/ 3,5
		600 – 1 000	1/ 1,5/ 2/ 3,5
30	h	30 – 300	4
		300 – 500	2,5/ 4
		500 – 1 000	1,5/ 2,5/ 4
	v	30 – 500	1
		500 – 800	1/ 3,5
		800 – 1 000	1/ 2,5/ 3,5
NOTE 1 The recommended antenna heights have been derived for source phase centre heights of between 0,8 m and 2,0 m for maximum errors of 3 dB (which is good for a prescan only). If the range of phase centre heights is reduced, the number of receive antenna heights may be reduced. If lobing occurs, e.g. in the upper frequency ranges, more antenna heights may be needed. NOTE 2 For very large EUTs e.g. telecom systems, the receiving antenna may need to be positioned in several vertical and horizontal positions, depending on the antenna beam width.			

8.4 Data reduction

The second step in the overall measurement procedure is used to reduce the number of signals collected during prescan and thus aimed at further reduction of the overall measurement time. These processes can accomplish different tasks, e.g., determination of significant signals in the spectrum, discrimination between ambient or auxiliary equipment signals and EUT emissions, comparison of signals to limit lines, or data reduction based on user-definable rules. Another example of data-reduction methods involving the sequential use of different detectors and amplitude versus limit comparisons is given by the decision tree in Annex C of CISPR 16-2-1. Data reduction may be performed fully automated or interactively, involving software tools or manual operator interaction. It need not be a separate section of the automated test, i.e. it may be part of a prescan.

Dans certaines gammes de fréquences, spécialement dans la bande modulation de fréquence, une discrimination acoustique des signaux ambiants est très efficace. Ceci demande une démodulation des signaux pour entendre le contenu de leur modulation. Si une liste en sortie d'un pré-balayage contient un grand nombre de signaux et qu'une discrimination acoustique soit nécessaire, le processus peut être plutôt long. Toutefois, si les gammes de fréquences dans lesquelles un accord et une écoute sont nécessaires peuvent être spécifiées, uniquement les signaux dans ces gammes seront démodulés. Les résultats du processus de réduction des données sont enregistrés dans une liste de signaux séparée pour traitement ultérieur.

8.5 Maximisation des émissions et mesures finales

Pendant l'essai final les émissions sont maximisées pour déterminer leur niveau le plus élevé. Après la maximisation des signaux, l'amplitude des émissions est mesurée avec une détection de quasi crête et/ou de valeur moyenne, en tenant compte du temps de mesure approprié (au moins 15 s si la lecture montre des fluctuations proche de la limite).

Le **type de mesure** définit la procédure de maximisation produisant les amplitudes les plus élevées du signal:

– pour les mesures des **émissions rayonnées**:

dans la gamme de fréquences de 9 kHz à 30 MHz:

maximisation du niveau indiqué par variation de l'azimut de l'appareil en essai et de l'azimut de l'antenne cadre;

dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 1 000 MHz:

maximisation du niveau indiqué par variation de la hauteur et de la polarisation de l'antenne de mesure et par variation de l'azimut de l'appareil en essai;

dans la gamme de fréquences au-dessus de 1 GHz:

maximisation du niveau indiqué par variation de la polarisation de l'antenne et par variation de l'azimut de l'appareil en essai et, si la surface de l'appareil en essai est plus grande que le faisceau de l'antenne, par déplacement de l'antenne sur la surface de l'appareil en essai.

Avant que la séquence de maximisation réelle puisse être exécutée, l'installation de l'appareil en essai dans le cas le plus défavorable doit être déterminée pour assurer la détection des amplitudes maximales d'émissions. Le procédé pour trouver la configuration de l'appareil en essai et des câbles, qui conduit au cas le plus défavorable pour les émissions, est principalement une opération manuelle. Pour ce faire, on peut utiliser un récepteur à balayage avec affichage graphique du spectre d'émission et possibilité de maintien du maximum du signal pour observer les changements des amplitudes lors des manipulations de dispositions des câbles et de l'appareil en essai. Il convient que la mesure finale automatisée des émissions commence après que la configuration la plus défavorable de l'appareil en essai ait été installée.

La mesure d'une émission rayonnée particulière comporte un procédé de maximisation qui implique la rotation de l'appareil en essai, le balayage en hauteur de l'antenne de réception et la modification de la polarisation de l'antenne. Ce procédé de recherche qui prend beaucoup de temps peut effectivement être automatisé, mais on doit reconnaître que l'on peut utiliser une grande variété de stratégies de recherche ce qui peut conduire à des résultats différents. Dans le cas d'une connaissance précédente des caractéristiques de rayonnement de l'appareil en essai, il convient de choisir une séquence de maximisation qui permet de déterminer l'amplitude la plus défavorable dans les gammes de recherche pour le mât d'antenne et pour la table tournante. Par exemple, si l'appareil en essai émet des signaux très directifs dans le plan horizontal, par exemple à cause de fentes dans le boîtier, il convient que la table tourne de façon continue pendant la saisie des données avec le récepteur. Par contre, un mouvement de la table par pas discrets ne peut pas permettre la détection de l'amplitude maximale ou peut faire manquer complètement le signal si l'incrément angulaire choisi est trop important.

In certain frequency ranges, especially the FM band, an acoustic ambient discrimination is very effective. This requires signals to be demodulated to be able to listen to their modulation content. If an output list of prescan contains a large number of signals and acoustic discrimination is needed, it can be a rather lengthy process. However, if the frequency ranges for tuning and listening can be specified, only signals within these ranges will be demodulated. The results of the data reduction process are stored in a separate signal list for further processing.

8.5 Emission maximization and final measurement

During the final test the emissions are maximized to determine their highest level. After the maximization of the signals, the emission amplitude is measured using quasi-peak detection and/or average detection, allowing for the appropriate measurement time (at least 15 s if the reading shows fluctuations close to the limit).

The **type of the measurement** defines the maximization process yielding the highest signal amplitudes:

– for **radiated emission** measurements:

in the frequency range from 9 kHz to 30 MHz:

maximization of the indicated level by variation of the EUT azimuth and the loop antenna azimuth;

in the frequency range from 30 MHz to 1 000 MHz:

maximization of the indicated level by variation of height and polarization of the measurement antenna as well as variation of the EUT azimuth;

in the frequency range above 1 GHz:

maximization of the indicated level by variation of the antenna polarization and variation of the EUT azimuth and, if the EUT surface is wider than the antenna beam, by moving the antenna along the EUT surface.

Before the actual maximization sequence can be executed, the worst-case EUT set-up has to be determined to ensure the detection of maximum emission amplitudes. The process of finding the EUT and cable configuration that yields the worst case emissions is primarily a manual operation. This can be done using a scanning receiver with a graphical display of the emission spectrum and signal max hold capability for observing the changes in amplitudes as cable and equipment layouts are manipulated. The automated final measurement of emissions should begin after the worst case EUT configuration has been set up.

The measurement of a particular radiated emission includes a maximization process involving the rotation of the EUT, scanning the receive antenna over a height range, and changing antenna polarization. This time-consuming search process can be effectively automated, but it must be recognized that a variety of search strategies may be used which can lead to different results. In case of previous knowledge of the EUT's radiation characteristics, a maximization sequence should be chosen which allows the determination of the worst-case amplitude within the search ranges of the antenna mast and the turntable. For instance, if the EUT emits highly directive signals in the horizontal plane, e.g., due to slots in the case, the turntable should be rotated continuously while taking data with the receiver. A table movement in discrete steps, on the other hand, may not allow the detection of the maximum amplitude or may cause the signal to be missed completely if the chosen angular increments of the positions are too far apart.

Une des stratégies de recherche pourrait être de faire tourner la table de 360° en laissant l'antenne à une hauteur fixe pour trouver l'angle pour l'amplitude maximale d'émission. Ensuite, on fait entièrement tourner la table en sens inverse après avoir changé la polarisation de l'antenne (par exemple de la polarisation horizontale à la polarisation verticale). Pendant cette procédure les données sont enregistrées de façon continue par le récepteur et à la fin du second tour les amplitudes les plus élevées, en fonction de l'angle de la table et de la polarisation de l'antenne, sont déterminées. Ensuite on choisit les conditions les plus défavorables pour la position de la table tournante et la polarisation de l'antenne et on effectue un balayage en hauteur de l'antenne dans la plage requise pour trouver la position donnant l'amplitude maximale. A ce point, soit on enregistre le niveau d'émission avec le détecteur de quasi crête du récepteur après être revenu à la hauteur donnant l'émission maximale, soit une recherche plus fine continue avec une rotation par incréments de la table suivie d'une recherche incrémentale en hauteur, pour trouver avec une plus grande précision l'amplitude maximale de l'émission à une fréquence donnée. Une fois encore, il est important d'avoir quelques connaissances du diagramme de rayonnement de l'appareil en essai afin de configurer le logiciel pour une stratégie optimale de recherche qui permette de trouver l'émission maximale de l'appareil en essai dans le temps le plus court. On introduit une variabilité dans les résultats d'essai lorsque la mesure finale est effectuée sur la pente du diagramme de rayonnement plutôt que sur sa crête.

8.6 Post-traitement et rapport

La dernière partie de la procédure d'essai concerne les exigences de documentation. Les fonctionnalités pour définir le tri et les routines de comparaison qui pourront ensuite être appliquées automatiquement ou de façon interactive aux listes de signaux, aident l'utilisateur à compiler les rapports et documents nécessaires. Il convient que les amplitudes corrigées des signaux en valeur crête, quasi crête ou moyenne, soient disponibles comme un tri ou des critères de sélection. Les résultats de ces processus sont enregistrés dans des listes séparées ou peuvent être rassemblés dans une seule liste et sont disponibles pour la documentation ou traitement ultérieur.

Les résultats doivent être disponibles sous forme de tableaux ou de graphiques pour pouvoir être utilisés dans un rapport d'essai. De plus, il convient que les informations sur le système d'essai lui-même, par exemple, les transducteurs utilisés, l'instrumentation de mesure, et la documentation sur la disposition de l'appareil en essai telle que demandée par la norme de produit, fassent également partie du rapport d'essai.

One search strategy might be to rotate the turntable 360° while leaving the antenna at a fixed height to find the angle for maximum emission amplitude. Next, the turntable is rotated back over the full range after the antenna polarization was changed (e.g., from horizontal to vertical). During this process test data is taken continuously with the receiver and at the end of the second table scan the highest amplitudes, based on turntable angle and antenna polarization, are determined. Then, the worst case positions of the antenna and turntable are selected and the antenna is scanned over the required height range to find the position yielding the maximum amplitude. At this point the emission level is either recorded using the receiver's quasi-peak detector after returning to the maximum emission height, or finer search continues with incremental rotation of the turntable and following incremental height search, to find the maximum emission amplitude at the given frequency with greater precision. Again, it is important to have some understanding of the radiation pattern of the EUT in order to set up the software for an optimum search strategy that finds the maximum of the EUT emission in the shortest time. Variability is introduced into the test result when the final measurement is performed on the slope of the radiation pattern rather than on its peak.

8.6 Post processing and reporting

The last part of the test procedure addresses documentation requirements. The functionality for defining sorting and comparison routines which then can be automatically or interactively applied to signal lists supports a user in compiling the necessary reports and documentation. The corrected peak, quasi-peak or average signal amplitudes should be available as sorting or selection criteria. The results of these processes are stored in separate output lists or can be combined in a single list and are available for documentation or further processing.

Results shall be available in tabular and graphics format for use in a test report. Furthermore, information about the test system itself, e.g. transducers used, measuring instrumentation, and documentation of the EUT set-up as required by the product standard should also be part of the test report.

Annexe A (informative)

Mesure des perturbations en présence d'émissions ambiantes

A.1 Généralités

Il convient de prendre en compte les émissions ambiantes de niveau élevé pendant les essais *in situ* (conduits et rayonnés) et les essais de type sur un emplacement d'essai en espace libre. Le but de cette annexe est de décrire les procédures de mesure pour un certain nombre de situations différentes.

Dans certains types de circonstances, les procédures de mesure indiquées ne fourniront pas une solution aux problèmes posés par les signaux ambiants. En particulier, on ne peut pas attendre de ces procédures qu'elles surmontent les problèmes évoqués en 5.4 de la CISPR 16-1-4:2003. Hormis cette exigence, ce document peut être utilisé.

A.2 Définitions

A.2.1

perturbation du matériel en essai

spectre d'émission du matériel en essai à mesurer

A.2.2

émission ambiante

spectre d'émission superposé au spectre des perturbations du matériel en essai, qui influence la précision de la mesure des perturbations du matériel en essai

NOTE Cette méthode ne prend pas en compte les procédures du 10.7 de la CISPR 22:2005.

A.3 Description du problème

Pendant les essais *in situ* et les essais de type sur un emplacement d'essai en espace libre, il est fréquent que les émissions ambiantes ne correspondent pas aux recommandations du 5.4 de la CISPR 16-1-4:2003 (Environnement radiofréquence ambiant d'un emplacement d'essai).

Les perturbations radioélectriques d'un appareil en essai sont souvent localisées dans les bandes de fréquences des émissions ambiantes et ne peuvent pas être mesurées avec un récepteur de mesure de perturbations radioélectriques comme spécifié dans la CISPR 16-1-1, à cause de l'écart de fréquence insuffisant entre la perturbation du matériel et l'émission ambiante ou à cause d'une superposition.

Le récepteur de mesure du CISPR est conçu pour fournir des résultats d'essais uniformes pour toutes les sortes d'émissions radiofréquences lorsque l'on mesure uniquement les perturbations du matériel en essai. Il n'est toutefois pas optimisé pour faire la discrimination entre les perturbations du matériel en essai et les émissions ambiantes et pour mesurer les perturbations du matériel en essai dans la situation décrite.

Dans la mesure où il n'y a pas d'alternative aux essais *in situ*, dans les situations de brouillage réel, une solution est décrite ci-dessous pour les cas où il est possible de différencier la perturbation du matériel en essai de l'émission ambiante.

Annex A (informative)

Measurement of disturbances in the presence of ambient emissions

A.1 General

High ambient emissions have to be taken into account during *in situ* tests (conducted and radiated) and type tests on an open area test site (OATS). It is the purpose of this annex to describe measurement procedures for a number of different situations.

In some circumstances, the procedures will not provide a solution to the problems caused by ambient signals. In particular, the procedures cannot be expected to overcome the problems of subclause 5.4 of CISPR 16-1-4:2003. But without this requirement the document can be used.

A.2 Definitions

A.2.1

EUT disturbance

EUT emission spectrum to be measured

A.2.2

ambient emission

emission spectrum superimposed on the EUT disturbance spectrum which influences the accuracy of the EUT disturbance measurement

NOTE This method does not consider the procedures of 10.7 of CISPR 22:2005.

A.3 Problem description

During *in situ* tests and type tests on an OATS the ambient emissions frequently do not correspond to the recommendations of 5.4 (Ambient radio frequency environment of the test site) of CISPR 16-1-4:2003.

The radio disturbance of the EUT is often located within the frequency bands of ambient emissions and can not be measured with a radio disturbance measuring receiver as specified in CISPR 16-1-1 due to insufficient frequency spacing between the EUT disturbance and the ambient emission or due to superposition.

The standard CISPR measuring receiver is suitable to provide uniform test results for all kinds of radiofrequency emissions, where the EUT disturbance alone is to be measured. It is, however, not optimized to discriminate between EUT disturbance and ambient emissions or to measure the EUT disturbance in the described situation.

Since in actual interference situations there are no alternatives to the *in situ* test, a solution is described below for cases when a differentiation between EUT disturbance and ambient emission is possible.

A.4 Solution proposée

A.4.1 Vue d'ensemble

Les perturbations du matériel en essai et les émissions ambiantes peuvent être classées ainsi:

Tableau A.1 – Combinaisons des perturbations du matériel en essai et des émissions ambiantes

Perturbation du matériel en essai	Emission ambiante
Bande étroite	Bande étroite
	Large bande
Large bande	Bande étroite
	Large bande

Les émissions ambiantes à bande étroite peuvent provenir par exemple de signaux modulés en MA ou en MF, les émissions ambiantes à large bande peuvent provenir par exemple de signaux de télévision ou de signaux à modulation numérique. Ici les termes «bande étroite» et «large bande» se rapportent toujours à la largeur de bande du récepteur de mesure de la CISPR 16-1-1. Les signaux à bande étroite sont définis comme des signaux ayant une largeur de bande inférieure à celle du récepteur de mesure. Dans ce cas, toutes les composantes spectrales du signal sont contenues dans la largeur de bande du récepteur. Un signal non modulé sera toujours un signal à bande étroite, un signal MF étroit peut être à la fois à bande étroite ou à large bande, en fonction de la largeur de bande réelle du récepteur. A l'inverse, un signal impulsif sera généralement à large bande car peu de ses composantes spectrales seront à l'intérieur de la largeur de bande du récepteur et beaucoup d'entre elles seront à l'extérieur.

La mesure des perturbations d'un matériel en essai est un problème à plusieurs volets: premièrement identifier les perturbations du matériel en essai et l'émission ambiante et deuxièmement distinguer les émissions à bande étroite et à large bande. Les récepteurs de mesure modernes et les analyseurs de spectre fournissent différentes largeurs de bande de résolution et différents types de détecteurs. Ceci peut être utilisé pour l'analyse du spectre combiné, pour distinguer le spectre des perturbations du matériel en essai de celui de l'émission ambiante, pour distinguer les émissions à bande étroites des émissions à large bande et pour mesurer (ou pour estimer, dans des situations difficiles) les perturbations du matériel en essai.

Dans le cas des essais de type sur un emplacement d'essai en espace libre, une identification et une pré-mesure peuvent également être effectuées par un essai préliminaire du matériel, dans une chambre non conforme (en fait partiellement conforme) blindée, tapissée d'absorbants, et l'essai final ayant lieu sur un emplacement d'essai en espace libre où les niveaux d'émission cachés par les niveaux ambiants peuvent être déterminés par comparaison avec les émissions relevées à proximité.

Il est nécessaire de prendre en compte la superposition des émissions quand les perturbations du matériel en essai et les émissions ambiantes ne peuvent être séparées. La séparation nécessite un rapport émission ambiante et perturbations du matériel en essai sur émission ambiante de 20 dB environ.

Dans les cas où les bandes f.i. et les détecteurs sont différents de la bande spécifiée pour le détecteur de quasi crête, la valeur quasi crête (QP) dans la bande spécifiée est la référence pour la détermination de l'erreur de mesure.

La Figure A.1 montre un organigramme destiné au choix des bandes et des détecteurs et à l'estimation des erreurs de mesure en résultant.

A.4 Proposed solution

A.4.1 Overview

EUT disturbance and ambient emissions can be categorized as follows:

Table A.1 – Combinations of EUT disturbance and ambient emissions

EUT disturbance	Ambient emission
Narrowband	Narrowband
	Broadband
Broadband	Narrowband
	Broadband

Narrowband ambient emissions may be, for example, AM- or FM-modulated; broadband ambient emissions may be, for example, TV or digitally modulated signals. Here the terms “narrowband” and “broadband” are always relative to the bandwidth of the measuring receiver, as specified in CISPR 16-1-1. Narrowband signals are defined as signals that have a bandwidth less than the measuring receiver bandwidth. In this case, all the signal’s spectral components are contained in the receiver bandwidth. A CW signal will always be narrowband; a narrow FM signal can be both narrow or broadband, depending on the actual receiver bandwidth. On the contrary, an impulsive signal will usually be broadband because a few of its spectral components will be within and many of its spectral components outside the receiver bandwidth.

The measurement of the EUT disturbance is a manifold problem: first, to identify EUT disturbance and ambient emission and, second, to distinguish between narrowband and broadband emission. Modern measuring receivers and spectrum analysers provide various resolution bandwidths and detector types. These can be used to analyse the combined spectrum, to distinguish between EUT disturbance and ambient emission spectra, to distinguish between narrowband and broadband emissions and to measure (or in difficult situations to estimate) the EUT disturbance.

In case of type testing on an OATS, identification and pre-measurement of the EUT disturbance may also be carried out by pretesting the EUT in a non-compliant (for example, partially) absorber-lined shielded room, and final testing on an OATS, whereby levels of emissions hidden by ambients may be determined by comparison with emissions in the vicinity.

Superposition of the emissions has to be taken into account when EUT disturbance and ambient emissions cannot be separated. The separation needs a EUT disturbance-and-ambient-emission to ambient-emission ratio of about 20 dB.

In cases where IF-bandwidths and detectors are different from the specified bandwidth and the quasi-peak (QP) detector, the QP value in the specified bandwidth is the reference for the measurement-error determination.

Figure A.1 shows a flow diagram for the selection of bandwidths and detectors and the estimated measurement errors due to that selection.

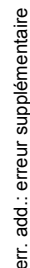
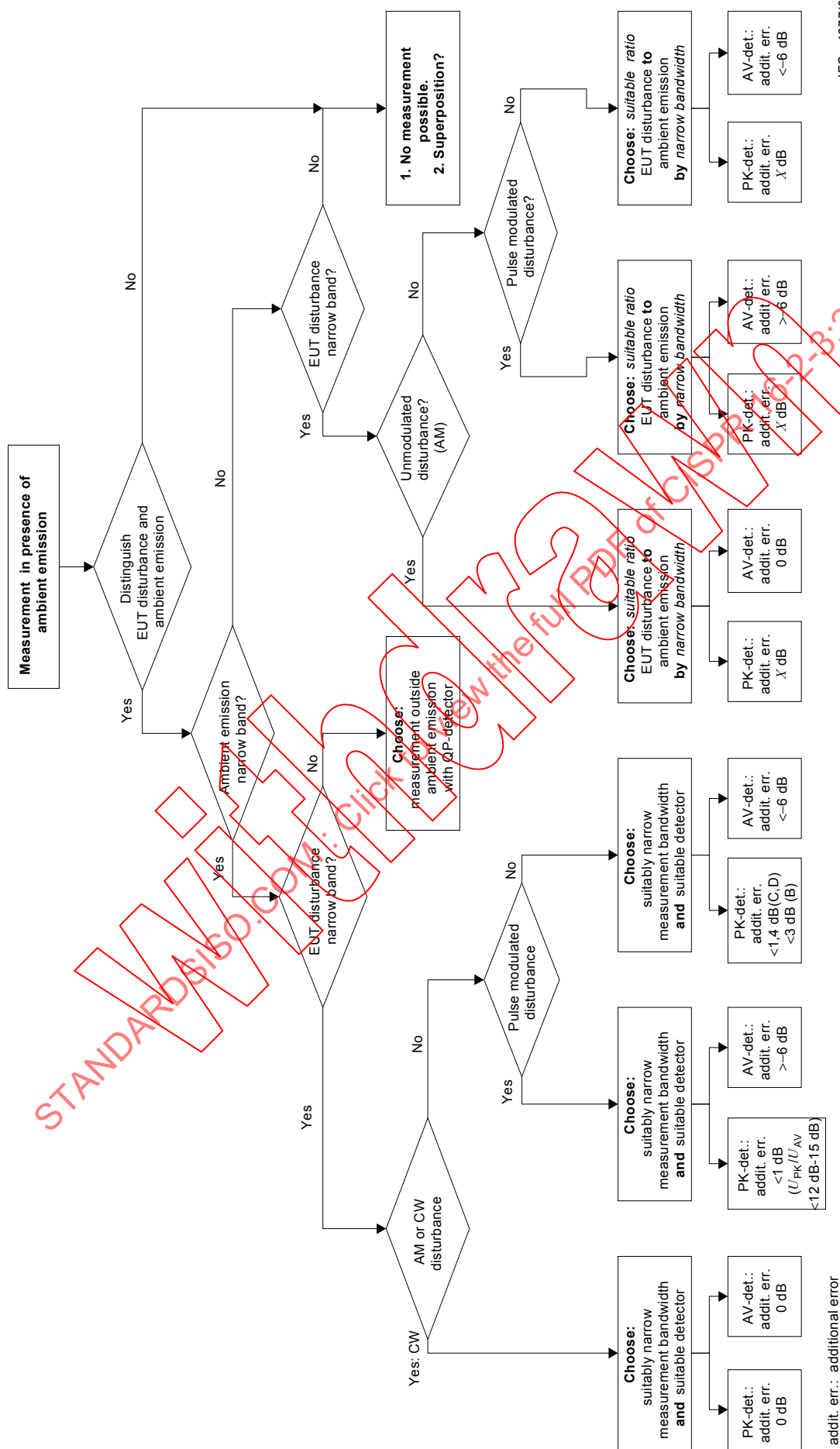


Figure A.1 – Diagramme de sélection des largeurs de bande et des détecteurs et erreurs de mesure estimées dues à cette sélection



A.4.2 Pré-mesure de l'appareil en essai dans une chambre sourde blindée

On peut utiliser les données de fréquence et d'amplitude fournies par un essai préliminaire en chambre sourde sous certaines conditions restrictives (puisque la chambre sourde est une chambre blindée, munie d'absorbants, semi-anéchoïque ou anéchoïque, qui ne remplit pas les valeurs d'atténuation normalisées d'un emplacement, données à l'Annexe E de la CISPR 16-1-4:2003 (Annexe A de la CISPR 22)). Cela donnera le spectre d'émission qui a des amplitudes significatives. Dans le cas d'émissions à bande étroite, le spectre d'émission du produit contient des harmoniques et des sous-harmoniques de n'importe quelle fréquence d'horloge utilisée dans le produit.

Ces pré-mesures peuvent être utilisées pour déterminer les amplitudes d'émission produite dans certaines situations restrictives. En particulier, lorsque l'essai final de conformité est effectué sur un emplacement d'essai en espace libre et qu'une ou plusieurs fréquences sont masquées par une fréquence RF ambiante, il y a des chances pour qu'une fréquence adjacente à ces fréquences masquées ne coïncide pas précisément avec une fréquence RF ambiante. C'est pourquoi l'émission non masquée peut être enregistrée de la façon habituelle en utilisant le récepteur approprié ou la largeur de bande de l'analyseur de spectre. Alors l'amplitude de l'émission de l'appareil en essai qui est masquée par la fréquence RF ambiante peut être estimée en utilisant des mesures préliminaires en chambre sourde comme indiqué ci-dessous.

Supposons que pendant les mesures préliminaires en chambre sourde, deux émissions aux fréquences adjacentes diffèrent de X dB en amplitude (voir Figure A.2). Alors une de ces fréquences qui ne sont pas masquées par la fréquence RF ambiante est mesurée sur un emplacement d'essai en espace libre. La différence en amplitude (« X dB») de la fréquence masquée par rapport à la fréquence adjacente mesurable peut être ajoutée (ou soustraite en fonction du signe de la différence) à l'amplitude trouvée dans la chambre sourde pour déterminer l'amplitude des fréquences adjacentes. Ceci est illustré à la Figure A.2 où, (en supposant que la fréquence f_1 est la fréquence masquée et que f_0 n'est pas masquée) l'amplitude de f_1 est X dB plus grande que l'amplitude de f_0 . Pour trouver l'amplitude de f_1 sur l'emplacement, on ajoute X dB à la valeur de l'amplitude mesurable de f_0 . De même, si l'amplitude de f_6 était Y dB de moins que celle de f_7 trouvée pendant les mesures en chambre sourde, l'amplitude de f_6 (si elle est masquée par une raie ambiante) serait Y dB de moins que celle de f_7 qui est supposée mesurable sur l'emplacement.

NOTE La procédure ci-dessus complète le contenu du point c) du 7.2.5.1 (Environnement de l'essai).

Il convient de prendre plusieurs précautions en utilisant cette procédure restrictive:

- a) Il convient que la fréquence adjacente trouvée pendant l'essai préliminaire ne soit pas éloignée de plus d'une ou deux fréquences (d'habitude une sous-harmonique ou une harmonique de la fréquence horloge de base) de sorte que l'effet des irrégularités de la chambre sourde n'accroîtra pas ou ne réduira pas indûment les mesures des fréquences adjacentes à celle estimée sur un emplacement en espace libre. Dans ce cas, la valeur de « X » (ou Y dans la Figure A.2) peut être non valable.
- b) Les amplitudes des fréquences adjacentes nécessitent d'être mesurées très soigneusement en balayant en hauteur l'antenne de réception dans la chambre sourde (comme ce serait le cas pour l'essai final). Si le balayage en hauteur ne peut être entièrement réalisé, d'autres corrélations entre les mesures en chambre sourde et les mesures correspondantes sur l'emplacement d'essai en espace libre peuvent être nécessaires avant d'appliquer cette technique d'estimation en espace libre des amplitudes émises par un produit (pour les émissions masquées par la fréquence ambiante).
- c) Pour les chambres sourdes qui sont traitées totalement anéchoïques sur les six faces, d'autres techniques de balayage en hauteur sont possibles, telles que des mesures à deux ou trois hauteurs fixées (puisque les réflexions sur le plan de sol sont supprimées et cette contribution au signal reçu diminuée), et en utilisant le maximum de ces valeurs. De telles techniques peuvent nécessiter les mêmes mesures de corrélation que celles qui sont exposées au point b) ci-dessus.

A.4.2 Pre-testing the EUT in a shielded quiet chamber

One can use the emission frequency and amplitude data, acquired in shielded quiet-chamber preliminary testing under certain restrictive conditions (since this shielded quiet chamber is an absorber-lined shielded room – semi-anechoic or anechoic – which does not meet present NSA values in Annex E of CISPR 16-1-4:2003, (Annex A of CISPR 22)). This will give the emission spectrum which has significant amplitudes. In cases of narrowband emission the product emission spectrum contains harmonics and subharmonics of any clock frequency used in the product.

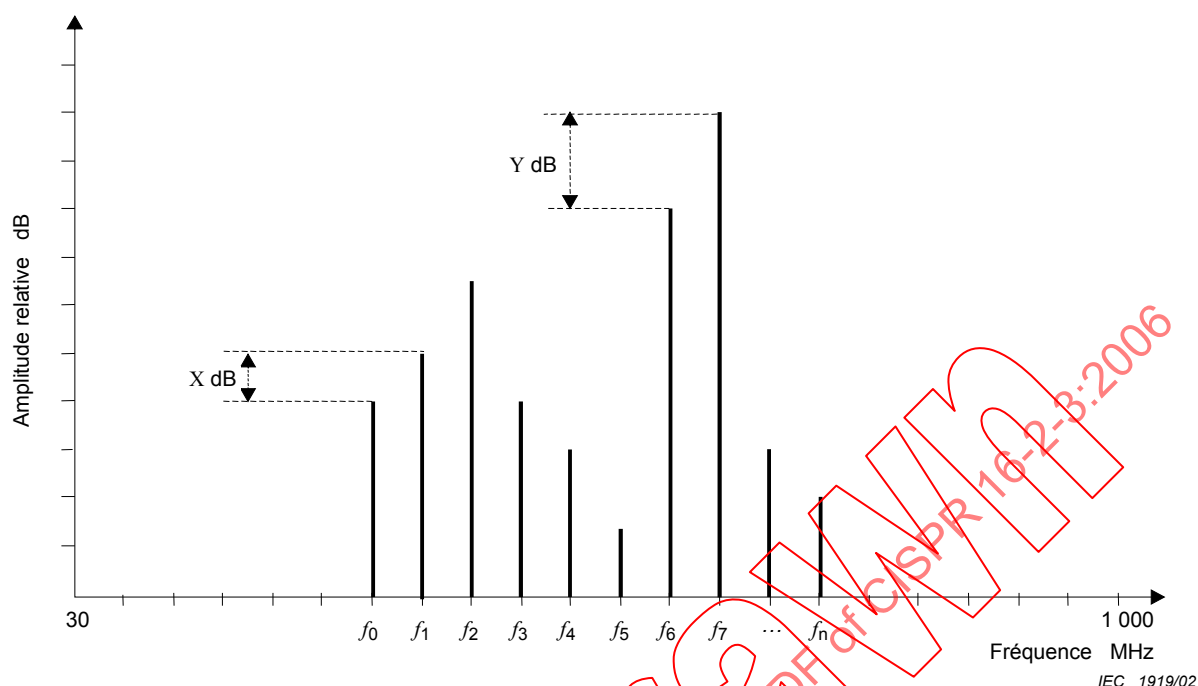
These pre-test results may be used to determine product emission amplitudes in certain restrictive situations. In particular, when the final compliance test is performed at an OATS and one (or more) of the frequencies are masked (hidden) by an RF ambient, chances are that an adjacent frequency to these masked frequencies will not coincide precisely with an RF ambient. Hence, the unmasked emission can be recorded in the usual manner using the required receiver or spectrum analyser bandwidth. Then the amplitude of the EUT emission which is masked by the high RF ambient can be judged using the preliminary quiet-chamber measurements in the following way.

Assume that during the quiet-chamber preliminary measurements two adjacent frequency emissions are X dB different in amplitude (see Figure A.2). Then one of these frequencies that are not masked by the RF ambient is measured at the OATS. The difference in amplitude ("X dB") of the masked frequency from the measurable adjacent frequency can be added to (or subtracted from, depending on the sign of the difference) the amplitude found in the quiet chamber to determine the amplitude of the adjacent frequencies. This is shown in Figure A.2, where (assuming that the frequency f_1 is the masked frequency and f_0 is not masked), the amplitude for f_1 is shown as X dB greater than the amplitude at f_0 . Then to find the amplitude of f_1 at the OATS, X dB is added to the value of the measurable amplitude of f_0 . Similarly, if the amplitude of f_6 were Y dB less than that for f_7 found during the quiet-chamber testing, the amplitude of f_6 (if masked by an ambient) would be Y dB less than that of f_7 which is assumed to be measurable at the OATS.

NOTE The above procedure amplifies what is contained in point c) of 7.2.5.1 (Test environment).

Several precautions should be taken in using this restrictive procedure.

- a) The adjacent frequency found in preliminary testing should not be more than one or two adjacent frequencies (usually a subharmonic or harmonic of the basic clock frequency) away, so that the effect of the quiet-chamber irregularities will not unnecessarily enhance or depress frequencies adjacent to the frequency to be estimated on the OATS. In this case, the value of "X" (or Y in Figure A.2) may not be suitable.
- b) The amplitudes of adjacent frequencies need to be measured very carefully by height scan of the receive antenna in the quiet chamber (as would be the case for the final compliance measurement). If full height scan cannot be made, alternate correlations between the quiet-chamber measurements and the corresponding OATS measurements may have to be made before applying this OATS amplitude estimation technique (for emissions masked by the RF ambient).
- c) For those quiet chambers which are fully anechoically treated on all six sides of the chamber, alternate height-scan techniques might be available, such as measurements at two or three fixed heights (since the ground plane reflections are suppressed and that contribution to the received signal diminished) and using the maximum of these readings. Such techniques may need the same correlation measurements as stated in item b) above.



NOTE Généralement f_n est n fois f_0 qui est la fréquence fondamentale d'émission du matériel en essai (fréquence d'horloge de base).

Figure A.2 – Différence relative des amplitudes des émissions adjacentes pendant l'essai préliminaire

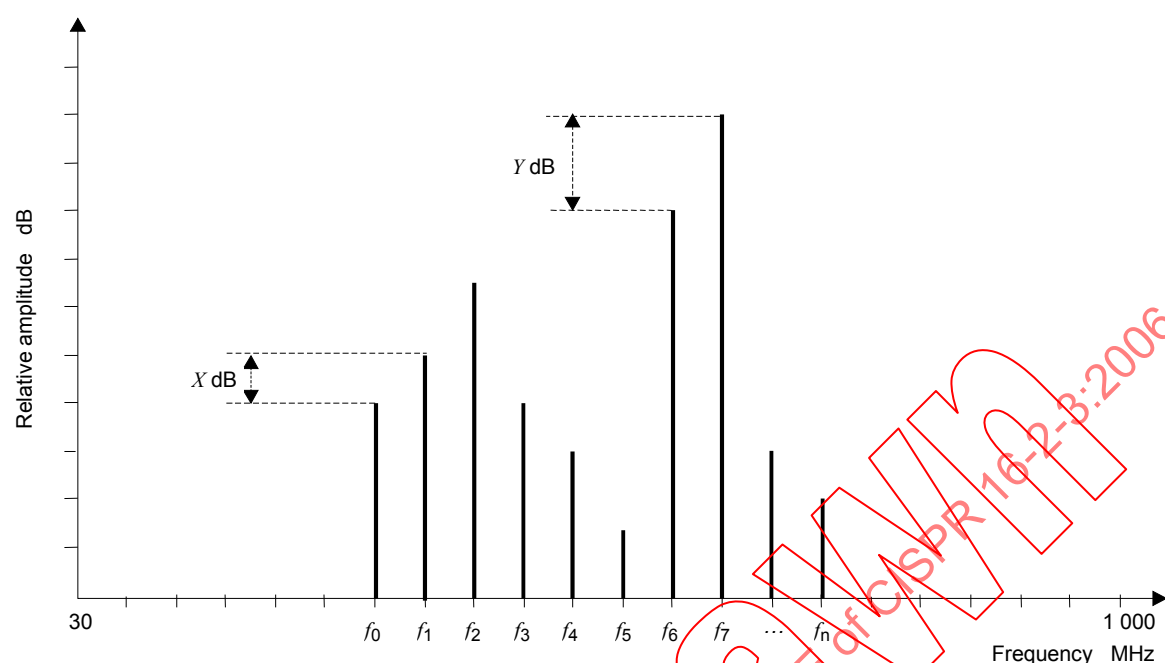
A.4.3 Méthode de mesure des perturbations du matériel en essai en présence d'émissions ambiantes à bande étroite

En fonction du type de perturbations du matériel en essai, cette mesure est basée sur

- l'analyse du spectre combiné avec une largeur de bande plus étroite que celle du récepteur de mesure du CISPR;
- la détermination d'une largeur de bande de mesure adéquate pour sélectionner les perturbations à bande étroite proches des émissions ambiantes;
- l'usage d'un détecteur de crête (si les perturbations sont modulées en amplitude ou en impulsion) ou d'un détecteur de valeur moyenne;
- l'accroissement du rapport perturbations du matériel en essai sur émission ambiante dans le cas d'une perturbation à bande étroite dans une émission ambiante à bande relativement large lorsqu'une largeur de bande de mesure plus étroite est utilisée, et
- la prise en compte de la superposition des perturbations du matériel en essai et de l'émission ambiante si leur séparation n'est pas possible.

A.4.3.1 Perturbation non modulée du matériel en essai

La perturbation non modulée du matériel en essai (voir Figure A.3) peut être séparée de la porteuse du signal ambiant en choisissant une largeur de bande de mesure suffisamment étroite. On peut utiliser soit le détecteur de crête, soit le détecteur de valeur moyenne. Il n'y a pas d'erreur de mesure supplémentaire par rapport à un détecteur de quasi crête. Si la différence de niveau entre les valeurs crête et moyenne est très petite (par exemple inférieure à 1 dB), la valeur moyenne mesurée est équivalente à la valeur quasi crête.



IEC 1878/03

NOTE Generally f_n is n times f_0 which is the EUT fundamental emission frequency (basic clock frequency).

Figure A.2 – Relative difference in adjacent emission amplitudes during preliminary testing

A.4.3 Method of measurement of EUT disturbances in the presence of narrowband ambient emissions

Depending on the type of EUT disturbance its measurement is based on

- the analysis of the combined spectrum with a bandwidth narrower than that of the CISPR measuring receiver;
- the determination of a suitable measurement bandwidth for the selection of narrowband disturbance close to ambient emissions;
- the use of the peak detector (if the disturbance is AM or pulse modulated) or the average detector;
- the increase of the EUT disturbance to ambient emission ratio in case of a narrowband disturbance within a relatively broadband ambient emission when a narrower measurement bandwidth is used; and
- accounting for superposition of EUT disturbance and ambient emission, if separation is not possible.

A.4.3.1 Unmodulated EUT disturbance

The unmodulated EUT disturbance (see Figure A.3) can be separated from the ambient signal carrier by choosing a suitably narrow measurement bandwidth. Either the peak or the average detector may be used. There is no additional measurement error compared with the quasi-peak detector. If the difference in level between peak and average values is very small (for example, lower than 1 dB), the measured average value is equivalent to the quasi-peak value.

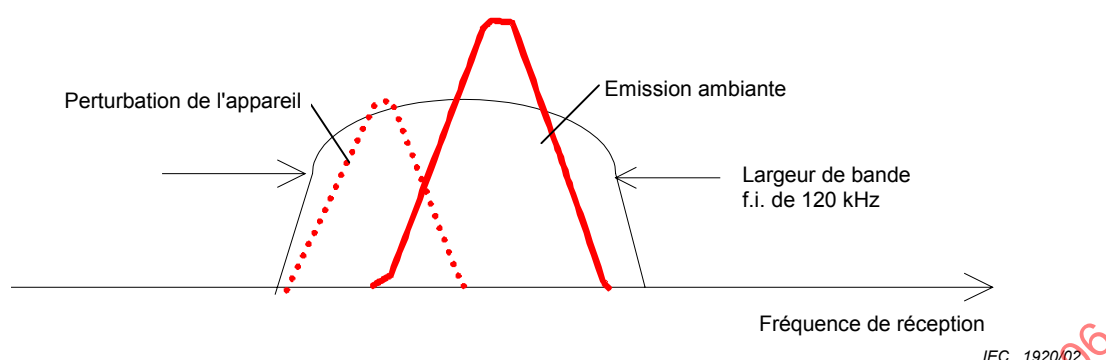


Figure A.3 – Perturbation par un signal non modulé (ligne en pointillés)

A.4.3.2 Perturbation modulée en amplitude du matériel en essai

La perturbation modulée en amplitude du matériel en essai (voir Figure A.4) peut être séparée de la porteuse du signal ambiant en choisissant une largeur de bande de mesure suffisamment étroite. Il convient de prendre soin de s'assurer que la largeur de bande étroite de mesure choisie ne supprime pas le spectre de modulation de la perturbation du matériel en essai. La suppression du spectre de modulation se reconnaît à une décroissance dans l'amplitude crête de la perturbation du matériel en essai lorsque l'on augmente la sélectivité.



Figure A.4 – Perturbation par un signal modulé en amplitude (ligne en pointillés)

Seul un détecteur de crête avec un temps de mesure plus grand que l'inverse de la fréquence de modulation peut être utilisé. Une erreur de mesure supplémentaire doit être prise en compte à des fréquences de modulation en dessous de 10 Hz (0,4 dB à 10 Hz; 1,4 dB à 2 Hz pour les bandes C et D et 0,9 dB à 10 Hz; 3 dB à 2 Hz pour la bande B), lorsque la valeur crête est supérieure à la valeur quasi crête.

La valeur quasi crête en fonction de la fréquence de modulation est représentée à la Figure A.5.

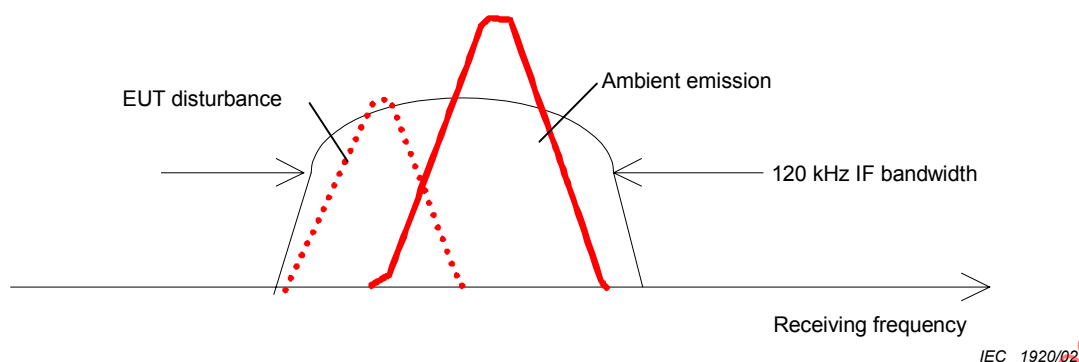


Figure A.3 – Disturbance by an unmodulated signal (dotted line)

A.4.3.2 Amplitude-modulated EUT disturbance

The amplitude-modulated EUT disturbance (see Figure A.4) can be separated from the ambient signal carrier by choosing a suitably narrow measurement bandwidth. Care should be taken to ensure that the narrow measurement bandwidth chosen does not suppress the modulation spectra of the EUT disturbance. Suppression of the modulation spectra is recognised by a decrease in the peak amplitude of the EUT disturbance as a result of the increase of selectivity.

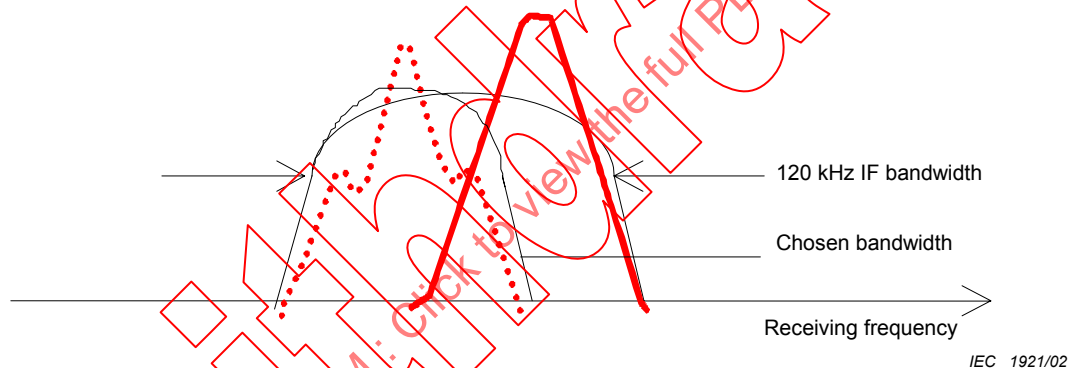


Figure A.4 – Disturbance by an amplitude-modulated signal (dotted line)

Only the peak detector with a measurement time greater than the reciprocal of the modulation frequency can be used. An additional measurement error has to be taken into account at modulation frequencies below 10 Hz (0,4 dB at 10 Hz; 1,4 dB at 2 Hz for bands C and D and 0,9 dB at 10 Hz; 3 dB at 2 Hz for band B), where the peak value is above the quasi-peak value.

The QP-value in response of the modulation frequency is shown in Figure A.5.

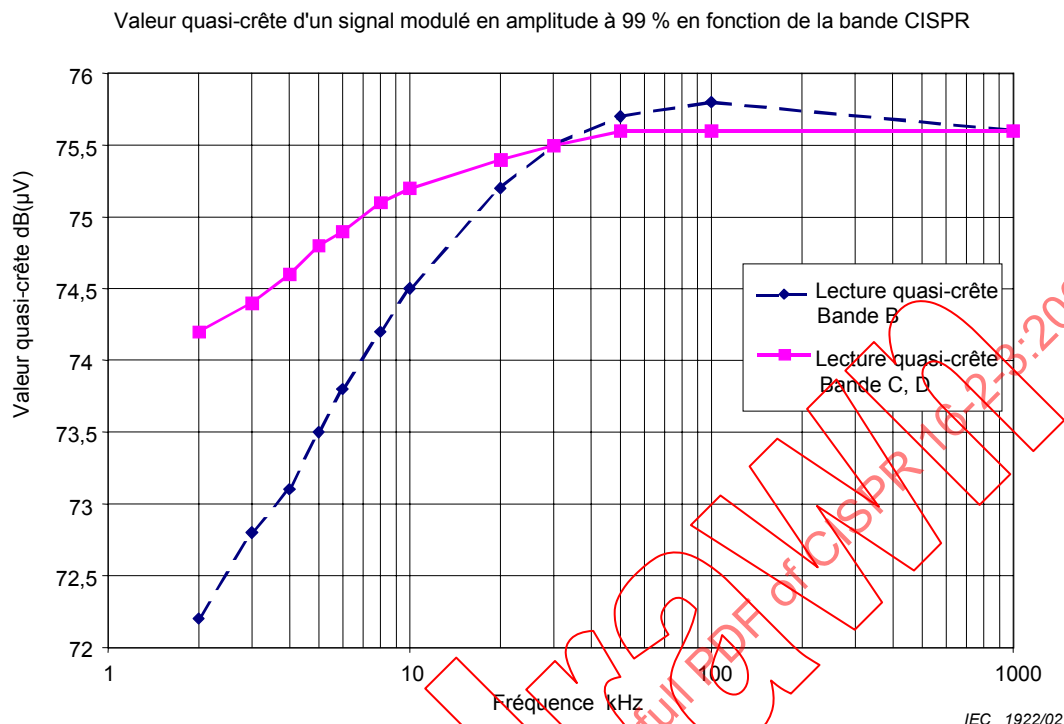


Figure A.5 – Indication d'un signal modulé en amplitude en fonction de la fréquence de modulation avec le détecteur de quasi crête dans les bandes B, C et D du CISPR

A.4.3.3 Perturbation modulée en impulsion du matériel en essai

La perturbation modulée en impulsion du matériel en essai est classée comme un cas spécial de modulation d'amplitude et peut aussi être séparée de la porteuse du signal ambiant par une largeur de bande de mesure suffisamment étroite. La sélectivité ne doit pas conduire à une suppression du spectre de modulation. Seul le détecteur de crête peut être utilisé.

Dans les cas où la fréquence de répétition est faible, une erreur supplémentaire est possible, mais pour autant que la différence entre les mesures avec un détecteur de crête et celles en valeur moyenne est de l'ordre de 12 dB à 14 dB, les erreurs de mesure supplémentaires par rapport aux mesures quasi crête n'ont pas besoin d'être prises en compte.

Pour une largeur d'impulsion $t = 50 \mu s$, la Figure A.6 montre que, pour autant que la différence entre les niveaux crête et moyen est inférieure ou égale à 14 dB, l'écart entre les niveaux crête et quasi crête est négligeable. Ainsi, la comparaison entre les niveaux crête et moyen peut être utilisée pour vérifier la possibilité d'utiliser un détecteur de crête.

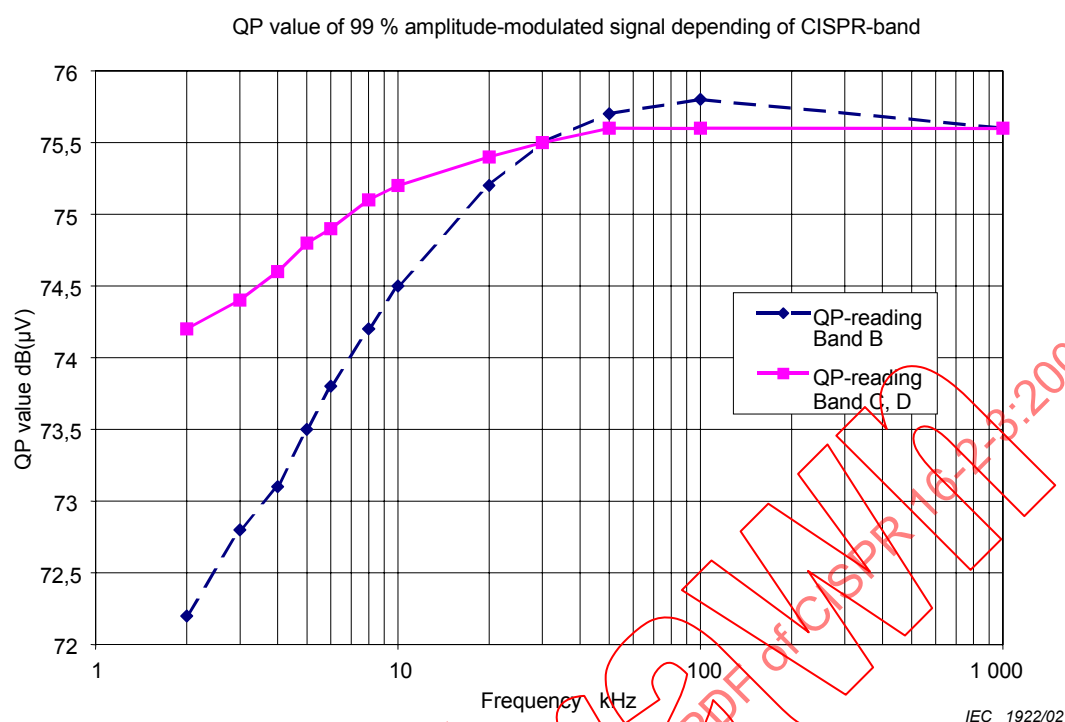


Figure A.5 – Indication of an amplitude-modulated signal as a function of modulation frequency with the QP detector in CISPR bands B, C and D

A.4.3.3 Pulse-modulated EUT disturbance

The narrowband pulse-modulated disturbance from the EUT is classified as a special case of amplitude modulation and can also be separated from the ambient signal carrier by a suitably narrow measurement bandwidth. The selectivity must not lead to a suppression of the modulation spectra. Only the peak detector can be used.

In cases of low repetition frequency, an additional error is possible, but as long as the difference between peak- and average detector reading is in the order of 12 dB to 14 dB, additional measurement errors compared with the quasi-peak value need not be taken into account.

For a pulse width $t = 50 \mu\text{s}$, Figure A.6 shows that as long as the difference between peak and average levels is less than or equal to 14 dB, the deviation between peak and QP levels is negligible. So, the comparison between peak and average levels may be used to verify the usability of the peak detector.

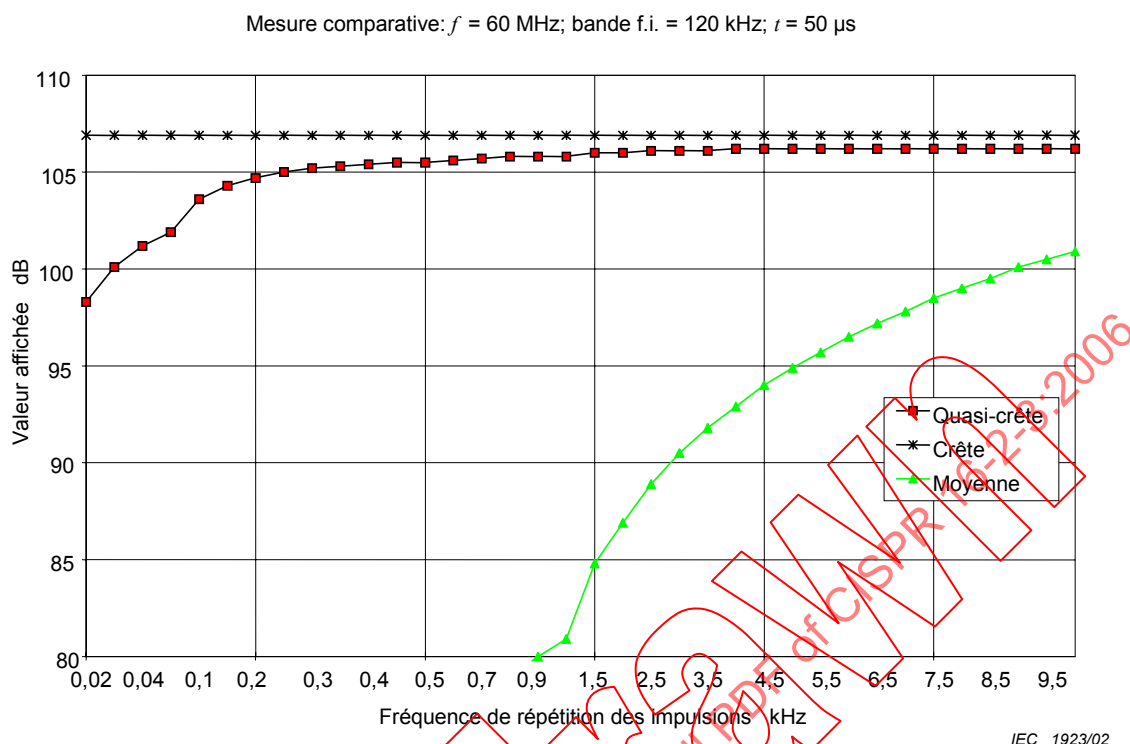


Figure A.6 – Indication d'un signal modulé en impulsion (largeur d'impulsion 50 μ s) en fonction de la fréquence de répétition avec des détecteurs de crête, de quasi crête et de valeur moyenne

A.4.3.4 Perturbation large bande du matériel en essai

Il est nécessaire d'utiliser des détecteurs de quasi crête dans le cas de la mesure de perturbation à large bande (voir Figure A.7).

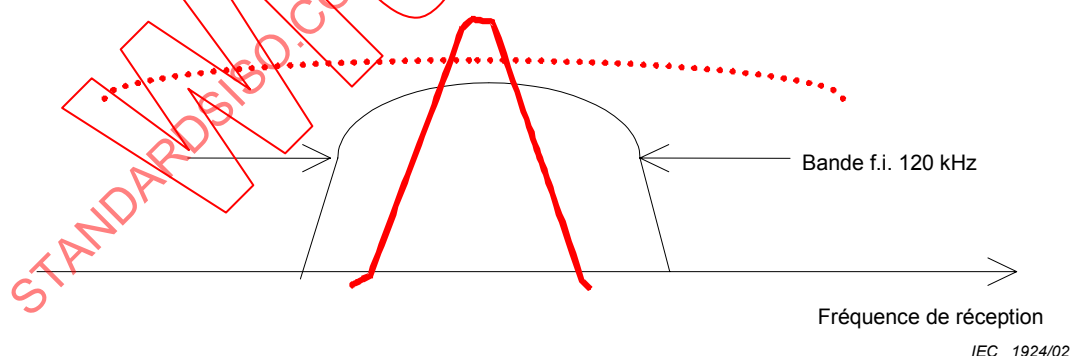


Figure A.7 – Perturbation par un signal à large bande (pointillés)

La règle est qu'il n'est pas possible d'effectuer une mesure à l'intérieur de la bande occupée par le signal d'ambiance. En raison de sa largeur de bande, la perturbation peut généralement être mesurée à l'extérieur du spectre du signal ambiant en utilisant le détecteur de quasi crête.