

**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**

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

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

Première édition
First edition
2003-11

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 2003 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

XB

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	8
TABLEAU RÉCAPITULATIF DES RÉFÉRENCES CROISÉES	10
1 Domaine d'application	12
2 Références normatives	12
3 Définitions	14
4 Types de perturbations à mesurer	20
5 Connexion du matériel de mesure	22
6 Exigences et conditions générales de mesure	22
7 Mesure des perturbations rayonnées	40
8 Mesure automatisée des émissions	86
Annexe A (informative) Mesure des perturbations en présence d'émissions ambiantes	98
Annexe B (informative) Utilisation des analyseurs de spectre et des récepteurs à balayage (voir article 6)	126
Annexe C (informative) Exemple de budget d'incertitude	132

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	9
TABLE RECAPITULATING CROSS-REFERENCES.....	11
1 Scope.....	13
2 Normative references.....	13
3 Definitions	15
4 Types of disturbance to be measured.....	21
5 Connection of measuring equipment	23
6 General measurement requirements and conditions	23
7 Measurement of radiated disturbances.....	41
8 Automated measurement of emissions.....	87
Annex A (informative) Measurement of disturbances in the presence of ambient emissions ..	99
Annex B (informative) Use of spectrum analyzers and scanning receivers (see clause 6)	127
Annex C (informative) Example of the uncertainty budget	133

**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 première édition de la CISPR 16-2-3, ainsi que les CISPR 16-2-1, CISPR 16-2-2 et CISPR 16-2-4, annule et remplace la seconde édition de la CISPR 16-2 publiée en 2003. Elle contient les articles en rapport avec la CISPR 16-2 sans modifications de leur contenu technique.

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

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 first edition of CISPR 16-2-3, together with CISPR 16-2-1, CISPR 16-2-2 and CISPR 16-2-4, cancels and replaces the second edition of CISPR 16-2, published in 2003. It contains the relevant clauses of CISPR 16-2 without technical changes.

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2005. A cette date, la publication sera

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

STANDARDSISO.COM: Click to view the full PDF of CISPR 16-2-3:2003

Withdrawn

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2005. At this date, the publication will be

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

STANDARDS160.COM: Click to view the full PDF of CISPR 16-2-3:2003

Withdrawn

INTRODUCTION

Les publications CISPR 16-1, CISPR 16-2, CISPR 16-3 et CISPR 16-4 ont été réorganisées en 14 parties, dans le but de pouvoir gérer plus facilement leur évolution et maintenance. Les nouvelles parties portent de nouveaux numéros. Voir la liste donnée ci-dessous.

Anciennes publications CISPR 16		Nouvelles publications CISPR 16	
CISPR 16-1	Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques	CISPR 16-1-1	Appareils de mesure
		CISPR 16-1-2	Matériels auxiliaires – Perturbations conduites
		CISPR 16-1-3	Matériels auxiliaires – Puissance perturbatrice
		CISPR 16-1-4	Matériels auxiliaires – Perturbations rayonnées
		CISPR 16-1-5	Emplacements d'essai pour l'étalonnage des antennes de 30 MHz et 1 000 MHz
CISPR 16-2	Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité	CISPR 16-2-1	Mesures des perturbations conduites
		CISPR 16-2-2	Mesure de la puissance perturbatrice
		CISPR 16-2-3	Mesures des perturbations rayonnées
		CISPR 16-2-4	Mesures de l'immunité
CISPR 16-3	Rapports et recommandations du CISPR	CISPR 16-3	Rapports techniques du CISPR
		CISPR 16-4-1	Incertitudes dans les essais normalisés en CEM
		CISPR 16-4-2	Incertitudes de l'instrumentation de mesure
		CISPR 16-4-3	Considérations statistiques dans la détermination de la conformité CEM des produits fabriqués en grand nombre
CISPR 16-4	Incertitudes dans les mesures CEM	CISPR 16-4-4	Statistiques des plaintes pour le calcul des limites

Des informations plus spécifiques concernant la relation entre l' "ancienne" CISPR 16-2 et la "nouvelle" CISPR 16-2-3 sont données dans le tableau qui suit cette introduction (TABLEAU RÉCAPITULATIF DES RÉFÉRENCES CROISÉES).

Les spécifications des appareils de mesure sont données dans les cinq nouvelles parties de la CISPR 16-1, alors que les méthodes de mesure des perturbations radioélectriques sont désormais couvertes par les quatre nouvelles parties de la CISPR 16-2. Différents rapports avec des informations sur le contexte du CISPR et sur les perturbations radioélectriques en général sont donnés dans la CISPR 16-3. La CISPR 16-4 contient des informations relatives aux incertitudes, aux statistiques et à la modélisation des limites.

La CISPR 16-2 est constituée des quatre parties suivantes, sous le titre général *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité*:

- Partie 2-1: Mesures des perturbations conduites,
- Partie 2-2: Mesure de la puissance perturbatrice,
- Partie 2-3: Mesures des perturbations rayonnées,
- Partie 2-4: Mesures de l'immunité.

INTRODUCTION

CISPR 16-1, CISPR 16-2, CISPR 16-3 and CISPR 16-4 have been reorganised into 14 parts, to accommodate growth and easier maintenance. The new parts have also been renumbered. See the list given below.

Old CISPR 16 publications		New CISPR 16 publications	
CISPR 16-1	Radio disturbance and immunity measuring apparatus	CISPR 16-1-1	Measuring apparatus
		CISPR 16-1-2	Ancillary equipment – Conducted disturbances
		CISPR 16-1-3	Ancillary equipment – Disturbance power
		CISPR 16-1-4	Ancillary equipment – Radiated disturbances
		CISPR 16-1-5	Antenna calibration test sites for 30 MHz to 1 000 MHz
CISPR 16-2	Methods of measurement of disturbances and immunity	CISPR 16-2-1	Conducted disturbance measurements
		CISPR 16-2-2	Measurement of disturbance power
		CISPR 16-2-3	Radiated disturbance measurements
		CISPR 16-2-4	Immunity measurements
CISPR 16-3	Reports and recommendations of CISPR	CISPR 16-3	CISPR technical reports
		CISPR 16-4-1	Uncertainties in standardised EMC tests
		CISPR 16-4-2	Measurement instrumentation uncertainty
		CISPR 16-4-3	Statistical considerations in the determination of EMC compliance of mass-produced products
CISPR 16-4	Uncertainty in EMC measurements	CISPR 16-4-4	Statistics of complaints and a model for the calculation of limits

More specific information on the relation between the 'old' CISPR 16-2 and the present 'new' CISPR 16-2-3 is given in the table after this introduction (TABLE RECAPITULATING CROSS REFERENCES).

Measurement instrumentation specifications are given in five new parts of CISPR 16-1, while the methods of measurement are covered now in four new parts of CISPR 16-2. Various reports with further information and background on CISPR and radio disturbances in general are given in CISPR 16-3. CISPR 16-4 contains information related to uncertainties, statistics and limit modelling.

CISPR 16-2 consists of the following parts, under the general title *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Methods of measurement of disturbances and immunity*:

- Part 2-1: Conducted disturbance measurements,
- Part 2-2: Measurement of disturbance power,
- Part 2-3: Radiated disturbance measurements,
- Part 2-4: Immunity measurements.

TABLEAU RÉCAPITULATIF DES RÉFÉRENCES CROISÉES

Deuxième édition de la CISPR 16-2
Articles, paragraphes

Première édition de la CISPR 16-2-3
Articles, paragraphes

1.1
1.2
1.3

1
2
3

2.1
2.2
2.3
2.6
4.1

4
5
6
7
8

Annexes

E
B

Annexes

A
B

Figures

1,..., 4
18,..., 24

Figures

1,..., 4
5,..., 11

STANDARDSISO.COM: Click to view the full PDF of CISPR 16-2-3:2003

TABLE RECAPITULATING CROSS-REFERENCES

Second edition of CISPR 16-2
Clauses, subclauses1.1
1.2
1.32.1
2.2
2.3
2.6
4.1

Annexes

E
B

Figures

1,..., 4
18,..., 24First edition of CISPR 16-2-3
Clauses, subclauses1
2
34
5
6
7
8

Annexes

A
B

Figures

1,..., 4
5,..., 11

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 14-1:2000, *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 16-1-4:2003, *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 – Matériels auxiliaires – 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*

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*

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 14-1:2000, *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 16-1-4:2003, *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, *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 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity – Immunity measurements*

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*

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*

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 l'instrumentation de mesure*

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*

3 Définitions

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

3.1

matériel associé

- 1) Transducteurs (par exemple, sondes, réseaux, antennes) connectés à un récepteur de mesure ou à un générateur d'essai
- 2) 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)

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 perturbation électromagnétique

[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]

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

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 – Measurement instrumentation uncertainties*

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*

3 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

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

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).

3.11

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 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,

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

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 IEC 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,

- 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

3.19

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

n_s

$1/(\text{durée de balayage} + \text{durée du retour})$

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 $T_{tot} = c \times n \times T_m$

- 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**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 $T_{tot} = c \times n \times T_m$

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 par 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:

- 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.

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) 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 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.

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.

6 Exigences et conditions générales de mesure

La mesure de perturbations radioélectriques doit être:

- reproductible, c'est-à-dire indépendante de son emplacement et de l'environnement, spécialement du bruit ambiant;
- 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:

- existence d'un rapport signal-bruit suffisant au niveau de mesure souhaité, par exemple au niveau de la limite de perturbation appropriée;

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.

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 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) 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.

6.2.2 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:

- 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 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 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.

6.4 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).
- 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).

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 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).
- 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) 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.

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 en 8 des informations plus détaillées sur l'exécution des mesures automatiques.

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	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

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.

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 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 des paragraphes 6.5.2 à 6.5.4.

- 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 i.f. 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 8.

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.

Most product standards call out quasi-peak detection for compliance measurements which is very time consuming, if no time-saving procedures are applied (see 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 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.

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:

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

où

$T_{s \text{ min}}$ = Durée de balayage minimale

Δf = Intervalle de fréquences

B_{res} = Largeur de bande de résolution

k = 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:

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

où B_{video} = 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.

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.

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.

De plus, pour les balayages répétitifs, le nombre de balayages par seconde est déterminé par la durée de balayage $T_{s \text{ min}}$ 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'entrée.

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 $T_{s \text{ min}}$ pour un récepteur à accord par palier peut être calculée en utilisant l'équation ci-dessous:

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

où $T_{m \text{ min}}$ = 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.

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 balayage en fréquence pendant le temps d'observation doit être rendu maximal 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 correspondant 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.

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.

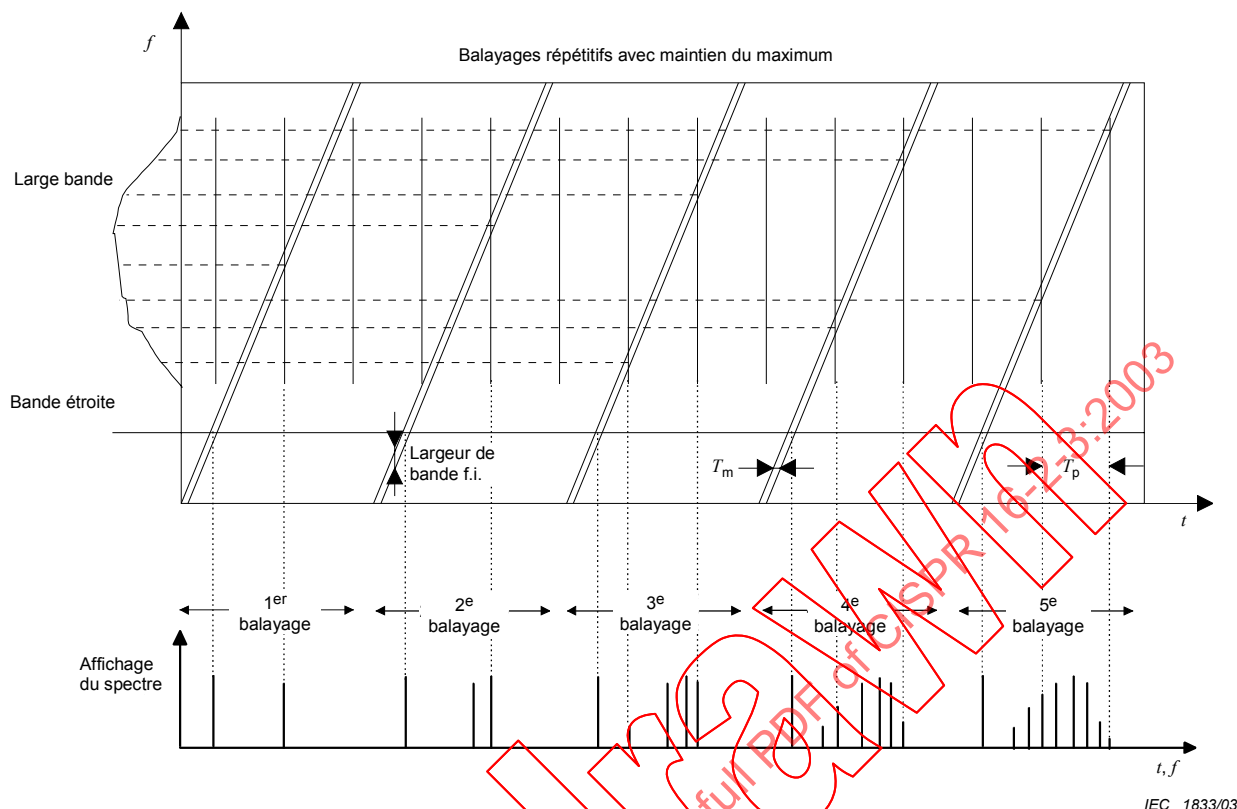
For purely broadband emissions, the frequency step size may be increased. In this case the objective is to find the maxima of the emission spectrum only.

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.

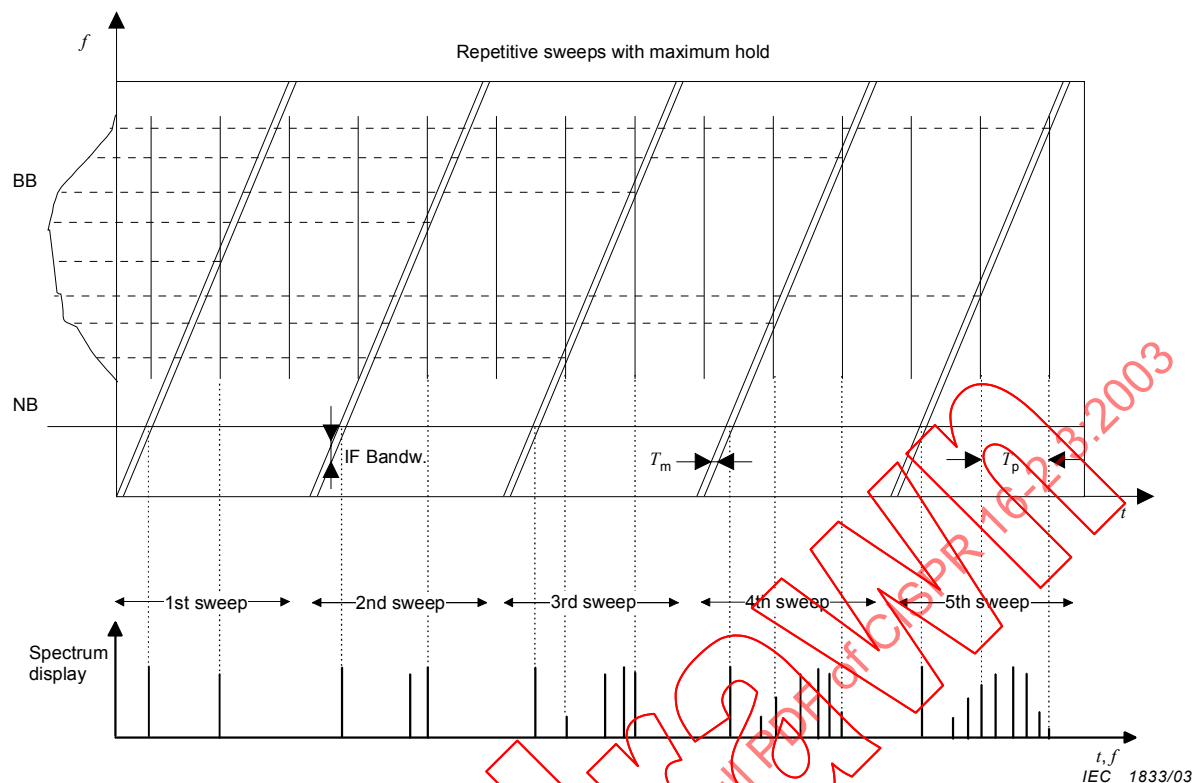


T_p est l'intervalle de répétition de l'impulsion d'un signal en impulsion. Une impulsion se produit à chaque ligne verticale en fonction de l'échelle de temps de l'affichage (partie supérieure de la figure).

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

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 il est montré par exemple à la figure 2.

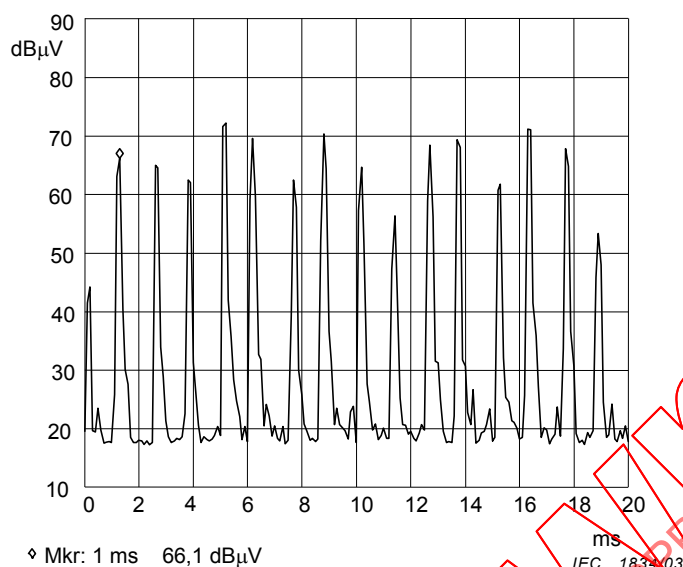


T_p is the pulse-repetition interval of the impulsive signal. A pulse occurs at each vertical line of the spectrum-vs.-time display (upper part of the figure).

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

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.

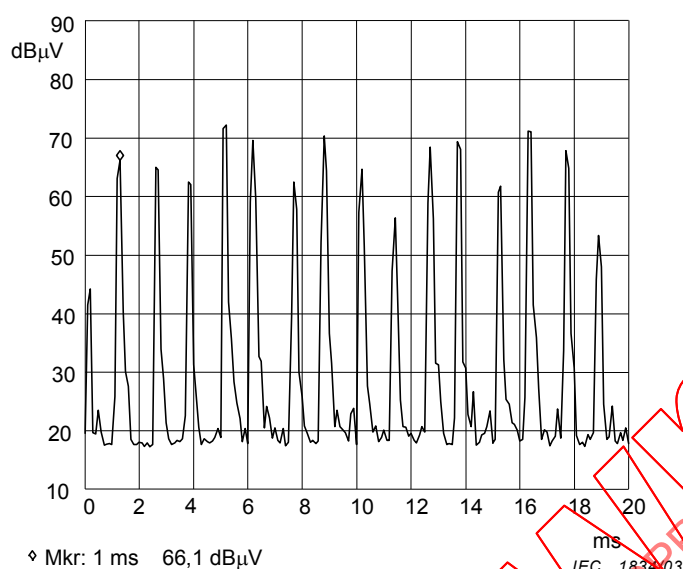


Perturbation d'un collecteur de moteur à courant continu: compte tenu du nombre de segments du collecteur, la fréquence de répétition des impulsions est élevée (environ 800 Hz) et l'amplitude des impulsions varie fortement. En conséquence, pour cet exemple, le temps de mesure (de maintien) avec un détecteur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



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.

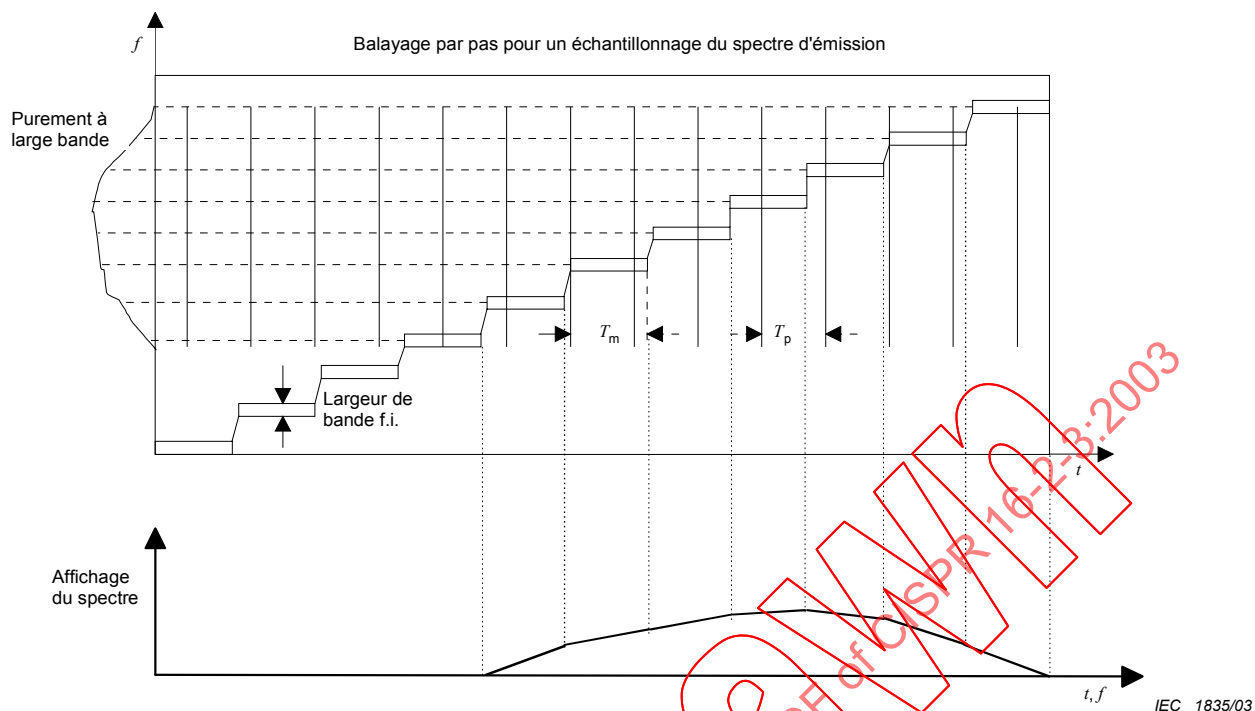


Figure 3 – Spectre large bande mesuré avec un récepteur à accord par palier

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.

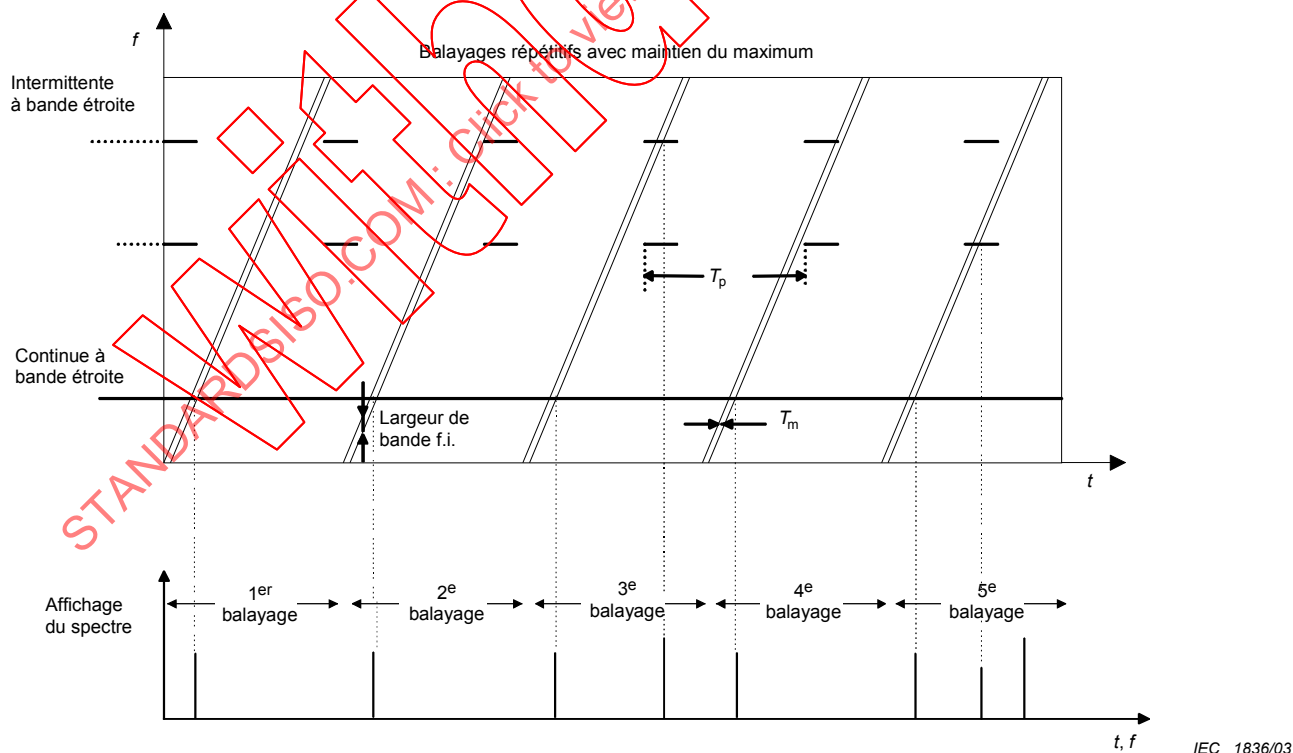


Figure 4 – Perturbations intermittentes à bande étroite mesurées en utilisant des balayages courts et rapides avec la fonction "maintien du maximum" pour obtenir une vue d'ensemble du spectre d'émission

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.

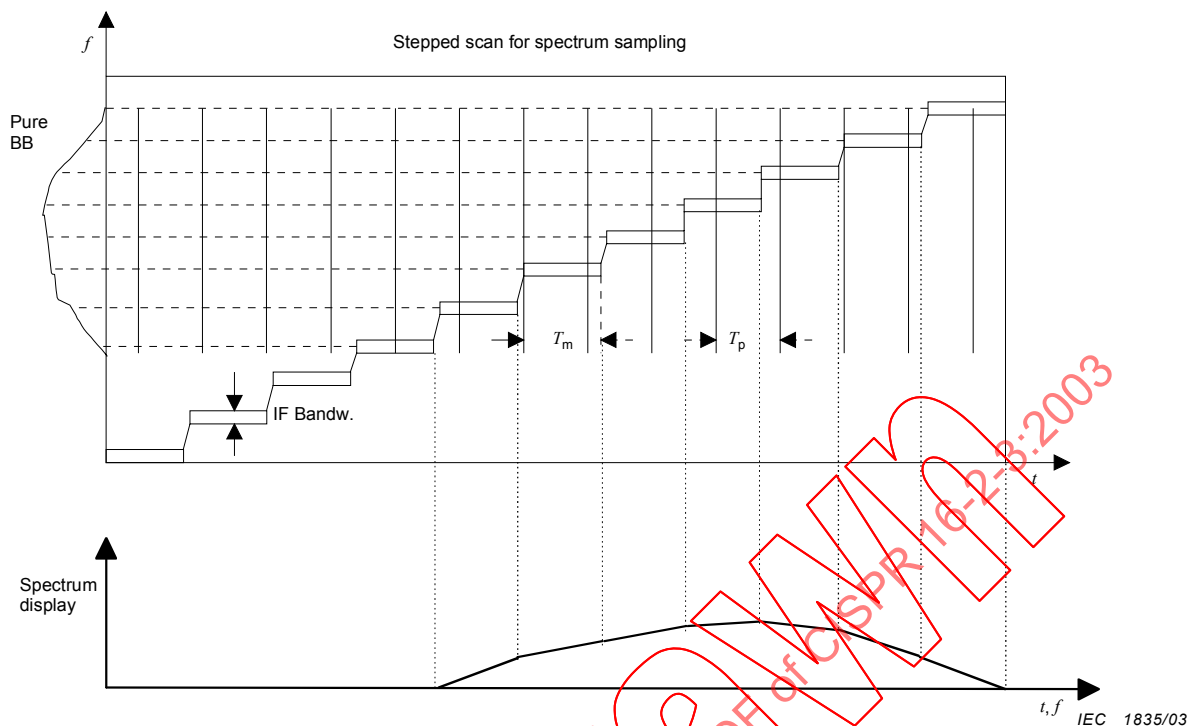


Figure 3 – A broadband spectrum measured with a stepped receiver

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.

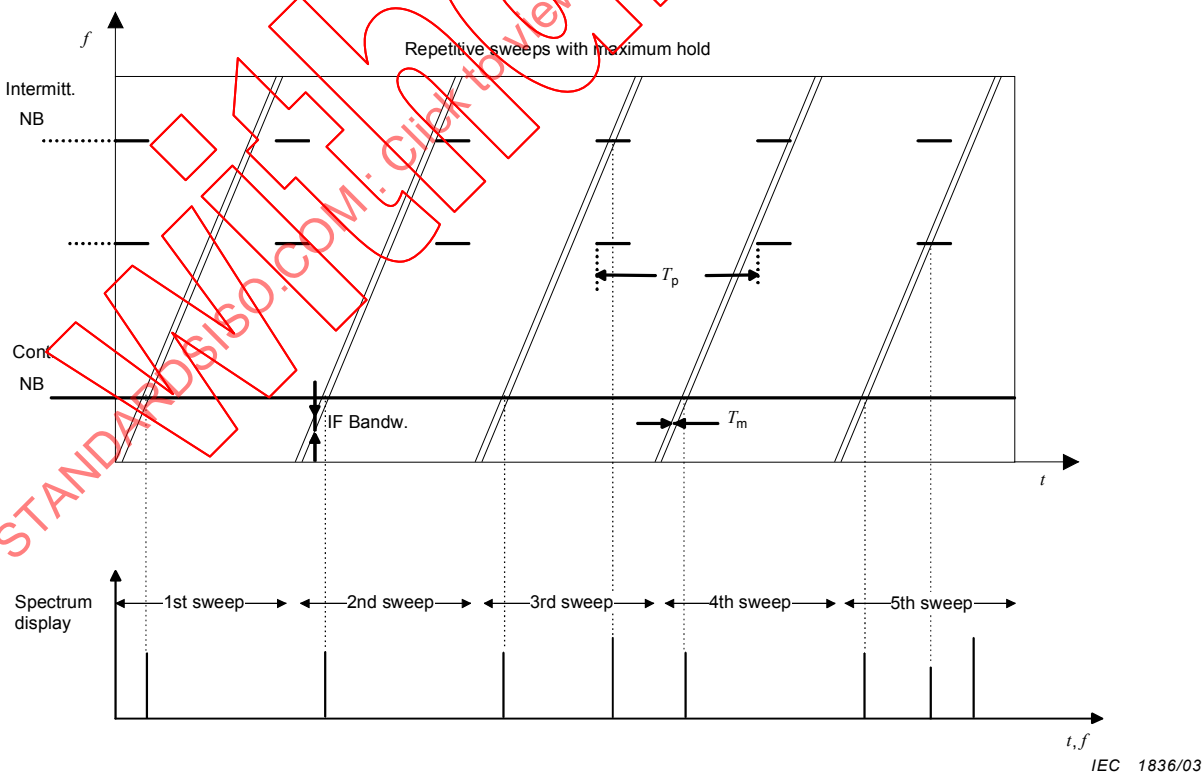


Figure 4 – Intermittent narrowband disturbances measured using fast short repetitive sweeps with maximum hold function to obtain an overview of the emission spectrum

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.

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

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.

étapes de procédure sont interchangeables 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.

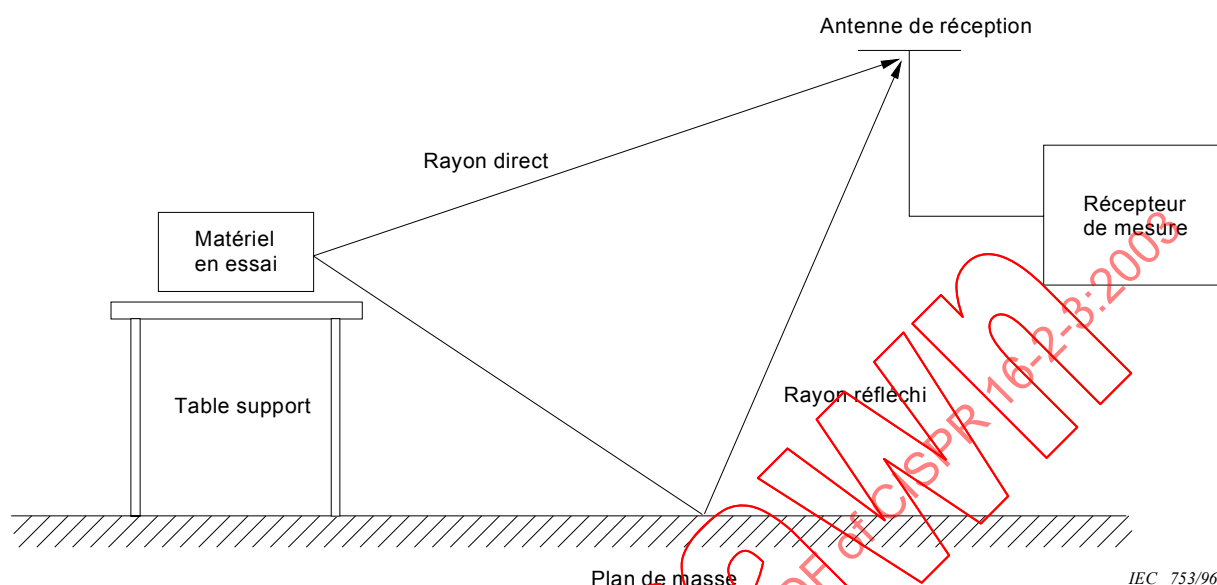


Figure 5 – Principe des mesures du champ électrique sur un emplacement d'essai ouvert montrant les rayons directs et réfléchis qui arrivent à l'antenne de réception

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;

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.

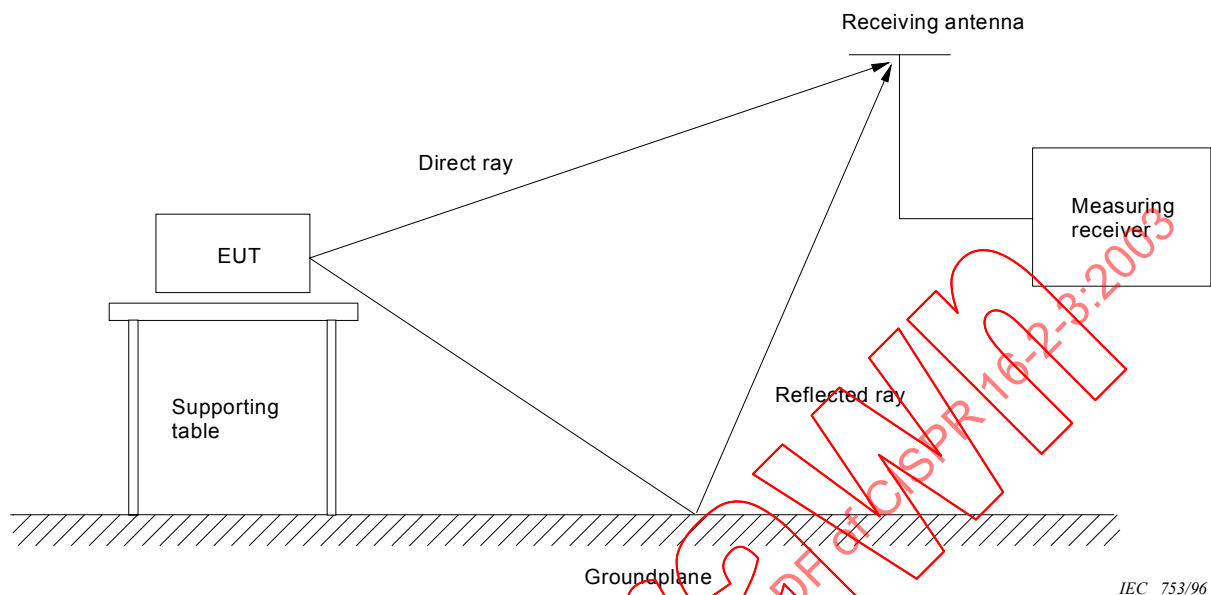


Figure 5 – Concept of electric field strength measurements made on an open area testsite (OATS) with the direct and reflective rays arriving at the receiving antenna

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 EUT's 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

- c) $d \geq 2D^2/\lambda$, 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 $D \gg \lambda$.

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 perturbation. 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 supérieures 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 au 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:

- 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;
- 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;
- 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;

- c) $d \geq 2D^2/\lambda$, 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 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 is as follows: 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:

- 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;
- perform measurements in critical frequency bands during hours when broadcast stations are off the air and the ambient from industrial equipment are lower;
- 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 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.

- 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 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.

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) 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.)

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 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 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, un terme complémentaire doit être ajouté 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.

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 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.

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

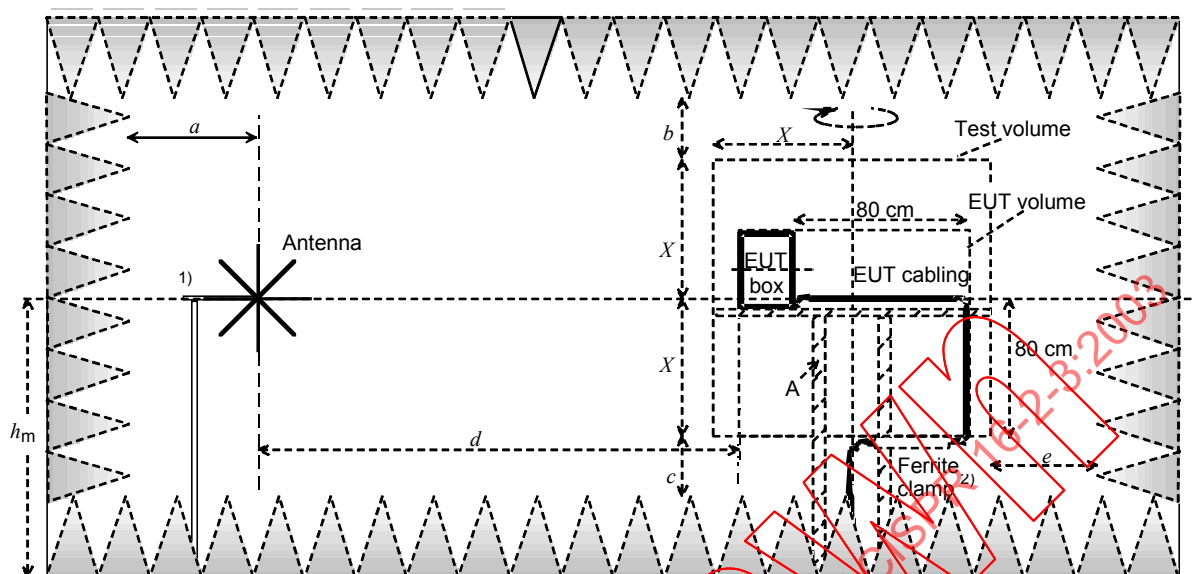
E-field strength is given by equation (4b):

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

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 ($\mu\text{V/m}$).
- 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 m; 2,5 m; 5 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 $e \geq 0,5$ m recommended (≥ 1 is more convenient), the actual value will be consistent with the FAR calibration procedure of a future version of CISPR 16-1.

 $d = 3$ m; 5 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

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 consists 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.

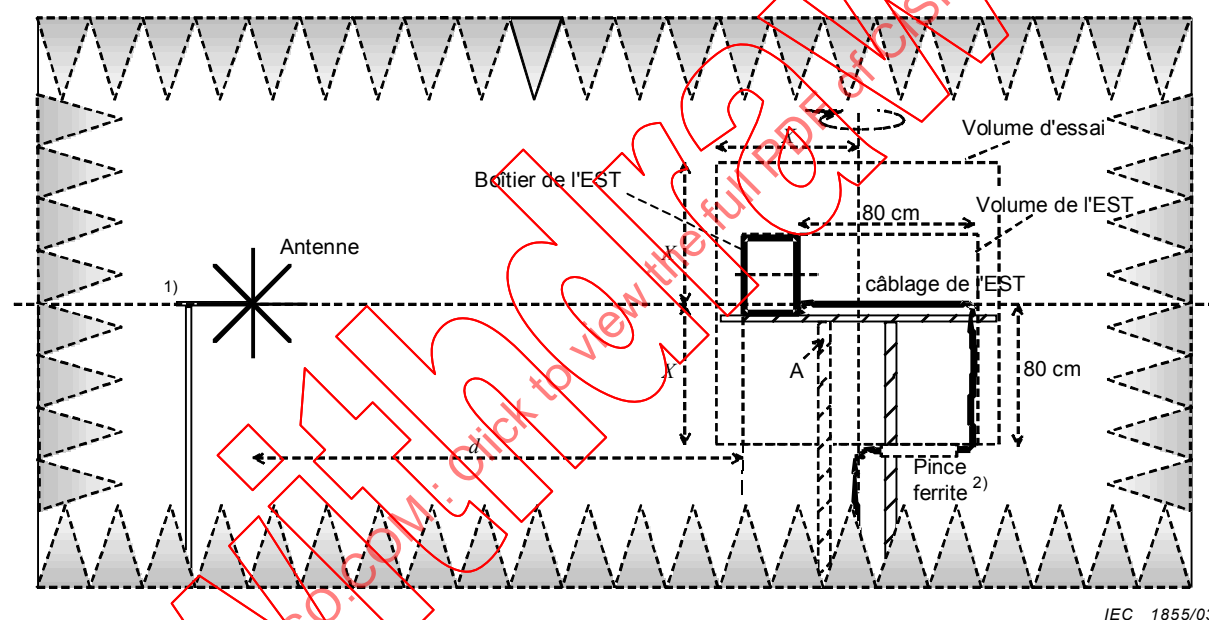
L'ensemble de l'appareil en essai doit être compris dans le volume d'essai.

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



IEC 1855/03

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

2X = 1,5 m; 2,5 m; 5 m

d = 3 m; 5 m ou 10 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.

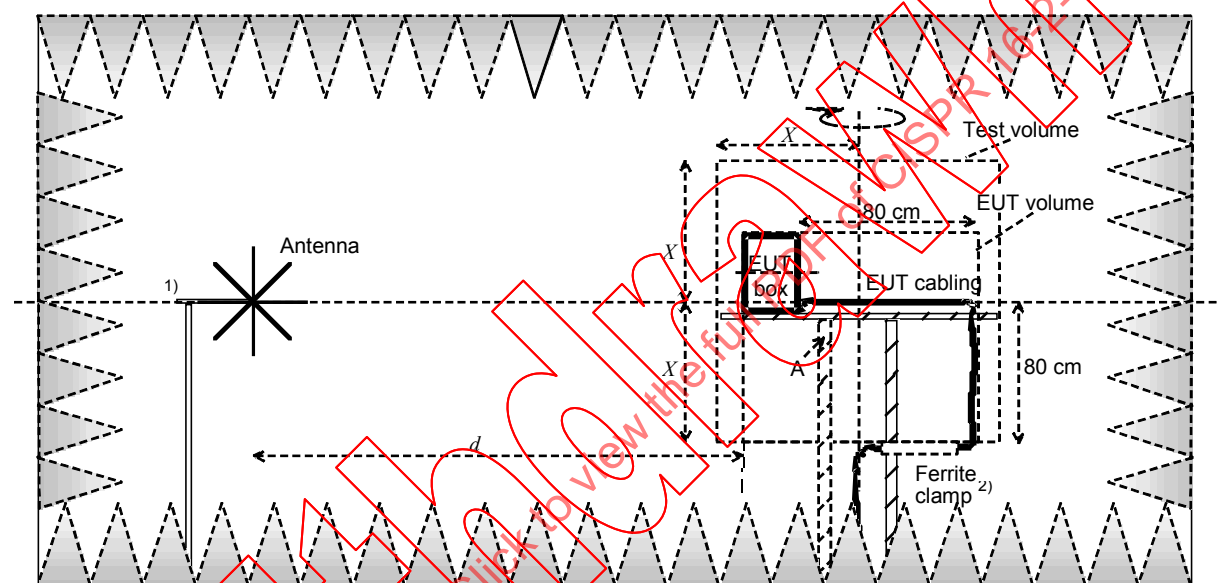
Figure 7 – Installation d'essai typique pour un appareil de table dans le volume d'essai d'une chambre entièrement anéchoïque

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



A = turntable and EUT-support

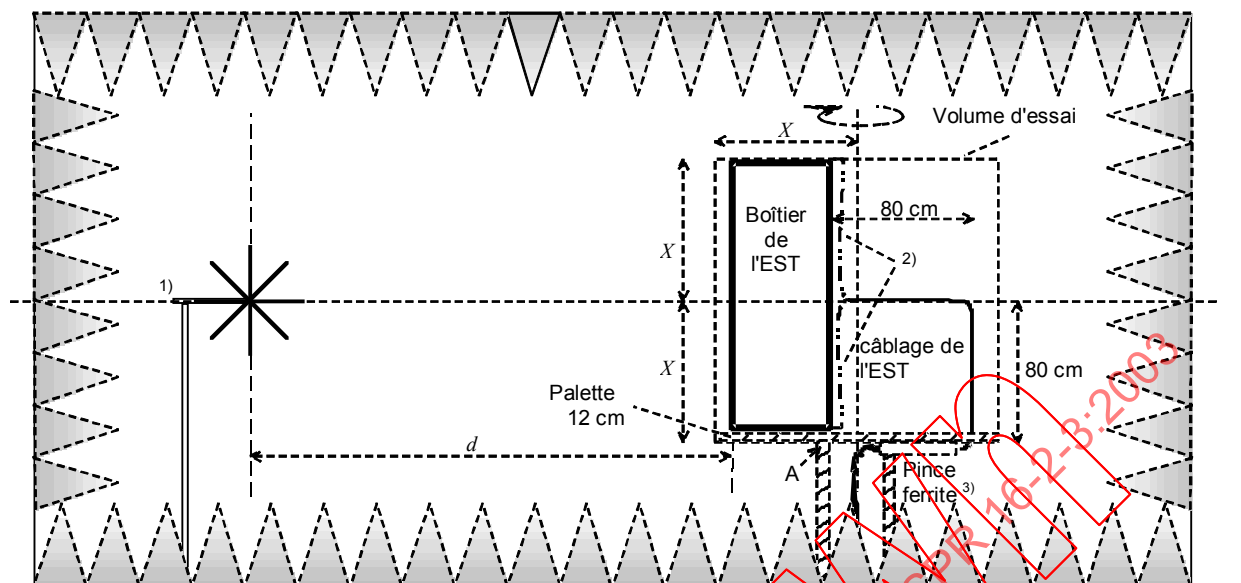
$2X = 1,5 \text{ m}; 2,5 \text{ m}; 5 \text{ m}$

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



IEC 1856/03

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

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

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

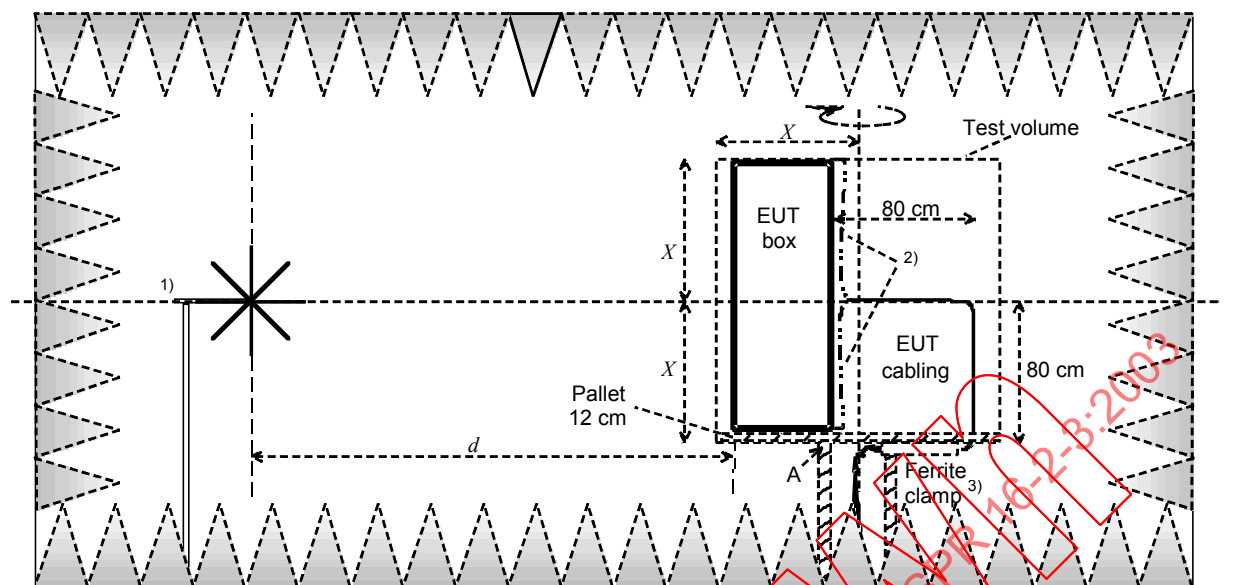
La palette de 12 cm (10 cm à 14 cm) est un compromis entre un sol métallique et un sol en bois (voir 8.1.2 de la CISPR 22:1997)

- 1) La disposition du câble d'antenne doit être la même que pendant la procédure de validation (voir figure 6).
- 2) La disposition des câbles dépend de la position des prises de sortie et doit être proche de la surface du boîtier
- 3) Les pincettes ferrite doivent être utilisées conformément à la norme de produit applicable. Leur utilisation (si nécessaire) doit être documentée dans le rapport d'essai.

Figure 8 – Installation d'essai typique pour un appareil reposant sur le sol dans le volume d'essai d'une chambre entièrement anéchoïque

Les spécifications d'installation pour certains appareils reposant sur le sol demandent que l'unité soit installée et fixée directement sur un sol conducteur. Il est recommandé au lecteur de prendre en compte les notes suivantes pour les essais d'un appareil reposant sur le sol en chambre entièrement anéchoïque:

Des résultats montrant une non-conformité à une limite en chambre entièrement anéchoïque pour un appareil reposant sur le sol destiné à être installé et fixé sur un sol conducteur peuvent être inférieurs si l'appareil est essayé sur un plan de sol qui simule mieux l'environnement de l'installation finale. Ceci est particulièrement vrai pour des émissions en dessous de 200 MHz, en polarisation horizontale et si la source d'émission est située à une hauteur au-dessus du sol de 0,4 m ou moins dans une installation typique. Il est recommandé au lecteur de procéder à une investigation supplémentaire dans un environnement avec plan de sol (c'est à dire un emplacement d'essai en espace libre ou une chambre semi-anéchoïque), simulant mieux les conditions prévues pour l'installation de l'appareil, avant de déterminer une non conformité basée sur la base de mesures en chambre entièrement anéchoïque.



IEC 1856/03

A = turntable and EUT-support

 $2X = 1,5 \text{ m}, 2,5 \text{ m}, 5 \text{ m}$ $(d = 3 \text{ m}; 5 \text{ m or } 10 \text{ m for } 3 \text{ m}, 5 \text{ m}, \text{ or } 10 \text{ m test distance, respectively})$

Pallet of 12 cm (10 cm to 14 cm) is a compromise between metal- and wooden ground
(see 8.1.2 of CISPR 22:1997)

- 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 10.4 de la CISPR 22:1997).

7.2.10 Mesure en cellule TEM

(A l'étude)

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 ($50\ \Omega$ or $75\ \Omega$);
- 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, 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. 10.4 of CISPR 22:1997).

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:

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

Pour des distances d autres que 3 m:

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

7.3.2 Distance de mesure

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

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.

En cas de litige, les mesures effectuées à 3 m constituent la référence.

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, la distance minimale mentionnée ci-dessus ($D^2/2 \lambda$) doit être appliquée à l'antenne de mesure mais pas à l'appareil en essai.

7.3.3 Configuration de l'appareil en essai

De manière générale, il est recommandé que les configurations d'appareils en essai utilisées pour les mesures effectuées au-dessous de 1 GHz soient également utilisées autant que possible pour les mesures effectuées au-dessus de 1 GHz.

7.3.4 Procédure de mesure

7.3.4.1 Couverture de l'appareil en essai par l'antenne de mesure

La mesure des émissions rayonnées au-dessus de 1 GHz s'effectue à l'aide d'antennes étalonnées polarisées linéairement, qui peuvent avoir une largeur de faisceau (lobe principal) plus faible que celle des antennes utilisées aux fréquences inférieures à 1 GHz. La largeur du lobe principal de l'antenne, qui est défini comme la largeur de faisceau à 3 dB de l'antenne, doit être connue pour toute antenne utilisée, de façon que, lorsque des appareils de grande dimension sont essayés, la surface de couverture de l'appareil en essai puisse être déterminée. Le déplacement de l'antenne de mesure sur les surfaces des côtés de l'appareil en essai, ou toute autre méthode de balayage de l'appareil en essai, est requis lorsque l'appareil en essai est plus grand que la largeur de faisceau de l'antenne de mesure. Lorsque des mesures en rayonnement sont effectuées à la distance correspondant à la limite et que l'antenne de mesure n'englobe pas complètement un appareil en essai de grande dimension à cette distance, des mesures supplémentaires à une distance supérieure peuvent être nécessaires pour démontrer que l'émission était bien maximale à la distance correspondant à la limite.

NOTE Lorsque l'on détermine si la largeur de faisceau de l'antenne englobe l'appareil en essai, la surface de l'appareil en essai considéré doit comprendre une dimension d'une longueur d'onde (à la plus basse fréquence, c'est-à-dire 1 GHz) des câbles qui sortent de l'appareil en essai.

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.

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.

In case of dispute, measurements performed at 3 m shall take precedence.

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.

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

As a general guideline, the EUT set-ups used for measurements below 1 GHz should as much as possible also be used above 1 GHz.

7.3.4 Measurement procedure

7.3.4.1 Encompassing of the EUT by the measuring antenna

Radiated emissions measurements above 1 GHz are made using calibrated linearly polarized antennas, which may have a smaller beam width (major pattern lobe) than the antennas used for frequencies below 1 GHz. The width of the main lobe of the antenna, that is defined as the 3 dB beam width of the antenna, shall be known for every antenna used so that, when large EUTs are tested, the area of coverage of the EUT can be determined. Moving the measurement antenna over the surfaces of the sides of the EUT or another method of scanning of the EUT is required when the EUT is larger than the beam width of the measuring antenna. When radiated measurements are made at the limit distance and the measurement antenna does not completely encompass a large EUT at that distance, additional measurements at a greater distance may be necessary to demonstrate that emissions were maximum at the limit distance.

NOTE When determining the encompassing of the EUT by the antenna beam width, the surface of the EUT being considered shall include one wavelength (at the lowest frequency, i.e. 1 GHz) of the cables coming out of the EUT.

7.3.4.2 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 7.3.4.3). Ensuite, l'essai final d'émission est effectué (voir 7.3.4.4). 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.

7.3.4.3 Maximisation préliminaire des émissions

L'émission rayonnée maximale pour un mode de fonctionnement donné peut être déterminée lors d'un essai préliminaire, à l'aide de la procédure pas à pas suivante:

- a) Balayer la gamme de fréquences étudiée à une hauteur d'antenne et pour une polarisation (horizontale ou verticale) déterminées, ainsi que pour une orientation de l'appareil en essai.
- b) Noter l'amplitude et la fréquence du signal maximal rencontré.
- c) Faire tourner l'appareil en essai sur 360° afin de maximiser le signal de plus forte amplitude supposée. Si le signal ou un autre à une fréquence différente dépasse de 2 dB ou plus le signal de plus forte amplitude précédemment relevé, se placer à nouveau dans l'orientation concernée et reprendre l'étape b). Sinon, orienter l'appareil en essai de façon à retrouver le plus fort niveau observé et continuer.

NOTE 1 A la place de la rotation de la table tournante où est placé l'appareil en essai, on peut également faire tourner l'antenne de réception autour de l'appareil en essai.

- d) Déplacer l'antenne selon des variations données (balayage en hauteur à définir pour chaque produit ou famille de produits; dans tous les cas il convient que la plage maximale de balayage en hauteur soit de 1 m à 4 m) afin de maximiser le signal de plus forte amplitude supposée. Si le signal ou un autre à une fréquence différente dépasse de 2 dB ou plus le signal de plus forte amplitude précédemment relevé, reprendre l'étape b) avec l'antenne placée à cette hauteur. Sinon, placer l'antenne de façon à retrouver le plus fort niveau observé et continuer.
- e) Placer l'antenne dans l'autre polarisation et répéter les étapes b) à d). Comparer le signal de plus forte amplitude supposée avec celui obtenu dans l'autre polarisation. Déterminer et relever le plus élevé des deux signaux. Ce signal est appelé le signal le plus élevé observé par rapport à la limite pour ce mode de fonctionnement de l'appareil en essai.

7.3.4.2 General measurement procedure

For any EUT, the frequencies of emission should first be detected by a preliminary emission maximization (see 7.3.4.3). Then the final emission test takes place (see 7.3.4.4). 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.

7.3.4.3 Preliminary emission maximization

The maximum radiated emission for a given mode of operation may be found during a preliminary test, using the following step by step procedure:

- a) Monitor the frequency range of interest at a fixed antenna height and polarization (horizontal or vertical), and EUT azimuth.
- b) Note the amplitude and frequency of the maximum signal met.
- c) Rotate the EUT 360° to maximize the suspected highest amplitude signal. If the signal or another at a different frequency is observed to exceed the previously noted highest amplitude signal by 2 dB or more, go back to the azimuth and repeat step b). Otherwise, orient the EUT azimuth to repeat the highest amplitude observation and proceed.

NOTE 1 Alternatively, instead of rotating the turn-table where the EUT stands, it is also possible to rotate the receiving antenna around the EUT.

- d) Move the antenna over a given range of travel (height search to be defined for each product or product family; in any case, 1 m to 4 m should be the maximum range for this height search) to maximize the suspected highest amplitude signal. If the signal or another at a different frequency is observed to exceed the previously noted highest amplitude signal by 2 dB or more, return to step b) with the antenna fixed at this height. Otherwise, move the antenna to the height that repeats the highest amplitude observation and proceed.
- e) Change the antenna to the other polarization and repeat steps b) through d). Compare the resulting suspected highest amplitude signal with that found for the other polarization. Select and note the higher of the two signals. This signal is termed the highest observed signal with respect to the limit for this EUT operational mode.

- f) Les effets des différents modes de fonctionnement de l'appareil en essai doivent être étudiés. Un des moyens pour réaliser ceci est de faire varier le mode de fonctionnement de l'appareil au cours des étapes b) à e).
- g) Une fois que les étapes a) à f) ont été effectuées, enregistrer la configuration finale de l'appareil en essai et le mode de fonctionnement (correspondant à l'émission rayonnée maximale) à utiliser pour l'essai final d'émission rayonnée.

NOTE 2 La procédure décrite dans ce paragraphe est proposée dans le cas général. Cependant, considérant qu'elle puisse être extrêmement longue à mettre en œuvre, il est demandé aux comités de produit de la vérifier et de l'adapter à leur cas spécifique. Les deux éléments suivants peuvent servir de base pour simplifier la méthode:

- on doit faire pivoter horizontalement l'appareil en essai à moins qu'il n'ait été déterminé que, pour le produit ou la famille de produits concernés, l'émission provient principalement d'une direction, ou est omnidirectionnelle;
- le balayage en hauteur de l'antenne peut être limité à un certain angle ou une distance au-dessus et en dessous de l'appareil en essai, ou même supprimée (mesure dans un plan horizontal uniquement), s'il peut être déterminé que pour le produit ou la famille de produits concernés, l'émission est maximale dans le plan horizontal ou dans son voisinage.

7.3.4.4 Essai final d'émission

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.

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 :

- f) The effects of the various operational modes of the EUT shall be examined. One way to do this is to vary the operating mode of the equipment as steps b) through e) are being performed.
- g) After completing steps a) through f), record the final EUT configuration and mode of operation (corresponding to the maximum radiated emission) to use for the final radiated emissions test.

NOTE 2: The procedure described in this subclause is proposed in the general case. However, noting that it may be extremely time-consuming to perform, product committees are requested to check and adapt it to their specific case. The following two elements can serve as a basis for simplifying the method:

- the EUT shall be rotated horizontally unless it has been determined that for the particular product or product family the emission comes predominantly from one direction or is omni-directional;
- the height search of the antenna may be limited to a certain angle or distance above and below the EUT, or even be suppressed (horizontal measurements only) if it can be determined that for the particular product or product family the emission is maximum in or close to the horizontal plane.

7.3.4.4 Final emission test

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.

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

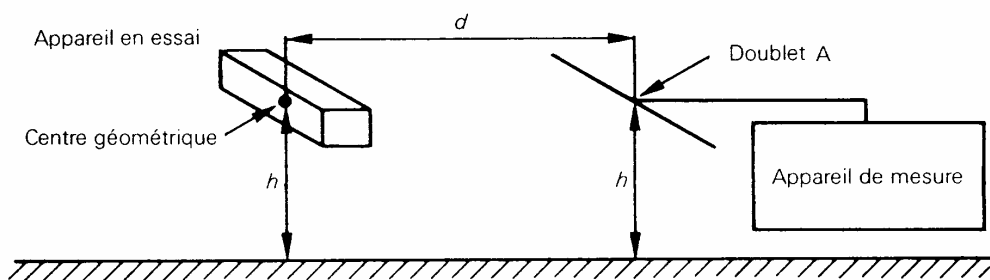
The method is intended for measuring radio disturbance radiated from the cabinet, including wiring and circuitry inside the cabinet, of an equipment under test. The EUT may be either a self-contained unit with no port for any connection or have one or several ports for power and other external connections.

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.

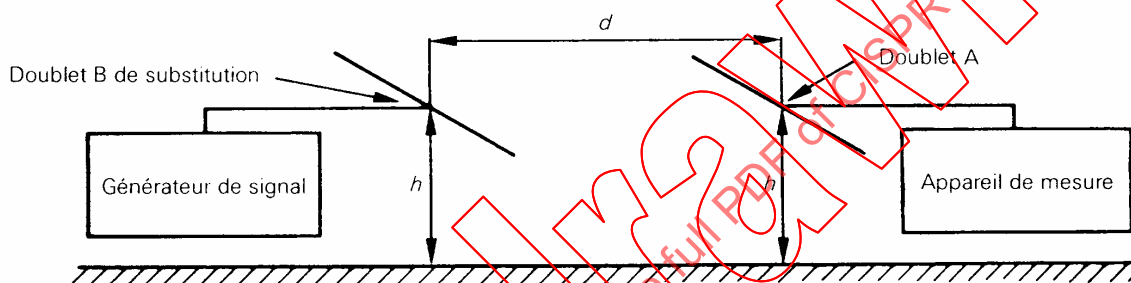
7.4.1 Test site

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:



a) Mesure

IEC 754/96



b) Etalonnage

IEC 755/96

Figure 9 – 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 cornet à polarisation linéaire sont recommandées.

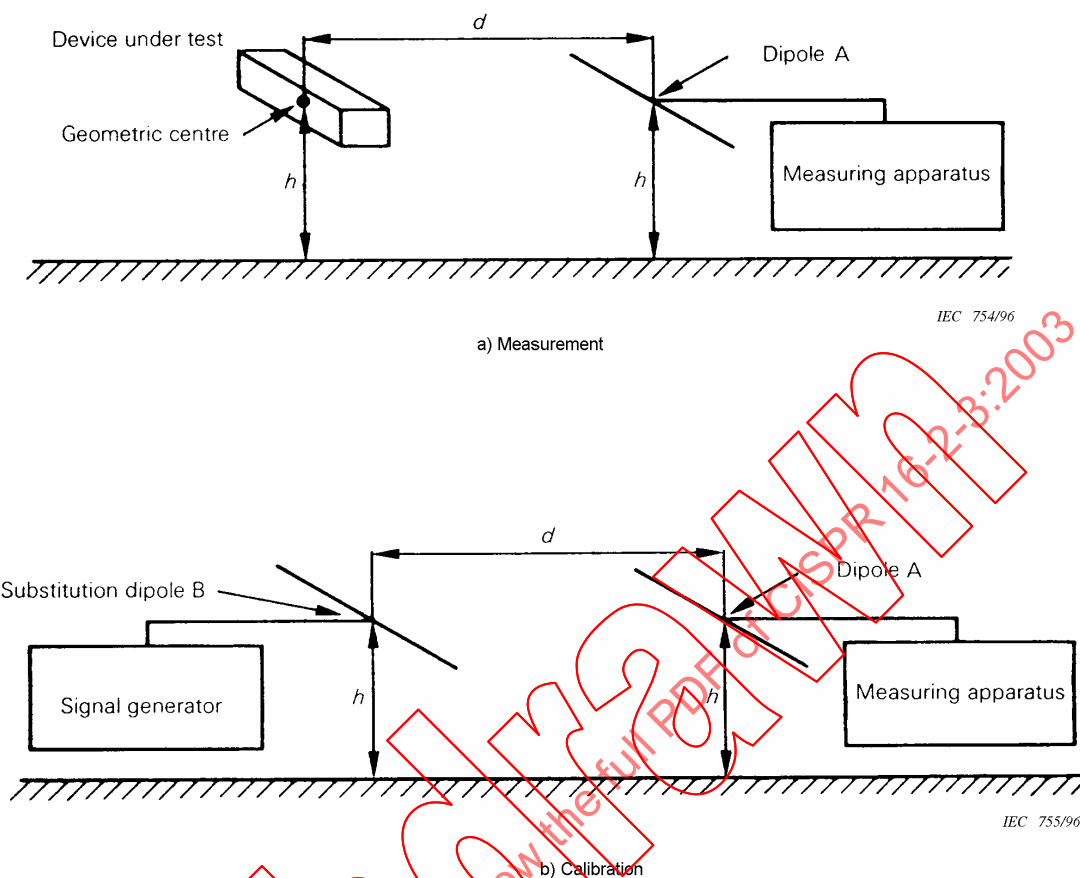


Figure 9 – Method of measurement – Substitution method
(see 7.4.1 and 7.4.3)

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 9 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 relatable 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 9). 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 degrés sur un côté normalement vertical. Dans chaque position, il doit tourner à 360 degrés 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, ou 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 9). 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 est 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 y a des 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 une antenne en polarisation verticale et en polarisation horizontale.

Si le rapport entre 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_{limite} en utilisant une antenne boucle comme décrit en 4.2.1 de la CISPR 16-1-4, 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 $377 \, \Omega$ 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 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 $n < 1$ 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 (3b)). 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.

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

- 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 (3b)). 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.

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

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

$$P_r = P_G + G + 4 \text{ dB} \quad (7b)$$

où

P_r est en dB(pW);

P_G est en dB(pW); et

G est en dB.

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

$$P_r = P_G + G + 4 \text{ dB} \quad (7b)$$

where

P_r is in dB(pW);

P_G is in dB(pW); and

G is in 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 $\text{dB}(\mu\text{V/m})$;

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.

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 prescription 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 10. 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.

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 $\text{dB}(\mu\text{V/m})$;

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 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 10. 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.

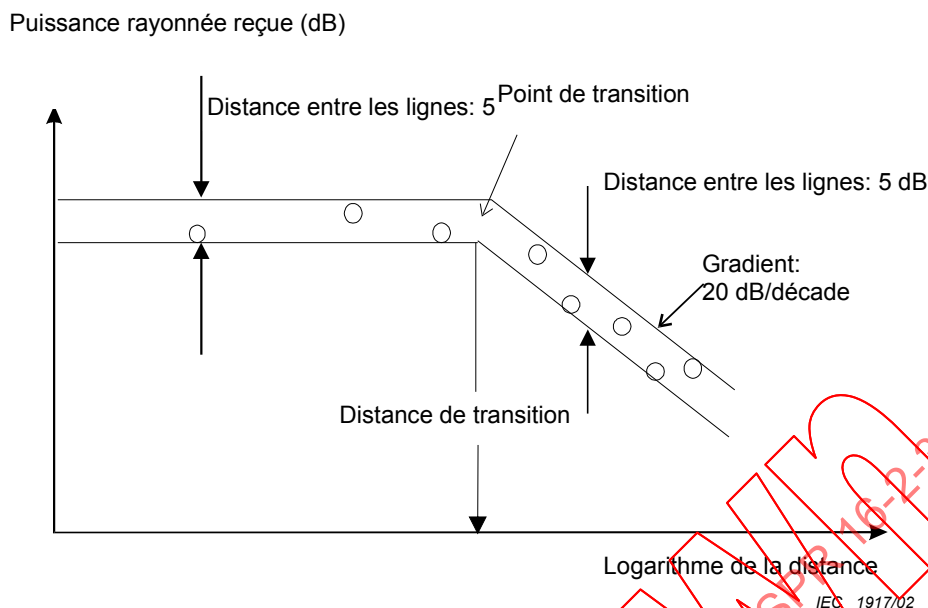


Figure 10 – Détermination de la distance de transition

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 au 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 :

$$P_r = P_G + G \quad (10)$$

où

P_r est en dB(pW);

P_G est en dB(pW); and

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;

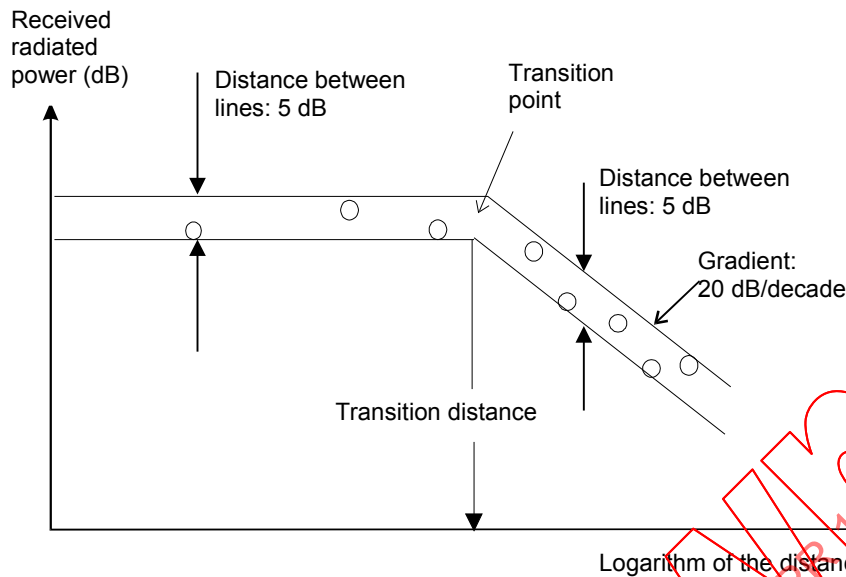


Figure 10 – Determination of the transition distance

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 :

$$P_r = P_G + G \quad (10)$$

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;

- 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 en E.4 de la CISPR 16-1-4. 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 11 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.

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 au paragraphe 5.4 de la CISPR 16-1-4.

- 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. 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 11 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.

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.

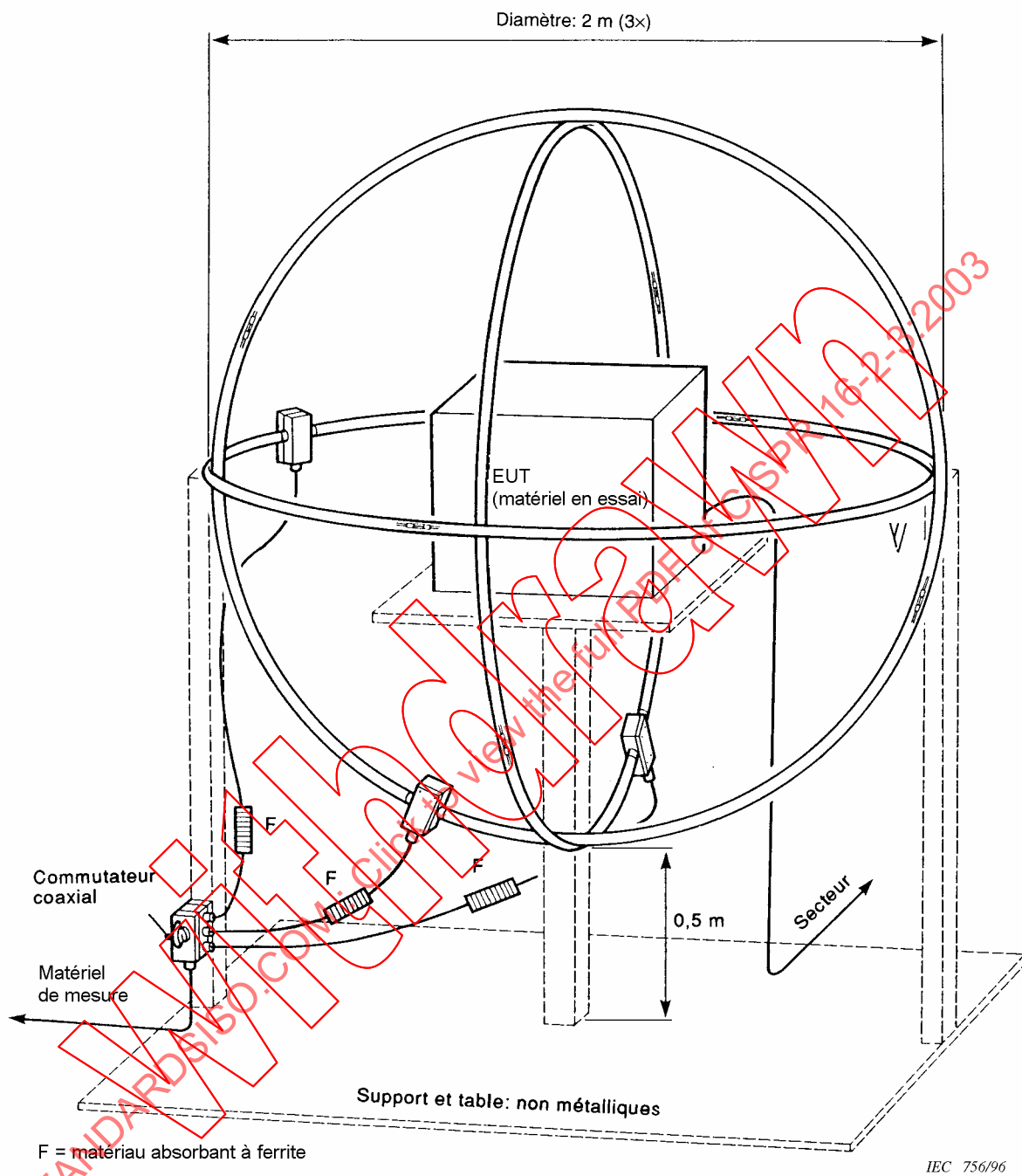
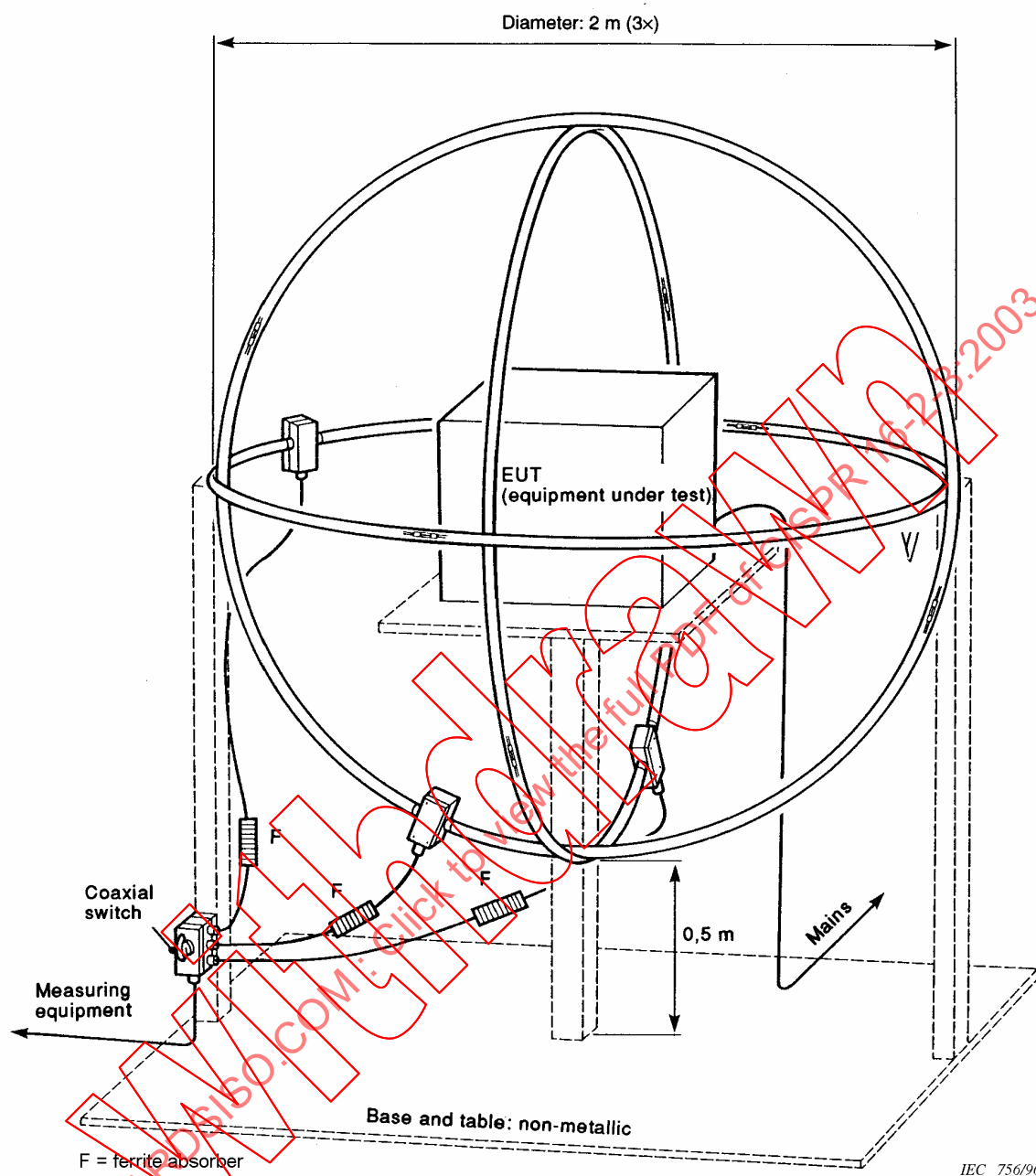


Figure 11 – Principe de mesure des courants induits par un champ magnétique à l'aide du système d'antennes bouclées



IEC 756/96

Figure 11 – 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'annexe J, à l'article B.6 de la CISPR 16-1-2; 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 peut adapter la méthode de mesure de l'appareil en essai 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; 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.

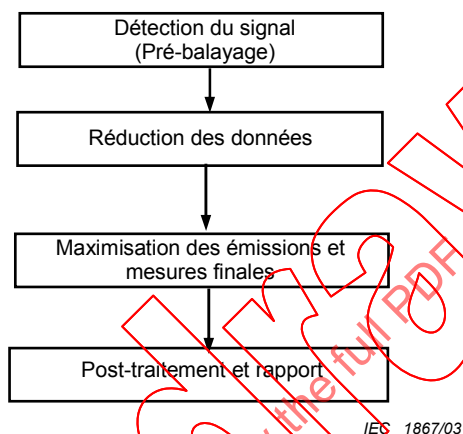
For example, an EUT emission adjacent in frequency to a high level ambient signal may not be measured accurately, if the ambient signal is present during the time of the automated test. A knowledgeable tester, however, is more likely to distinguish between the actual interference and the ambient signal; 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.

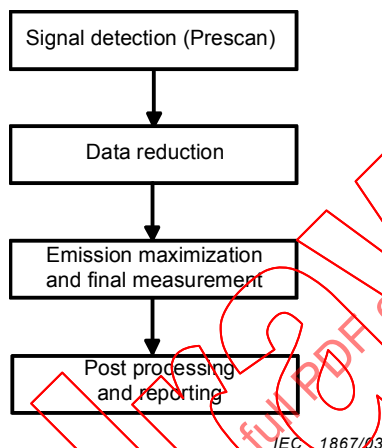
- Détermination du temps de mesure nécessaire

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. Il convient de déterminer d'abord à quelles fréquences l'amplitude de l'émission n'est pas

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 section 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 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

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 2, 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. Si la surface de l'appareil est plus grande que le faisceau de l'antenne, celle-ci doit être déplacée horizontalement et verticalement dans le plan vertical parallèle à celui de l'appareil en essai pour couvrir sa surface (voir 7.3.4.1).

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 1000 MHz the antenna height may be preset to fixed heights given in Table 2, 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. If the EUT surface is wider than the receiving antenna beam, the antenna needs to be moved horizontally and vertically along the vertical plane parallel to the EUT in order to cover the EUT surface (see 7.3.4.1).

Tableau 2 – 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 donc a 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 définissable 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. 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 2 – 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 directional 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 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 prescription, 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 10.6 de la CISPR 22:1997.

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 10.6 of CISPR 22:1997.

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 perturbation 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.

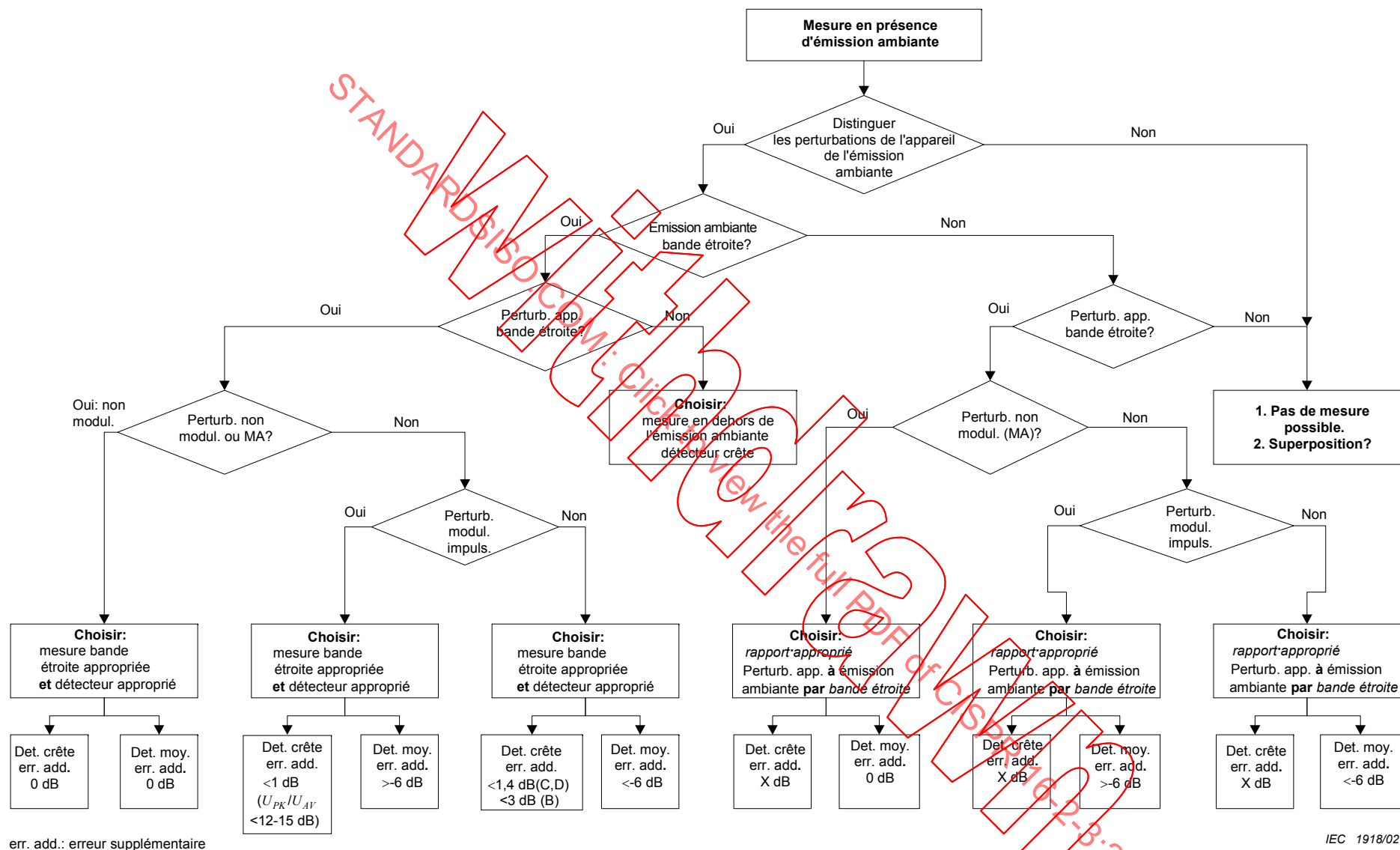


Figure A.1 – Diagramme de sélection des largeurs de bande et des détecteurs et erreurs de mesure estimées dues à cette sélection

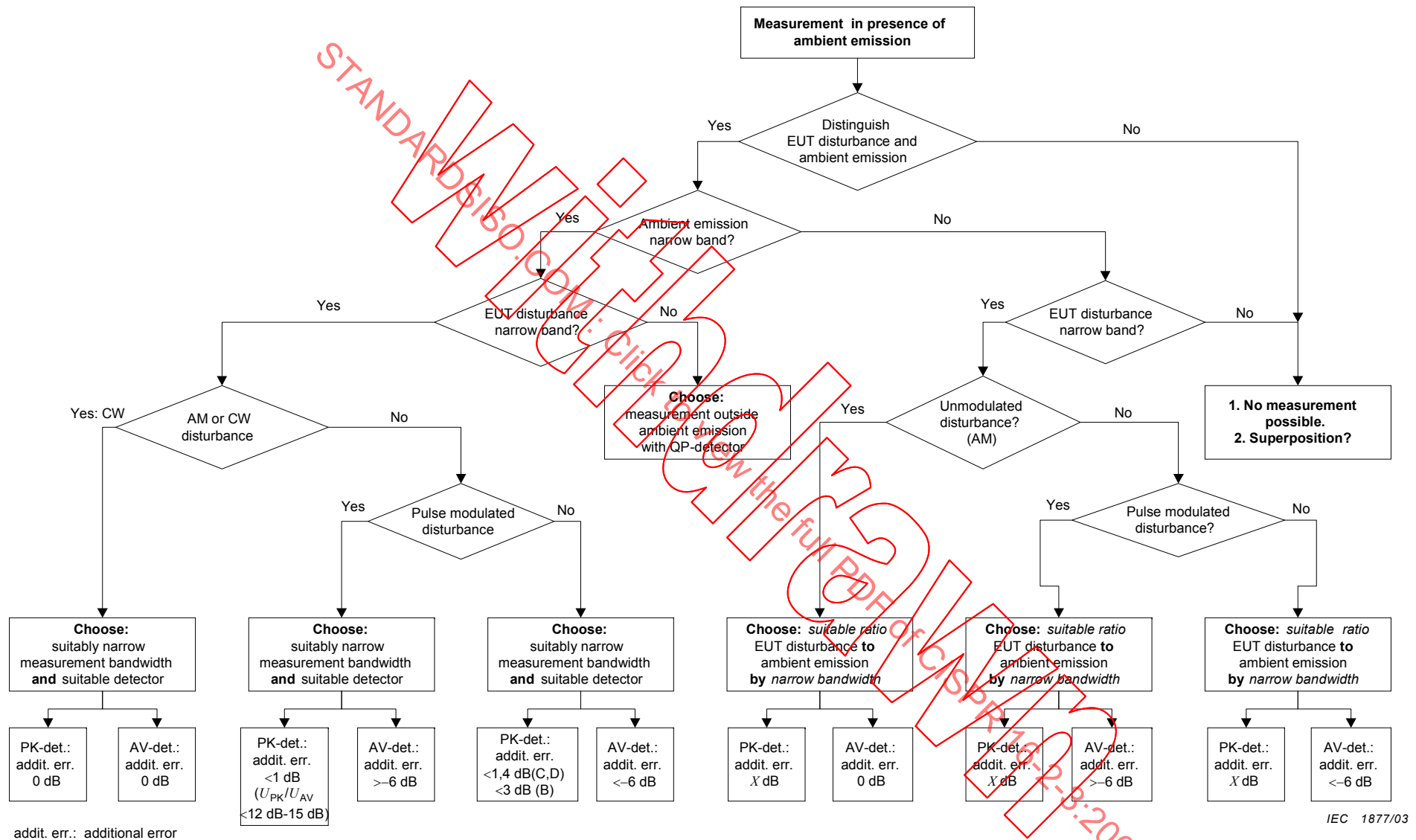


Figure A.1 – Flow diagram for the selection of bandwidths and detectors and the estimated measurement errors due to that selection

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 ce qui est contenu au 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.

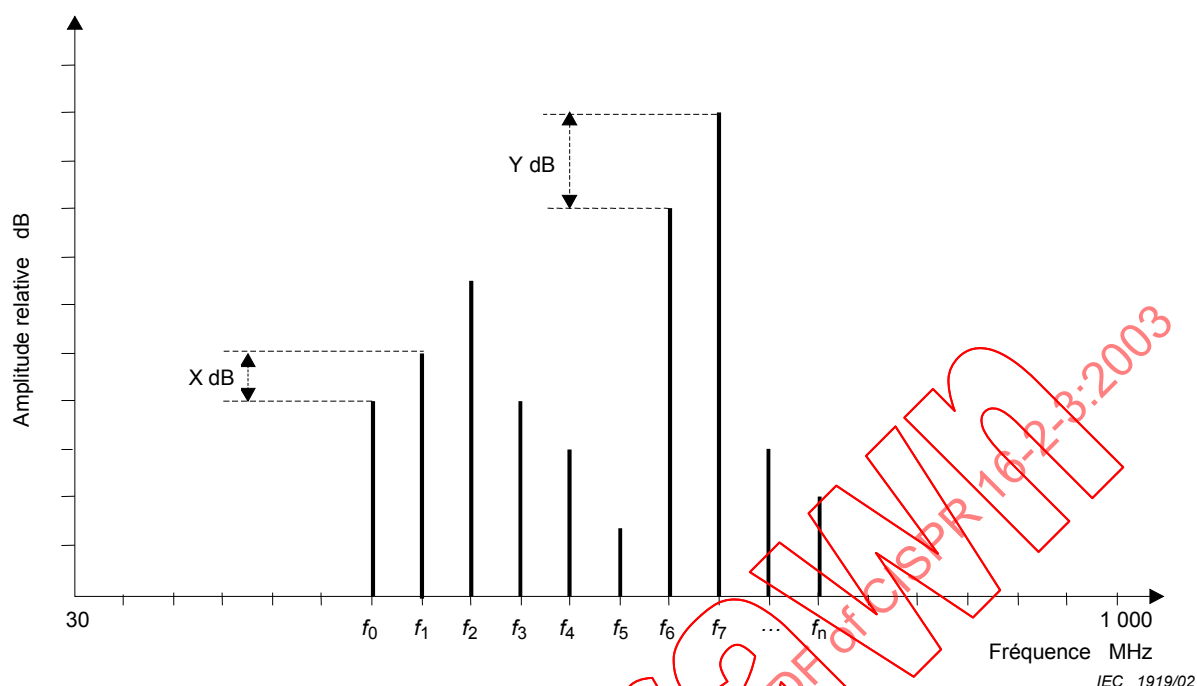


Figure A.2 – Différence relative des amplitudes des émissions adjacentes pendant l'essai préliminaire

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)

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.

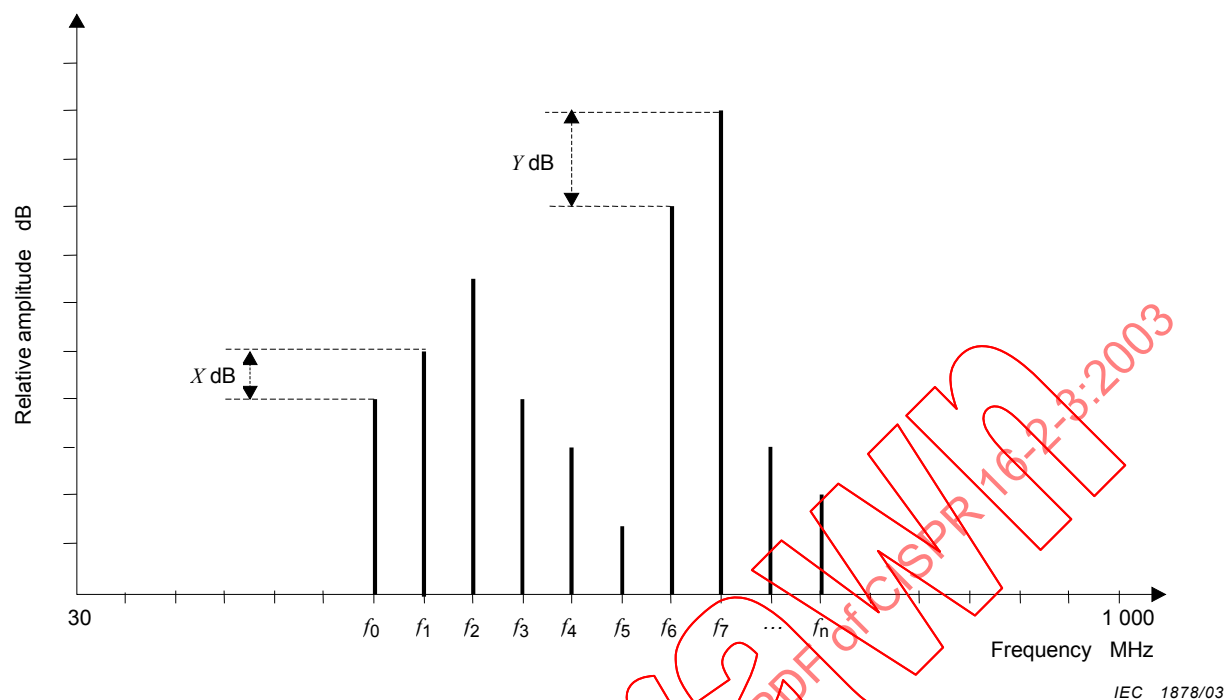


Figure A.2 – Relative difference in adjacent emission amplitudes during preliminary testing

NOTE Generally f_n is n times f_0 which is the EUT fundamental emission frequency (basic clock frequency).

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.

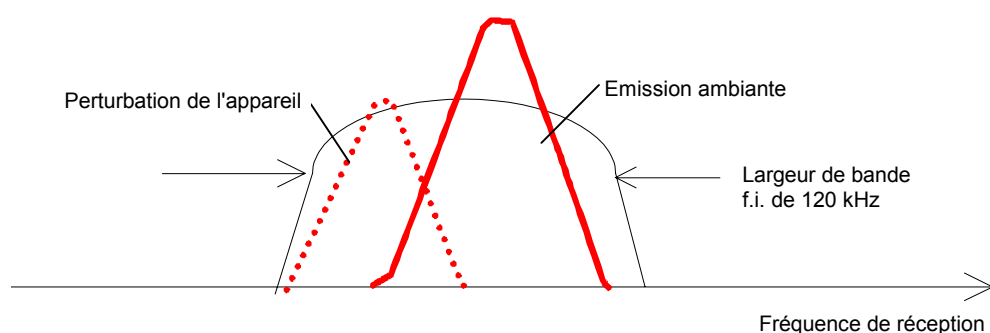


Figure A.3 – Perturbation par un signal non modulé (ligne en pointillés)

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 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.

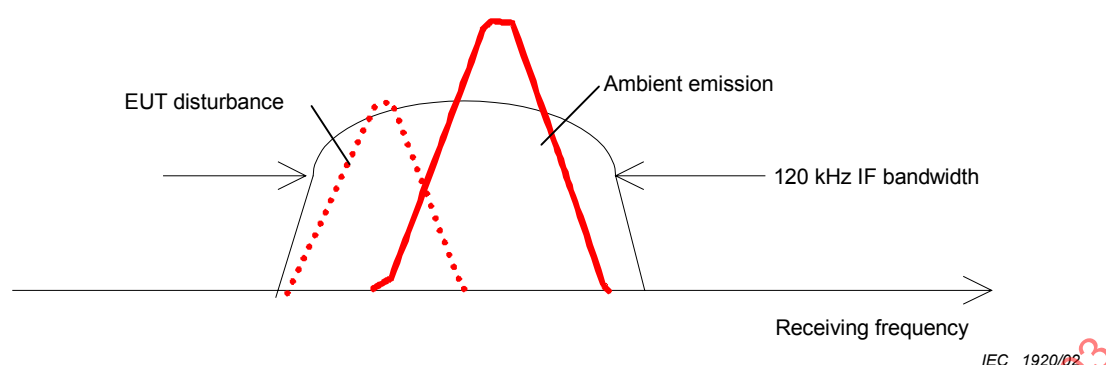


Figure A.3 – Disturbance by an unmodulated signal (dotted line)

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.

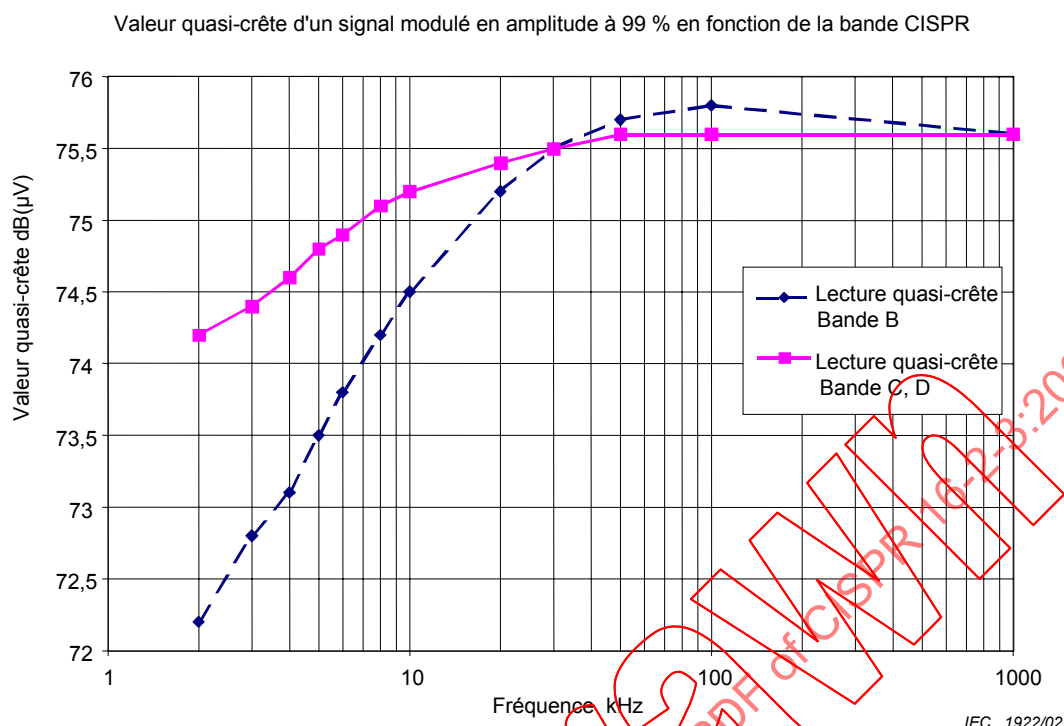


Figure A.5 – Indication d'un signal modulé en amplitude en fonction de la fréquence de modulation avec le détecteur de quasi-crête dans les bandes B, C et D du CISPR

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 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 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 $\tau = 50 \mu\text{s}$, la figure A.6 montre que, pour autant que la différence entre les niveaux crêtes et moyens est inférieure ou égale à 14 dB, l'écart entre les niveaux crêtes et quasi-crêtes est négligeable. Ainsi, la comparaison entre les niveaux crêtes et moyens peut être utilisée pour vérifier la possibilité d'utiliser un détecteur crête.

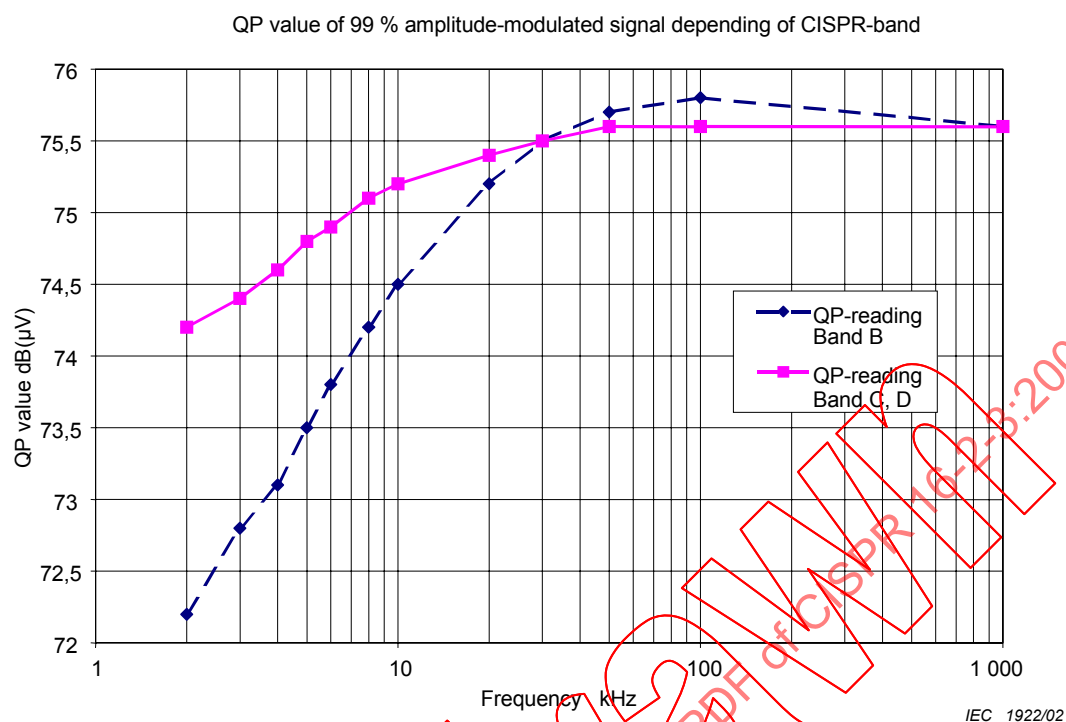


Figure A.5 – Indication of an amplitude-modulated signal as a function of modulation frequency with the QP detector in CISPR bands B, C and D

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.