

COMMISSION
ÉLECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

CISPR
11

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

Edition 4.1
2004-06

Edition 4:2003 consolidée par l'amendement 1:2004
Edition 4:2003 consolidated with amendment 1:2004

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

**Appareils industriels, scientifiques et
médicaux (ISM) à fréquence radioélectrique –
Caractéristiques de perturbations
électromagnétiques –
Limites et méthodes de mesure**

**Industrial, scientific and medical (ISM)
radio-frequency equipment –
Electromagnetic disturbance characteristics –
Limits and methods of measurement**



Numéro de référence
Reference number
CISPR 11:2003+A1:2004

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
11

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

Edition 4.1
2004-06

Edition 4:2003 consolidée par l'amendement 1:2004
Edition 4:2003 consolidated with amendment 1:2004

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

**Appareils industriels, scientifiques et
médicaux (ISM) à fréquence radioélectrique –
Caractéristiques de perturbations
électromagnétiques –
Limites et méthodes de mesure**

**Industrial, scientific and medical (ISM)
radio-frequency equipment –
Electromagnetic disturbance characteristics –
Limits and methods of measurement**

© IEC 2004 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

CJ

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
1 Généralités	12
1.1 Domaine d'application et objet	12
1.2 Références normatives	12
2 Définitions	14
3 Fréquences désignées pour être utilisées par les ISM	16
4 Classification des appareils ISM	16
4.1 Séparation en groupes	18
4.2 Division en classes	18
5 Valeurs limites des perturbations électromagnétiques	18
5.1 Valeurs limites de la tension perturbatrice aux bornes	20
5.2 Valeurs limites du rayonnement électromagnétique perturbateur	24
5.3 Dispositions de protection des services de sécurité	38
5.4 Dispositions pour la protection de certains services radio spécifiques et sensibles	38
6 Exigences générales pour les mesures	38
6.1 Bruit ambiant	40
6.2 Equipement de mesure	40
6.3 Mesure de fréquence	44
6.4 Configuration des appareils en essai	44
6.5 Conditions de charge des appareils en essai	48
7 Dispositions spéciales pour les mesures sur un emplacement d'essai (9 kHz à 1 GHz)	54
7.1 Mesure de la tension perturbatrice aux bornes	54
7.2 Emplacement d'essai de rayonnement dans la bande de 9 kHz à 1 GHz	56
7.3 Autres emplacements d'essai de rayonnement dans la bande de fréquences de 30 MHz à 1 GHz	58
8 Mesures de rayonnement entre 1 GHz et 18 GHz	58
8.1 Disposition de l'appareil en essai	58
8.2 Antenne de réception	58
8.3 Validation et étalonnage de l'emplacement d'essai	60
8.4 Procédé de mesure	60
9 Mesures <i>in situ</i>	60
10 Précautions de sécurité	60
11 Evaluation de la conformité des appareils	62
11.1 Evaluation statistique de la conformité des appareils produits en série	62
11.2 Appareils produits en petite série	62
11.3 Appareils produits individuellement	64
Annexe A (informative) Exemples de classification des appareils	70
Annexe B (informative) Précautions à prendre lors de l'utilisation d'un analyseur de spectre (voir 6.2.1)	72
Annexe C (normative) Mesure du rayonnement électromagnétique perturbateur en présence de signaux provenant d'émetteurs radio	76

CONTENTS

FOREWORD.....	7
1 General	13
1.1 Scope and object.....	13
1.2 Normative references	13
2 Definitions	15
3 Frequencies designated for ISM use	17
4 Classification of ISM equipment	17
4.1 Separation into groups.....	19
4.2 Division into classes	19
5 Limits of electromagnetic disturbances.....	19
5.1 Limits of terminal disturbance voltage	21
5.2 Limits of electromagnetic radiation disturbance	25
5.3 Provisions for protection of safety services	39
5.4 Provisions for protection of specific sensitive radio services	39
6 General measurement requirements	39
6.1 Ambient noise.....	41
6.2 Measuring equipment	41
6.3 Frequency measurement	45
6.4 Configuration of equipment under test.....	45
6.5 Load conditions of equipment under test	49
7 Special provisions for test site measurements (9 kHz to 1 GHz)	55
7.1 Measurement of mains terminal disturbance voltage	55
7.2 Radiation test site for 9 kHz to 1 GHz.....	57
7.3 Alternative radiation test sites for the frequency range 30 MHz to 1 GHz	59
8 Radiation measurements: 1 GHz to 18 GHz	59
8.1 Test arrangement	59
8.2 Receiving antenna	59
8.3 Validation and calibration of test site	61
8.4 Measuring procedure	61
9 Measurement <i>in situ</i>	61
10 Safety precautions	61
11 Assessment of conformity of equipment	63
11.1 Statistical assessment of compliance of series produced equipment.....	63
11.2 Equipment in small-scale production	63
11.3 Equipment produced on an individual basis.....	65
Annex A (informative) Examples of equipment classification	71
Annex B (informative) Precautions to be taken in the use of a spectrum analyzer (see 6.2.1)	73
Annex C (normative) Measurement of electromagnetic radiation disturbance in the presence of signals from radio transmitters.....	77

Annexe D (informative) Propagation des perturbations émanant d'appareils industriels r.f. aux fréquences comprises entre 30 MHz et 300 MHz.....	78
Annexe E (informative) Bandes de services de sécurité	80
Annexe F (informative) Bandes de services sensibles.....	82
Bibliographie	83
Figure 1 – Emplacement d'essai.....	64
Figure 2 – Dimensions minimales du plan de masse métallique	64
Figure 3 – Appareils médicaux (type capacitif): disposition de l'appareil et de la charge fictive (voir 6.5.1.1).....	66
Figure 4 – Dispositif pour la mesure des tensions perturbatrices sur le réseau d'alimentation (voir 6.2.2)	66
Figure 5 – Arbre de décision pour la mesure des émissions entre 1 GHz et 18 GHz des appareils ISM du groupe 2 de classe B fonctionnant à des fréquences supérieures à 400 MHz	68
Figure 6 – Main artificielle, réseau RC (voir 6.2.5)	68
Tableau 1 – Fréquences désignées par l'UIT comme fréquences fondamentales pour les appareils ISM.....	16
Tableau 2a – Limites de tensions perturbatrices aux bornes du réseau d'alimentation pour les appareils de classe A mesurés sur un emplacement d'essai.....	22
Tableau 2b – Limites des tensions perturbatrices aux bornes du réseau pour les appareils de classe B mesurés sur un emplacement d'essai.....	22
Tableau 2c – Limites de la tension perturbatrice aux bornes du réseau pour les appareils de cuisson à induction	24
Tableau 3 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils du groupe 1	26
Tableau 4 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils du groupe 2, classe B, mesurées sur un emplacement d'essai.....	30
Tableau 5a – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils du groupe 2, classe A	32
Tableau 5b – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les matériels UDE et les matériels de soudage à l'arc de classe A mesurés sur un emplacement d'essai.....	34
Tableau 6 – Limites en valeur crête du rayonnement électromagnétique perturbateur des appareils ISM du groupe 2 de classe A et de classe B produisant des perturbations de type continu et fonctionnant à des fréquences supérieures à 400 MHz	36
Tableau 7 – Limites en valeur crête du rayonnement électromagnétique perturbateur des appareils ISM du groupe 2 de classe B produisant des perturbations fluctuantes de type non continu et fonctionnant à des fréquences supérieures à 400 MHz.....	36
Tableau 8 – Limites en valeur pondérée du rayonnement électromagnétique perturbateur des appareils ISM du groupe 2 de classe B fonctionnant à des fréquences supérieures à 400 MHz	36
Tableau 9 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour protéger des services spécifiquement liés à la sécurité, dans des zones particulières	38
Tableau 10 – Facteur k de distribution t non centrale en fonction de la taille n de l'échantillon	62

Annex D (informative) Propagation of interference from industrial r.f. equipment at frequencies between 30 MHz and 300 MHz	79
Annex E (informative) Safety related service bands	81
Annex F (informative) Sensitive service bands	83
Bibliography	85
Figure 1 – Test site	65
Figure 2 – Minimum size of metal ground plane	65
Figure 3 – Disposition of medical (capacitive type) and dummy load (see 6.5.1.1)	67
Figure 4 – Circuit for disturbance voltage measurements on mains supply (see 6.2.2)	67
Figure 5 – Decision tree for the measurement of emissions from 1 GHz to 18 GHz of class B, group 2 ISM equipment operating at frequencies above 400 MHz	69
Figure 6 – Artificial hand, RC element (see 6.2.5)	69
Table 1 – Frequencies designated by ITU for use as fundamental ISM frequencies	17
Table 2a – Mains terminal disturbance voltage limits for class A equipment measured on a test site	23
Table 2b – Mains terminal disturbance voltage limits for class B equipment measured on a test site	23
Table 2c – Mains terminal disturbance voltage for induction cooking appliances	25
Table 3 – Electromagnetic radiation disturbance limits for group 1 equipment	27
Table 4 – Electromagnetic radiation disturbance limits for group 2, class B equipment measured on a test site	31
Table 5a – Electromagnetic radiation disturbance limits for group 2, Class A equipment	33
Table 5b – Electromagnetic radiation disturbance limits for class A EDM and arc welding equipment measured on a test site	35
Table 6 – Electromagnetic radiation disturbance peak limits for group 2, class A and class B ISM equipment producing CW type disturbances and operating at frequencies above 400 MHz	37
Table 7 – Electromagnetic radiation disturbance peak limits for group 2, class B ISM equipment producing fluctuating disturbances other than CW and operating at frequencies above 400 MHz	37
Table 8 – Electromagnetic radiation disturbance weighted limits for group 2, class B ISM equipment operating at frequencies above 400 MHz	37
Table 9 – Limits for electromagnetic radiation disturbances to protect specific safety services in particular areas	39
Table 10 – The non-central t -distribution factor k as a function of the sample size n	63

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES

APPAREILS INDUSTRIELS, SCIENTIFIQUES ET MÉDICAUX (ISM) À FRÉQUENCE RADIOÉLECTRIQUE – CARACTÉRISTIQUES DE PERTURBATIONS ÉLECTROMAGNÉTIQUES – LIMITES ET MÉTHODES DE MESURE

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 11 a été établie par le sous-comité B du CISPR: Perturbations relatives aux appareils industriels, scientifiques et médicaux à fréquences radioélectriques, aux autres appareils de l'industrie lourde, aux lignes à haute tension, aux appareils à haute tension et aux appareils de traction électrique.

Elle a le statut de norme de famille de produits en CEM en accord avec le Guide 107 de la CEI.

La présente version consolidée du CISPR 11 est issue de la quatrième édition (2003) [documents CISPR/B/295/FDIS et CISPR/B/301/RVD] et de son amendement 1 (2004) [documents CISPR/B/324/FDIS et CISPR/B/327/RVD].

Elle porte le numéro d'édition 4.1.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

**INDUSTRIAL, SCIENTIFIC AND MEDICAL (ISM)
RADIO-FREQUENCY EQUIPMENT –
ELECTROMAGNETIC DISTURBANCE CHARACTERISTICS –
LIMITS AND METHODS OF MEASUREMENT**

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 11 has been prepared by CISPR Subcommittee B: Interference relating to industrial, scientific and medical radio-frequency apparatus, to other (heavy) industrial equipment, to overhead power lines, to high voltage equipment and to electric traction.

It has the status of a Product Family EMC standard in accordance with IEC Guide 107.

This consolidated version of CISPR 11 is based on the fourth edition (2003) [documents CISPR/B/295/FDIS and CISPR/B/301/RVD] and its amendment 1 (2004) [documents CISPR/B/324/FDIS and CISPR/B/327/RVD].

It bears the edition number 4.1.

Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par l'amendement 1.

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

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

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

A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendment 1.

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

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

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

Le contenu principal de la présente norme est fondé sur la Recommandation n° 39/2 du CISPR rappelée ci-dessous:

RECOMMANDATION n° 39/2 du CISPR:

**Limites et méthodes de mesure des caractéristiques
de perturbations électromagnétiques des appareils industriels,
scientifiques et médicaux (ISM) à fréquence radioélectrique**

Le CISPR,

CONSIDERANT

- a) que les appareils ISM à fréquence radioélectrique constituent une source importante de perturbations;
- b) que les méthodes de mesure de ces perturbations ont été prescrites par le CISPR;
- c) que certaines fréquences sont désignées par l'Union Internationale des Télécommunications (UIT) pour un rayonnement non limité provenant des appareils ISM,

RECOMMANDE

que la dernière édition du CISPR 11 soit utilisée pour appliquer des limites et méthodes de mesure des caractéristiques des appareils ISM.

The main content of this standard is based on CISPR Recommendation No. 39/2 given below:

RECOMMENDATION No. 39/2

**Limits and methods of measurement of electromagnetic disturbance characteristics
of industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment**

The CISPR

CONSIDERING

- a) that ISM r.f. equipment is an important source of disturbance;
- b) that methods of measuring such disturbances have been prescribed by the CISPR;
- c) that certain frequencies are designated by the International Telecommunication Union (ITU) for unrestricted radiation from ISM equipment,

RECOMMENDS

that the latest edition of CISPR 11 be used for the application of limits and methods of measurement of ISM equipment.

APPAREILS INDUSTRIELS, SCIENTIFIQUES ET MÉDICAUX (ISM) À FRÉQUENCE RADIOÉLECTRIQUE – CARACTÉRISTIQUES DE PERTURBATIONS ÉLECTROMAGNÉTIQUES – LIMITES ET MÉTHODES DE MESURE

1 Généralités

1.1 Domaine d'application et objet

Les limites et méthodes de mesure qui figurent dans la présente Norme internationale s'appliquent aux appareils industriels, scientifiques et médicaux (ISM) tels qu'ils sont définis dans l'Article 2, et aux matériels d'usinage par décharges électriques (UDE) et aux matériels de soudage à l'arc.

NOTE Les limites ont été déterminées sur une base probabiliste en tenant compte des risques de brouillage. En cas de brouillage, il peut être nécessaire de prendre des dispositions complémentaires.

Les procédures sont indiquées pour la mesure des perturbations radioélectriques et leurs valeurs limites sont données dans la bande de fréquences de 9 kHz à 400 GHz.

Les exigences concernant les appareils d'éclairage ISM et les générateurs de rayonnement UV fonctionnant dans les bandes de fréquences ISM, comme définies par le Règlement des radiocommunications de l'UIT, sont spécifiées dans cette norme.

Les exigences concernant les autres types d'appareils d'éclairage sont spécifiées dans le CISPR 15.

1.2 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 15, *Limites et méthodes de mesure des perturbations radioélectriques produites par les appareils électriques d'éclairage et les appareils analogues*

CISPR 16-1:1999, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques*

CISPR 16-2:1996, *Spécifications pour les appareils et méthodes de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité – Partie 2: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité*

CISPR 19, *Lignes directrices relatives à l'utilisation de la méthode de substitution pour la mesure du rayonnement émis par les fours micro-ondes pour des fréquences au-dessus de 1 GHz*

CEI 60050(161), *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique*

CEI 60083, *Prises de courant pour usages domestiques et analogues normalisées par les pays membres de la CEI*

INDUSTRIAL, SCIENTIFIC AND MEDICAL (ISM) RADIO-FREQUENCY EQUIPMENT – ELECTROMAGNETIC DISTURBANCE CHARACTERISTICS – LIMITS AND METHODS OF MEASUREMENT

1 General

1.1 Scope and object

The limits and methods of measurement laid down in this International Standard apply to industrial, scientific and medical (ISM) equipment as defined in Clause 2, and to electro-discharge machining (EDM) and arc welding equipment.

NOTE The limits have been determined on a probabilistic basis taking into account the likelihood of interference. In cases of interference, additional provisions may be required.

Procedures are given for the measurement of radio-frequency disturbances and limits are laid down within the frequency range 9 kHz to 400 GHz.

Requirements for ISM lighting apparatus and UV irradiators operating at frequencies within the ISM frequency bands defined by the ITU Radio Regulations are contained in this standard.

Requirements for other types of lighting apparatus are covered in CISPR 15.

1.2 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 15, *Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of electrical lighting and similar equipment*

CISPR 16-1:1999, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus*

CISPR 16-2:1996, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2: Methods of measurement of disturbances and immunity*

CISPR 19, *Guidance on the use of the substitution method for measurements of radiation from microwave ovens for frequencies above 1 GHz*

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

IEC 60083, *Plugs and sockets outlets for domestic and similar general use standardized in member countries of IEC*

CEI 60705:1999, *Fours micro-ondes à usage domestique – Méthodes de mesure de l'aptitude à la fonction*

CEI 60974–10, *Matériel de soudage à l'arc – Partie 10: Exigences relatives à la compatibilité électromagnétique (CEM)*

CEI 61689, *Ultrasons – Systèmes de physiothérapie – Prescriptions de performance et méthodes de mesure dans la gamme de fréquences de 0,5 MHz à 5 MHz*

2 Définitions

Pour les besoins du présent document, les définitions de la CEI 60050(161) et les définitions suivantes s'appliquent.

2.1

installation ISM

appareil ISM

installation ou appareil conçu pour produire et utiliser, dans un espace réduit, de l'énergie radioélectrique pour des applications industrielles, scientifiques, médicales, domestiques ou similaires, à l'exclusion des applications relevant du domaine des télécommunications et des techniques de l'information et des autres applications couvertes par d'autres publications du CISPR

2.2

rayonnement électromagnétique

1. Processus par lequel une source fournit de l'énergie vers l'espace extérieur sous forme d'ondes électromagnétiques.
2. Energie transportée dans l'espace sous forme d'ondes électromagnétiques.

NOTE Le sens du terme «rayonnement électromagnétique» est quelquefois étendu aux phénomènes d'induction.

[VEI 161-01-10: 1990]

2.3

périmètre de l'appareil en essai

périmètre imaginaire de lignes droites décrivant une configuration géométrique simple qui englobe l'appareil en essai. Tous les câbles d'interconnexion doivent être inclus à l'intérieur de ce périmètre

2.4

claquement

perturbation qui dépasse la limite d'une perturbation continue d'une durée maximale de 200 ms et qui est séparée de la perturbation suivante par un intervalle de temps minimal de 200 ms. Ces deux intervalles de temps se rapportent au niveau de la limite d'une perturbation continue.

Un claquement peut comporter un certain nombre d'impulsions; dans ce cas, la durée correspondante s'étend du début de la première impulsion à la fin de la dernière impulsion.

2.5

matériel d'usinage par décharges électriques (UDE)

tous les composants nécessaires au procédé d'électro-érosion incluant la machine outil, le générateur, les circuits de commande, le réceptacle de fluide de travail et les dispositifs intégrés

2.6

électro-érosion

enlèvement de matière dans un fluide diélectrique de travail par des décharges électriques, réparties dans le temps et distribuées aléatoirement dans l'espace, entre deux électrodes électriquement conductrices (une électrode servant d'outil et l'autre de pièce de travail), avec une maîtrise de l'énergie des décharges

IEC 60705:1999, *Household microwave ovens – Methods for measuring performance*

IEC 60974-10, *Arc welding equipment – Part 10: Electromagnetic compatibility (EMC) requirements*

IEC 61689, *Ultrasonics – Physiotherapy systems – Performance requirements and methods of measurement in the frequency range 0,5 MHz to 5 MHz*

2 Definitions

For the purpose of this document, the definitions of IEC 60050(161) and the following definitions apply.

2.1

ISM equipment

ISM appliance

equipment or appliances designed to generate and/or use locally radio-frequency energy for industrial, scientific, medical, domestic or similar purposes, excluding applications in the field of telecommunications and information technology and other applications covered by other CISPR publications

2.2

electromagnetic radiation

1. The phenomenon by which energy in the form of electromagnetic waves emanates from a source into space.
2. Energy transferred through space in the form of electromagnetic waves.

NOTE By extension, the term "electromagnetic radiation" sometimes also covers induction phenomena.

[IEV 161-01-10: 1990]

2.3

boundary of the equipment under test

imaginary straight line periphery describing a simple geometric configuration encompassing the equipment under test. All interconnecting cables shall be included within this boundary

2.4

click

disturbance which exceeds the limit of continuous disturbance no longer than 200 ms and which is separated from a subsequent disturbance by at least 200 ms. Both intervals are related to the level of the limit of continuous disturbance.

A click may contain a number of impulses, in which case the relevant time is that from the beginning of the first to the end of the last impulse.

2.5

electro-discharge machining (EDM) equipment

all the necessary units for the spark erosion process including the machine tool, the generator, control circuits, the working fluid container and integral devices

2.6

spark erosion

removal of material in a dielectric working fluid by electro-discharges, which are separated in time and randomly distributed in space, between two electrically conductive electrodes (the tool electrode and the work piece electrode), and where the energy in the discharge is controlled

2.7

matériel de soudage à l'arc

matériel destiné à appliquer un courant et une tension et ayant les caractéristiques nécessaires pour le soudage à l'arc et les processus associés

2.8

soudage à l'arc

soudage par fusion dans lequel la chaleur pour le soudage est obtenue par un ou des arcs électriques

3 Fréquences désignées pour être utilisées par les ISM

L'Union Internationale des Télécommunications (UIT) a désigné certaines fréquences comme fréquences fondamentales pour les appareils ISM. Ces fréquences sont énumérées au Tableau 1.

NOTE Dans certains pays, des fréquences différentes ou supplémentaires peuvent être désignées pour une utilisation par les appareils ISM.

Tableau 1 – Fréquences désignées par l'UIT comme fréquences fondamentales pour les appareils ISM

Fréquence centrale MHz	Gamme de fréquences MHz	Limite maximale de rayonnement ^b	Numéro de la note de bas de page du tableau des allocations de fréquences du Règlement des Radio- communications de l'UIT ^a
6,780	6,765–6,795	A l'étude	S5.138
13,560	13,553–13,567	Sans restriction	S5.150
27,120	26,957–27,283	Sans restriction	S5.150
40,680	40,66–40,70	Sans restriction	S5.150
433,920	433,05–434,79	A l'étude	S5.138 en Région 1, sauf pour les pays mentionnés en S5.280
915,000	902–928	Sans restriction	S5.150 en Région 2 seulement
2 450	2 400–2 500	Sans restriction	S5.150
5 800	5 725–5 875	Sans restriction	S5.150
24 125	24 000–24 250	Sans restriction	S5.150
61 250	61 000–61 500	A l'étude	S5.138
122 500	122 000–123 000	A l'étude	S5.138
245 000	244 000–246 000	A l'étude	S5.138
^a La résolution n° 63 du Règlement des Radiocommunications de l'UIT est applicable.			
^b L'expression «sans restriction» s'applique aux fréquences fondamentales et à toutes les autres composantes de fréquence comprises dans la bande désignée.			

4 Classification des appareils ISM

Le fabricant et/ou le fournisseur de l'appareil ISM doit s'assurer que l'utilisateur est informé de la classe et du groupe de l'appareil, soit par un marquage soit par la documentation accompagnant l'appareil. Dans les deux cas, le fabricant et/ou le fournisseur doit expliquer dans la documentation accompagnant l'appareil la signification de la classe et du groupe.

NOTE Voir l'Annexe A pour des exemples de classification des appareils ISM.

2.7**arc welding equipment**

equipment for applying current and voltage and having the required characteristics suitable for arc welding and allied processes

2.8**arc welding**

fusion welding in which the heat for welding is obtained from an electric arc or arcs

3 Frequencies designated for ISM use

Certain frequencies are designated by the International Telecommunication Union (ITU) for use as fundamental frequencies for ISM equipment. These frequencies are listed in Table 1.

NOTE In individual countries different or additional frequencies may be designated for use by ISM equipment.

Table 1 – Frequencies designated by ITU for use as fundamental ISM frequencies

Centre frequency MHz	Frequency range MHz	Maximum radiation limit ^b	Number of appropriate footnote to the table of frequency allocation of the ITU Radio Regulations ^a
6,780	6,765 – 6,795	Under consideration	S5.138
13,560	13,553 – 13,567	Unrestricted	S5.150
27,120	26,957 – 27,283	Unrestricted	S5.150
40,680	40,66 – 40,70	Unrestricted	S5.150
433,920	433,05 – 434,79	Under consideration	S5.138 in Region 1, except countries mentioned in S5.280
915,000	902 – 928	Unrestricted	S5.150 in Region 2 only
2 450	2 400 – 2 500	Unrestricted	S5.150
5 800	5 725 – 5 875	Unrestricted	S5.150
24 125	24 000 – 24 250	Unrestricted	S5.150
61 250	61 000 – 61 500	Under consideration	S5.138
122 500	122 000 – 123 000	Under consideration	S5.138
245 000	244 000 – 246 000	Under consideration	S5.138
^a Resolution No. 63 of the ITU Radio Regulations applies.			
^b The term “unrestricted” applies to the fundamental and all other frequency components falling within the designated band.			

4 Classification of ISM equipment

The manufacturer and/or supplier of ISM equipment shall ensure that the user is informed about the class and group of the equipment, either by labelling or by the accompanying documentation. In both cases the manufacturer/supplier shall explain the meaning of both the class and the group in the documentation accompanying the equipment.

NOTE See Annex A for examples of the classification of ISM equipment.

4.1 Séparation en groupes

Appareils ISM du groupe 1: le groupe 1 réunit tous les appareils ISM dans lesquels de l'énergie à fréquence radioélectrique couplée par conduction est produite ou utilisée intentionnellement parce qu'elle est nécessaire au fonctionnement interne de l'appareil proprement dit.

Appareils ISM du groupe 2: le groupe 2 réunit tous les appareils ISM dans lesquels de l'énergie à fréquence radioélectrique est produite ou utilisée intentionnellement sous forme de rayonnement électromagnétique pour le traitement de la matière ainsi que les matériels d'usinage par décharges électriques et les matériels de soudage à l'arc.

Les limites et les exigences de mesure de cette norme ne s'appliquent pas aux composants et aux sous-ensembles qui ne sont pas prévus pour réaliser une fonction ISM par eux-mêmes.

4.2 Division en classes

Les appareils de classe A sont les appareils prévus pour être utilisés dans tous les établissements autres que les locaux domestiques et autres que ceux qui sont connectés directement à un réseau de distribution d'électricité à basse tension alimentant des bâtiments à usage domestique.

Les appareils de classe A doivent respecter les limites de la classe A.

NOTE 1 L'utilisation d'appareils qui ne sont pas conformes aux limites de la classe A mais qui ne provoquent pas de dégradation inacceptable des services de radiocommunication peut être autorisée à titre individuel par l'administration nationale compétente.

NOTE 2 Bien que les limites de la classe A aient été établies pour les établissements industriels et commerciaux, les administrations peuvent autoriser, avec les mesures complémentaires nécessaires, l'installation et l'emploi d'appareils ISM de classe A dans un local domestique ou dans un établissement connecté directement aux réseaux de distribution d'électricité à usage domestique.

Les appareils de classe B sont les appareils prévus pour être utilisés dans les locaux domestiques et dans les établissements raccordés directement à un réseau de distribution d'électricité à basse tension alimentant des bâtiments à usage domestique.

Les appareils de classe B doivent respecter les limites de la classe B.

5 Valeurs limites des perturbations électromagnétiques

Les appareils ISM de classe A peuvent être mesurés soit sur un emplacement d'essai, soit *in situ*, selon la préférence du constructeur.

NOTE En fonction de la taille de l'appareil, de sa complexité ou de ses conditions de fonctionnement, il peut arriver qu'il soit nécessaire de mesurer certains appareils ISM *in situ* pour démontrer la conformité aux limites de perturbations rayonnées spécifiées dans la présente norme.

Les appareils ISM de classe B doivent être mesurés sur l'emplacement d'essai.

Des limites sont à l'étude pour:

- le matériel de soudage à l'arc des goujons et les systèmes d'amorçage et de stabilisation d'arc pour le soudage à l'arc;
- les appareils de radiologie;
- les appareils à fréquence radioélectrique de diathermie chirurgicale.

Les valeurs limites indiquées dans les Tableaux 2 à 9 sont applicables à toutes les perturbations électromagnétiques de toutes fréquences non exemptées conformément aux dispositions du Tableau 1.

4.1 Separation into groups

Group 1 ISM equipment: group 1 contains all ISM equipment in which there is intentionally generated and/or used conductively coupled radio-frequency energy which is necessary for the internal functioning of the equipment itself.

Group 2 ISM equipment: group 2 contains all ISM equipment in which radio-frequency energy is intentionally generated and/or used in the form of electromagnetic radiation for the treatment of material, and EDM and arc welding equipment.

Excluded from the testing requirements and limits of this standard are components and subassemblies not intended to perform any stand-alone ISM function.

4.2 Division into classes

Class A equipment is equipment suitable for use in all establishments other than domestic and those directly connected to a low voltage power supply network which supplies buildings used for domestic purposes.

Class A equipment shall meet class A limits.

NOTE 1 Operation of equipment which does not meet the class A limits but does not result in unacceptable degradation of radio services may be sanctioned on a case-by-case basis by the competent national authority.

NOTE 2 Although class A limits have been derived for industrial and commercial establishments, administrations may allow, with whatever additional measures are necessary, the installation and use of class A ISM equipment in a domestic establishment or in an establishment connected directly to domestic electricity power supplies.

Class B equipment is equipment suitable for use in domestic establishments and in establishments directly connected to a low voltage power supply network which supplies buildings used for domestic purposes.

Class B equipment shall meet class B limits.

5 Limits of electromagnetic disturbances

Class A ISM equipment may be measured either on a test site or *in situ* as preferred by the manufacturer.

NOTE Due to size, complexity or operating conditions some ISM equipment may have to be measured *in situ* in order to show compliance with the radiation disturbance limits specified herein.

Class B ISM equipment shall be measured on a test site.

Limits are under consideration for:

- arc stud welding equipment and arc striking and stabilizing devices for arc welding;
- radiology equipment;
- radio-frequency surgical diathermy equipment.

The limits given in Tables 2 to 9 are applicable to all electromagnetic disturbances at all frequencies not exempted according to Table 1.

La limite inférieure doit être appliquée à toutes les fréquences de transition.

Pour les appareils d'éclairage ISM fonctionnant dans les bandes de fréquences ISM de 2,45 GHz et 5,8 GHz (et 915 MHz en Région 2 comme cela est défini dans le Règlement des radiocommunications de l'UIT) les limites applicables sont celles des appareils ISM de classe B, groupe 2.

5.1 Valeurs limites de la tension perturbatrice aux bornes

L'appareil en essai doit satisfaire:

- a) soit à la fois à la limite en valeur moyenne spécifiée pour les mesures faites avec un récepteur à détecteur de valeur moyenne et à la limite de quasi-crête spécifiée pour les mesures faites avec un détecteur de quasi-crête (voir 6.2);
- b) soit à la limite en valeur moyenne quand on utilise un récepteur à détecteur de quasi-crête (voir 6.2).

Les limites de tension perturbatrice pour les lignes transportant des signaux sont à l'étude.

5.1.1 Bande de fréquences comprise entre 9 kHz et 150 kHz

Les limites pour les tensions perturbatrices aux bornes du réseau d'alimentation dans la bande de fréquences comprise entre 9 kHz et 150 kHz sont à l'étude, sauf pour les appareils de cuisson à induction.

Pour les appareils ISM du groupe 2, classe A mesuré *in situ*, aucune limite ne s'applique, sauf spécification contraire dans la présente norme.

5.1.2 Bande de fréquences comprise entre 150 kHz et 30 MHz

5.1.2.1 Perturbation continue

Les limites pour les tensions perturbatrices aux bornes du réseau d'alimentation, dans la bande de fréquences comprise entre 150 kHz et 30 MHz, pour les appareils mesurés sur un emplacement d'essai utilisant le réseau 50 Ω /50 μ H du CISPR ou la sonde de tension du CISPR (voir 6.2.3 et Figure 4) sont indiquées dans les Tableaux 2a et 2b, à l'exception des bandes de fréquences désignées par l'UIT et spécifiées dans le Tableau 1 pour lesquelles les limites de tensions perturbatrices sont à l'étude.

Pour les appareils ISM du groupe 2, classe A mesuré *in situ*, aucune limite ne s'applique, sauf spécification contraire dans la présente norme.

The lower limit shall apply at all transition frequencies.

For ISM lighting devices operating in the ISM frequency bands 2,45 GHz and 5,8 GHz (and 915 MHz for Region 2 as defined by the ITU Radio Regulations), the limits to be applied are those for class B, group 2 ISM equipment.

5.1 Limits of terminal disturbance voltage

The equipment under test shall meet either:

- a) both the average limit specified for measurements with an average detector receiver and the quasi-peak limit specified for measurements with a quasi-peak detector (see 6.2); or
- b) the average limit when using a quasi-peak detector receiver (see 6.2).

Limits for signal line disturbance voltage are under consideration.

5.1.1 Frequency band 9 kHz to 150 kHz

Limits for mains terminal disturbance voltages in the frequency band 9 kHz to 150 kHz are under consideration, except for induction cooking appliances.

For class A, group 2 ISM equipment *in situ*, no limits apply unless otherwise specified in this standard.

5.1.2 Frequency band 150 kHz to 30 MHz

5.1.2.1 Continuous disturbance

Limits for mains terminal disturbance voltages in the frequency band 150 kHz to 30 MHz for equipment measured on a test site using the 50 Ω /50 μ H CISPR network or the CISPR voltage probe (see 6.2.3 and Figure 4) are given in Tables 2a and 2b, except for the ITU designated frequency bands listed in Table 1 for which the mains terminal disturbance voltage limits are under consideration.

For class A, group 2 ISM equipment *in situ*, no limits apply unless otherwise specified in this standard.

Tableau 2a – Limites de tensions perturbatrices aux bornes du réseau d'alimentation pour les appareils de classe A mesurés sur un emplacement d'essai

Bande de fréquences MHz	Limites pour les appareils de classe A dB(μV)					
	Groupe 1		Groupe 2		Groupe 2 ^a	
	En quasi-crête	En valeur moyenne	En quasi-crête	En valeur moyenne	En quasi-crête	En valeur moyenne
0,15 – 0,50	79	66	100	90	130	120
0,50 – 5	73	60	86	76	125	115
5 – 30	73	60	90 Décroissant linéairement avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 70	80 60	115	105
NOTE Il y a lieu de prendre les précautions nécessaires pour se conformer aux prescriptions concernant les courants de fuite.						
^a Appareil dont les courants d'alimentation sont supérieurs à 100 A par phase quand on utilise la sonde de tension CISPR ou un réseau en V approprié (RISL ou AMN).						

Pour les matériels UDE et les matériels de soudage à l'arc de classe A mesurés sur un emplacement d'essai, les limites de tensions perturbatrices du Tableau 2a s'appliquent.

Avertissement: Les appareils de classe A sont destinés à être utilisés en environnement industriel. Dans la documentation pour l'utilisateur, on doit inclure une indication attirant l'attention sur le fait qu'il peut y avoir des difficultés potentielles pour assurer la compatibilité électromagnétique dans d'autres environnements, du fait des perturbations conduites et rayonnées.

Tableau 2b – Limites des tensions perturbatrices aux bornes du réseau pour les appareils de classe B mesurés sur un emplacement d'essai

Limites pour les appareils de classe B dB(μV)		
Bande de fréquences MHz	Groupes 1 et 2	
	En quasi-crête	En valeur moyenne
0,15 – 0,50	66 Décroissant linéairement avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 56	56 Décroissant linéairement avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 46
0,50 – 5	56	46
5 – 30	60	50
NOTE Il y a lieu de prendre les précautions nécessaires pour se conformer aux prescriptions concernant les courants de fuite.		

Pour les matériels de soudage à l'arc de classe B mesurés sur un emplacement d'essai, les limites des tensions perturbatrices aux bornes du réseau du Tableau 2b s'appliquent.

**Table 2a – Mains terminal disturbance voltage limits
for class A equipment measured on a test site**

Frequency band MHz	Class A equipment limits dB(μV)					
	Group 1		Group 2		Group 2 ^a	
	Quasi-peak	Average	Quasi-peak	Average	Quasi-peak	Average
0,15 – 0,50	79	66	100	90	130	120
0,50 – 5	73	60	86	76	125	115
5 – 30	73	60	90 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 70	80 60	115	105
NOTE Care should be taken to comply with leakage current requirements.						
a Mains supply currents in excess of 100 A per phase when using the CISPR voltage probe or a suitable V-network (LISN or AMN).						

For class A EDM and arc welding equipment measured on a test site, the mains terminal disturbance voltage limits of Table 2a apply.

Warning: Class A equipment is intended for use in an industrial environment. In the documentation for the user, a statement shall be included drawing attention to the fact that there may be potential difficulties in ensuring electromagnetic compatibility in other environments, due to conducted as well as radiated disturbances.

**Table 2b – Mains terminal disturbance voltage limits
for class B equipment measured on a test site**

Class B equipment limits dB(μV)		
Frequency band MHz	Groups 1 and 2	
	Quasi-peak	Average
0,15 – 0,50	66 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 56	56 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 46
0,50 – 5	56	46
5 – 30	60	50
NOTE Care should be taken to comply with leakage current requirements.		

For class B arc welding equipment measured on a test site, the mains terminal disturbance voltage limits of Table 2b apply.

5.1.2.2 Appareils de cuisson à induction pour usage domestique ou commercial

Pour les appareils de cuisson à induction pour usage domestique ou commercial (appareils du groupe 2 de classe B), les limites du Tableau 2c s'appliquent.

Tableau 2c – Limites de la tension perturbatrice aux bornes du réseau pour les appareils de cuisson à induction

Bande de fréquences MHz	Limites pour les appareils de cuisson à induction dB(μV)	
	Quasi-crête	Valeur moyenne
0,009 à 0,050	110	–
0,050 à 0,1485	90 Décroissant linéairement avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 80	
0,1485 à 0,50	66 Décroissant linéairement avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 56	56 Décroissant linéairement avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 46
0,50 à 5	56	46
5 à 30	60	50
NOTE Les limites de la tension perturbatrice aux bornes du réseau pour les systèmes de tension assignée égale à 100/110 V sont à l'étude.		

5.1.2.3 Perturbation discontinue

Pour les générateurs de rayons X utilisés pour le diagnostic et fonctionnant de façon intermittente, la limite pour les claquements doit être la limite en quasi-crête, donnée dans les Tableaux 2a et 2b pour la limite des perturbations continues, augmentée de 20 dB.

5.1.3 Bande de fréquences supérieure à 30 MHz

Il n'est pas spécifié de limites pour la tension perturbatrice aux bornes au-dessus de 30 MHz.

5.2 Valeurs limites du rayonnement électromagnétique perturbateur

Les appareils et les méthodes de mesure sont spécifiés aux Articles 6, 7 et 8. Les appareils en essai doivent respecter les limites quand on utilise un appareil de mesure à détecteur de quasi-crête.

Au-dessous de 30 MHz, les limites s'appliquent à la composante magnétique du rayonnement électromagnétique perturbateur. Entre 30 MHz et 1 GHz, les limites s'appliquent à la composante électrique du rayonnement électromagnétique perturbateur. Au-dessus de 1 GHz, les limites s'appliquent à la puissance du rayonnement électromagnétique perturbateur.

5.2.1 Bande de fréquences comprise entre 9 kHz et 150 kHz

Les limites pour le rayonnement électromagnétique perturbateur dans la bande de fréquences comprise entre 9 kHz et 150 kHz sont à l'étude, sauf pour les appareils de cuisson à induction.

5.1.2.2 Induction cooking appliances for domestic or commercial use

For induction cooking appliances for domestic or for commercial use (group 2 class B equipment), the limits of Table 2c apply.

Table 2c – Mains terminal disturbance voltage for induction cooking appliances

Frequency range MHz	Induction cooking appliance limits dB(μV)	
	Quasi-peak	Average
0,009 to 0,050	110	–
0,050 to 0,1485	90 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 80	
0,1485 to 0,50	66 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 56	56 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 46
0,50 to 5	56	46
5 to 30	60	50
NOTE The mains terminal disturbance voltage limits for a 100/110 V rated system are under consideration.		

5.1.2.3 Discontinuous disturbance

For diagnostic X-ray generators, operating in intermittent mode, the limit for clicks shall be the quasi-peak limit, as formulated in Table 2a or Table 2b for continuous disturbance, increased by 20 dB.

5.1.3 Frequency band above 30 MHz

No limits are specified for terminal disturbance voltage above 30 MHz.

5.2 Limits of electromagnetic radiation disturbance

Measuring apparatus and methods of measurement are specified in Clauses 6, 7 and 8. The equipment under test shall meet the limits when using a measuring instrument with a quasi-peak detector.

Below 30 MHz the limits refer to the magnetic component of the electromagnetic radiation disturbance. Between 30 MHz and 1 GHz the limits refer to the electric field strength component of the electromagnetic radiation disturbance. Above 1 GHz the limits refer to the power of the electromagnetic radiation disturbance.

5.2.1 Frequency band 9 kHz to 150 kHz

Limits for electromagnetic radiation disturbance in the frequency band 9 kHz to 150 kHz are under consideration, except for induction cooking appliances.

5.2.2 Bande de fréquences comprise entre 150 kHz et 1 GHz

Sauf pour les bandes de fréquences désignées qui sont indiquées au Tableau 1, les valeurs limites du rayonnement électromagnétique perturbateur dans la bande de fréquences comprise entre 150 kHz et 1 GHz pour les appareils de groupe 1, classes A et B sont spécifiées dans le Tableau 3, pour les appareils du groupe 2, classe B, dans le Tableau 4, pour les appareils du groupe 2, classe A dans le Tableau 5a et pour les matériels UDE et les matériels de soudage à l'arc de classe A dans le Tableau 5b. Pour les appareils de cuisson à induction du groupe 2, classe B, les limites sont spécifiées dans les Tableaux 3a et 3b. Des dispositions spéciales pour la protection de services spécifiquement liés à la sécurité sont données en 5.3 et dans le Tableau 9.

Dans certaines circonstances (voir 7.2.3), les appareils du groupe 2, classe A, peuvent être mesurés sur un emplacement d'essai à des distances comprises entre 10 m et 30 m et les appareils du groupe 1 ou du groupe 2, classe B, à des distances comprises entre 3 m et 10 m. En cas de contestation, les appareils du groupe 2, classe A, doivent être mesurés à une distance de 30 m; les appareils du groupe 1 ou du groupe 2, classe B (ainsi que les appareils du groupe 1, classe A) doivent être mesurés à une distance de 10 m.

Tableau 3 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils du groupe 1

Bande de fréquences	Mesuré sur un emplacement d'essai		Mesuré <i>in situ</i>
	Groupe 1, classe A Distance de mesure 10 m	Groupe 1, classe B Distance de mesure 10 m	Groupe 1, classe A mesuré à une distance de 30 m à partir du mur extérieur du bâtiment dans lequel se trouve l'appareil
MHz	$\text{dB}(\mu\text{V/m})$	$\text{dB}(\mu\text{V/m})$	$\text{dB}(\mu\text{V/m})$
0,15 – 30	A l'étude	A l'étude	A l'étude
30 – 230	40	30	30
230 – 1 000	47	37	37

NOTE Pour les appareils de groupe 1, classes A et B, destinés à être installés de façon permanente dans des emplacements blindés pour les rayons X, une augmentation de 12 dB des limites des perturbations électromagnétiques rayonnées, pour les essais effectués sur un emplacement d'essai, est autorisée.

Il convient que de tels appareils qui ne respectent pas les limites du Tableau 3 portent une étiquette indiquant «classe A + 12» ou «classe B + 12». Il convient que les instructions d'installation comportent l'avertissement suivant:

«Avertissement: Il est autorisé d'installer cet appareil dans des locaux protégés contre les rayons X qui apportent une atténuation d'au moins 12 dB pour les perturbations radioélectriques dans la bande de 30 MHz à 1 GHz.»

5.2.2 Frequency band 150 kHz to 1 GHz

Except for the designated frequency range listed in Table 1, the electromagnetic radiation disturbance limits for the frequency band 150 kHz to 1 GHz for group 1, classes A and B equipment are specified in Table 3; for group 2 class B equipment in Table 4; for group 2 class A equipment in Table 5a and for class A EDM and arc welding equipment in Table 5b. For induction cooking appliances falling within group 2 class, the limits are specified in Tables 3a and 3b. Special provisions for the protection of specific safety services are given in 5.3 and Table 9.

In certain circumstances (see 7.2.3), class A, group 2 equipment may be measured on a test site at distances between 10 m and 30 m, and class B, group 1 or 2 equipment at distances between 3 m and 10 m. In case of dispute class A, group 2 equipment shall be measured at a distance of 30 m; class B, group 1 or group 2 equipment (as well as class A, group 1 equipment) shall be measured at a distance of 10 m.

Table 3 – Electromagnetic radiation disturbance limits for group 1 equipment

Frequency band	Measured on a test site		Measured <i>in situ</i>
	Group 1, class A 10 m measurement distance	Group 1, class B 10 m measurement distance	Group 1, class A Limits with measuring distance 30 m from exterior wall outside the building in which the equipment is situated
MHz	dB(μV/m)	dB(μV/m)	dB(μV/m)
0,15 – 30	Under consideration	Under consideration	Under consideration
30 – 230	40	30	30
230 – 1 000	47	37	37

NOTE For group 1, classes A and B equipment, intended to be permanently installed in X-ray shielded locations, an increase in the electromagnetic radiation disturbance limits of 12 dB for tests conducted on a test site is allowed.

Such equipment which does not meet the Table 3 limits is labelled as “Class A + 12” or “Class B + 12”. The installation instructions should contain the following warning:

“Warning: This equipment is allowed to be installed only in X-ray protected rooms, which provide an attenuation of at least 12 dB for radio disturbances from 30 MHz to 1 GHz.”

Tableau 3a – Limites du courant induit par le champ magnétique dans une antenne cadre de 2 m placée autour de l'appareil en essai

Bande de fréquences MHz	Limites en dB(μA) Valeur quasi-crête	
	Composante horizontale	Composante verticale
0,009 à 0,070	88	106
0,070 à 0,1485	88 Décroissant linéairement avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 58	106 Décroissant linéairement avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 76
0,1485 à 30	58 Décroissant linéairement avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 22	76 Décroissant linéairement avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 40
NOTE Les limites du Tableau 3a s'appliquent aux appareils de cuisson à induction pour usage domestique, dont la dimension de la diagonale est inférieure à 1,6 m. La mesure est effectuée en utilisant la méthode de la «boucle de Van Veen» décrite en 2.6.5 du CISPR 16-2.		

Tableau 3b – Limites du champ magnétique

Bande de fréquences MHz	Limites en dB(μA/m) à une distance de 3 m Valeur quasi-crête
0,009 à 0,070	69
0,070 à 0,1485	69 Décroissant linéairement avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 39
0,1485 à 4,0	39 Décroissant linéairement avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 3
4,0 à 30	3
NOTE Les limites du Tableau 3b s'appliquent aux appareils de cuisson à induction pour usage commercial ou pour usage domestique dont la dimension de la diagonale est supérieure à 1,6 m. Les mesures sont effectuées à une distance de 3 m avec une antenne cadre de 0,6 m telle que celle décrite en 5.5.2.1 du CISPR 16-1. L'antenne doit être placée verticalement, son bord le plus bas étant à 1 m au-dessus du sol.	

Table 3a – Limits of the magnetic field induced current in a 2 m loop antenna around the device under test

Frequency range MHz	Limits in dB(μA) Quasi-peak	
	Horizontal component	Vertical component
0,009 to 0,070	88	106
0,070 to 0,1485	88 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 58	106 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 76
0,1485 to 30	58 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 22	76 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 40
NOTE The limits of Table 3a apply to induction cooking appliances for domestic use which have a diagonal dimension of less than 1,6 m. Measurement is performed using the “Van Veen loop method” as described in 2.6.5 of CISPR 16-2.		

Table 3b – Limits of the magnetic field strength

Frequency range MHz	Limits in dB(μA/m) at 3 m distance Quasi-peak
0,009 to 0,070	69
0,070 to 0,1485	69 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 39
0,1485 to 4,0	39 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 3
4,0 to 30	3
NOTE The limits of Table 3b apply to induction cooking appliances for commercial use and those for domestic use with a diagonal diameter of more than 1,6 m. Measurements are performed at 3 m distance with a 0,6 m loop antenna as described in 5.5.2.1 of CISPR 16-1. The antenna shall be vertically installed, with the lower edge of the loop at 1 m height above the floor.	

Tableau 4 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les appareils du groupe 2, classe B, mesurées sur un emplacement d'essai

Bande de fréquences MHz	Champ électrique Distance de mesure 10 m		Champ magnétique Distance de mesure 10 m Limites quasi-crête dB(μA/m)
	Limites quasi-crête dB(μV/m)	Limites en valeur moyenne ^a dB(μV/m)	
0,15 à 30	–	–	39 Décroissant linéairement avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 3
30 à 80,872	30	25	–
80,872 à 81,848	50	45	–
81,848 à 134,786	30	25	–
134,786 à 136,414	50	45	–
136,414 à 230	30	25	–
230 à 1 000	37	32	–
^a Les limites en valeur moyenne s'appliquent uniquement aux appareils utilisant des magnétrons. Si l'appareil utilisant un magnétron dépasse la limite quasi-crête à certaines fréquences, on répète alors la mesure à ces fréquences avec un détecteur de valeur moyenne et la limite en valeur moyenne spécifiée dans ce tableau s'applique.			

**Table 4 – Electromagnetic radiation disturbance limits for group 2,
class B equipment measured on a test site**

Frequency band MHz	Electric field Measurement distance 10 m		Magnetic field Measurement distance 10 m Quasi-peak limits dB(μA/m)
	Quasi-peak limits dB(μV/m)	Average limits ^a dB(μV/m)	
0,15 to 30	–	–	39 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 3
30 to 80,872	30	25	–
80,872 to 81,848	50	45	–
81,848 to 134,786	30	25	–
134,786 to 136,414	50	45	–
136,414 to 230	30	25	–
230 to 1 000	37	32	–
^a The average limits apply to magnetron driven equipment only. If magnetron driven equipment exceeds the quasi-peak limit at certain frequencies, then the measurement shall be repeated at these frequencies with the average detector and the average limits specified in this table apply.			

**Tableau 5a – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur
pour les appareils du groupe 2, classe A**

Bande de fréquences MHz	Limites à une distance de mesure <i>D</i> m	
	Distance <i>D</i> à partir du mur extérieur du bâtiment dB(μV/m)	Sur un emplacement d'essai <i>D</i> = 10 m à partir de l'appareil dB(μV/m)
0,15 – 0,49	75	95
0,49 – 1,705	65	85
1,705 – 2,194	70	90
2,194 – 3,95	65	85
3,95 – 20	50	70
20 – 30	40	60
30 – 47	48	68
47 – 53,91	30	50
53,91 – 54,56	30(40) ^a	50(60) ^a
54,56 – 68	30	50
68 – 80,872	43	63
80,872 – 81,848	58	78
81,848 – 87	43	63
87 – 134,786	40	60
134,786 – 136,414	50	70
136,414 – 156	40	60
156 – 174	54	74
174 – 188,7	30	50
188,7 – 190,979	40	60
190,979 – 230	30	50
230 – 400	40	60
400 – 470	43	63
470 – 1 000	40	60
^a Les limites dans la bande de fréquences de 53,91 MHz à 54,56 MHz peuvent être relâchées de 10 dB sur un plan national.		

Pour les appareils mesurés *in situ*, la distance de mesure *D*, à partir du mur extérieur du bâtiment dans lequel se trouve l'appareil, est égale à la plus petite des deux valeurs suivantes: $(30 + x/a)$ m ou 100 m, à condition que la distance *D* soit située à l'intérieur de l'emprise de l'utilisateur. Si la distance *D* calculée est située à l'extérieur de l'emprise de l'utilisateur, la distance de mesure *D* est égale à la plus grande des deux valeurs suivantes: *x* ou 30 m.

Pour le calcul des valeurs ci-dessus,

x est la distance la plus courte entre le mur extérieur du bâtiment dans lequel se trouve l'appareil et la limite de l'emprise de l'utilisateur pour chaque direction de mesure;

a = 2,5 pour les fréquences inférieures à 1 MHz;

a = 4,5 pour les fréquences égales ou supérieures à 1 MHz.

Pour la protection de services aéronautiques spécifiques, dans des zones particulières, les autorités nationales peuvent demander de respecter des limites spécifiques à 30 m.

**Table 5a – Electromagnetic radiation disturbance limits
for group 2, Class A equipment**

Frequency band MHz	Limits with measuring distance <i>D</i> m	
	Distance <i>D</i> from exterior wall of the building dB(μV/m)	On a test site <i>D</i> = 10 m from the equipment dB(μV/m)
0,15 – 0,49	75	95
0,49 – 1,705	65	85
1,705 – 2,194	70	90
2,194 – 3,95	65	85
3,95 – 20	50	70
20 – 30	40	60
30 – 47	48	68
47 – 53,91	30	50
53,91 – 54,56	30(40) ^a	50(60) ^a
54,56 – 68	30	50
68 – 80,872	43	63
80,872 – 81,848	58	78
81,848 – 87	43	63
87 – 134,786	40	60
134,786 – 136,414	50	70
136,414 – 156	40	60
156 – 174	54	74
174 – 188,7	30	50
188,7 – 190,979	40	60
190,979 – 230	30	50
230 – 400	40	60
400 – 470	43	63
470 – 1 000	40	60

^a The limits in the frequency band of 53,91 MHz to 54,56 MHz can be relaxed by 10 dB on a national basis.

For equipment measured *in situ*, the measuring distance *D* from the exterior wall of the building in which the equipment is situated equals $(30 + x/a)$ m or 100 m whichever is smaller, provided that the measuring distance *D* is within the boundary of the premises. In the case where the calculated distance *D* is beyond the boundary of the premises, the measuring distance *D* equals *x* or 30 m, whichever is longer.

For the calculation of the above values:

x is the nearest distance between the outside wall of the building in which the equipment is situated and the boundary of the user's premises in each measuring direction;

a = 2,5 for frequencies lower than 1 MHz;

a = 4,5 for frequencies equal to or higher than 1 MHz.

For the protection of specific aeronautical services in particular areas, national authorities may require that specific limits be met at 30 m distance.

Tableau 5b – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour les matériels UDE et les matériels de soudage à l'arc de classe A mesurés sur un emplacement d'essai

Bande de fréquences MHz	Limites quasi-crête (à une distance de mesure de 10 m) dB(μV/m)
30 à 230	80 Décroissant linéairement avec le logarithme de la fréquence jusqu'à 60
230 à 1 000	60

Avertissement: Les appareils de classe A sont destinés à être utilisés en environnement industriel. Dans la documentation pour l'utilisateur, on doit inclure une indication attirant l'attention sur le fait qu'il peut y avoir des difficultés potentielles pour assurer la compatibilité électromagnétique dans d'autres environnements, du fait des perturbations conduites et rayonnées.

5.2.3 Bande de fréquences comprise entre 1 GHz et 18 GHz

Appareils ISM du groupe 1

Les limites sont à l'étude.

NOTE Il est prévu que les limites de perturbations rayonnées pour les appareils ISM du groupe 1 soient identiques aux limites actuellement à l'étude pour les appareils de traitement de l'information (ATI) au-dessus de 1 GHz.

Appareils ISM du groupe 2

a) Appareils ISM fonctionnant à des fréquences inférieures à 400 MHz

Les limites sont à l'étude.

NOTE Lorsqu'elles auront été finalisées, ces limites seront introduites accompagnées de la clause d'essai conditionnel qui suit. Si, dans la bande de 400 MHz à 1 GHz, toutes les émissions sont inférieures aux limites de la classe B et si la cinquième harmonique de la plus haute source interne n'excède pas 1 GHz (c'est-à-dire, la plus haute source <200 MHz), aucun essai au-dessus de 1 GHz n'est requis.

b) Appareils ISM fonctionnant à des fréquences supérieures à 400 MHz

Les limites du rayonnement électromagnétique perturbateur dans la gamme de fréquences comprise entre 1 GHz et 18 GHz sont spécifiées aux Tableaux 6 à 8; l'appareil ISM doit respecter soit les limites du Tableau 6, soit à la fois les limites des Tableaux 7 et 8 (voir l'arbre de décision, Figure 5).

Des dispositions particulières concernant la protection des services spécifiquement liés à la sécurité sont données en 5.3 et au Tableau 9.

Pour les générateurs de rayonnement UV alimentés en micro ondes, les limites spécifiées au Tableau 6 s'appliquent.

**Table 5b – Electromagnetic radiation disturbance limits
for class A EDM and arc welding equipment measured on a test site**

Frequency band MHz	Quasi-peak limits (at 10 m measurement distance) dB(μV/m)
30 to 230	80 Decreasing linearly with logarithm of frequency to 60
230 to 1 000	60

Warning: Class A equipment is intended for use in an industrial environment. In the documentation for the user, a statement shall be included drawing attention to the fact that there may be potential difficulties in ensuring electromagnetic compatibility in other environments, due to conducted as well as radiated disturbances.

5.2.3 Frequency band 1 GHz to 18 GHz

Group 1 ISM equipment

Limits are under consideration.

NOTE Radiated disturbance limits for group 1 ISM equipment are intended to be identical to the limits currently under consideration for information technology equipment (ITE) above 1 GHz.

Group 2 ISM equipment

a) ISM equipment operating at frequencies below 400 MHz

Limits are under consideration.

NOTE When finalized, these limits will be introduced together with the following conditional testing Clause. If, in the band from 400 MHz to 1 GHz, all emissions are below the class B limits and the fifth harmonic of the highest internally generated source is lower than 1 GHz (i.e. highest source <200 MHz), no testing above 1 GHz is required.

b) ISM equipment operating at frequencies above 400 MHz

The electromagnetic radiation disturbance limits for the frequency range 1 GHz to 18 GHz are specified in Tables 6 to 8; the ISM equipment shall meet either the limits of Table 6 or the limits of both Table 7 and Table 8 (see decision tree, Figure 5).

Special provision for the protection of specific safety services are given in 5.3 and Table 9.

For microwave-powered UV irradiators, the limits specified in Table 6 apply.

Tableau 6 – Limites en valeur crête du rayonnement électromagnétique perturbateur des appareils ISM du groupe 2 de classe A et de classe B produisant des perturbations de type continu et fonctionnant à des fréquences supérieures à 400 MHz

Bande de fréquences	Champ électrique à une distance de mesure de 3 m dB(μV/m)	
	classe A	classe B
1 GHz à 18 GHz		
Dans les bandes de fréquences harmoniques	82 ^a	70
A l'extérieur des bandes de fréquences harmoniques	70	70
NOTE 1 Pour la protection des services radioélectriques, les autorités nationales compétentes peuvent imposer des limites inférieures.		
NOTE 2 Mesures de crête avec une bande de résolution de 1 MHz et une bande vidéo supérieure ou égale à 1 MHz.		
NOTE 3 Dans ce tableau, le terme «bandes de fréquences harmoniques» signifie les bandes de fréquences qui sont multiples des bandes de fréquences ISM allouées au-delà de 1 GHz.		
^a Aux fréquences limites inférieure et supérieure des bandes de fréquences harmoniques, la limite la plus basse de 70 dB(μV/m) s'applique.		

Tableau 7 – Limites en valeur crête du rayonnement électromagnétique perturbateur des appareils ISM du groupe 2 de classe B produisant des perturbations fluctuantes de type non continu et fonctionnant à des fréquences supérieures à 400 MHz

Bande de fréquences GHz	Champ électrique à une distance de mesure de 3 m dB(μV/m)
1 – 2,3	92
2,3 – 2,4	110
2,5 – 5,725	92
5,875 – 11,7	92
11,7 – 12,7	73
12,7 – 18	92
NOTE 1 Pour la protection des services radioélectriques, les autorités nationales compétentes peuvent imposer des limites inférieures.	
NOTE 2 Mesures de crête avec une bande de résolution de 1 MHz et une bande vidéo supérieure ou égale à 1 MHz.	
NOTE 3 Les limites de ce tableau ont été définies en considérant des sources fluctuantes comme les fours à micro-ondes alimentés par un magnétron.	

Tableau 8 – Limites en valeur pondérée du rayonnement électromagnétique perturbateur des appareils ISM du groupe 2 de classe B fonctionnant à des fréquences supérieures à 400 MHz

Bande de fréquences GHz	Champ électrique à une distance de mesure de 3 m dB(μV/m)
1 – 2,4	60
2,5 – 5,725	60
5,875 – 18	60
NOTE 1 Pour la protection des services radioélectriques, les autorités nationales compétentes peuvent imposer des limites inférieures.	
NOTE 2 Mesure de crête avec une bande de résolution de 1 MHz et une bande vidéo égale à 10 Hz.	
NOTE 3 Pour vérifier les limites de ce tableau, des mesures sont seulement nécessaires autour de deux fréquences centrales: celle de la valeur crête la plus élevée dans la bande située entre 1 005 MHz et 2 395 MHz et celle de la valeur crête la plus élevée dans la bande située entre 2 505 MHz et 17 995 MHz (à l'exception de la bande 5 720 MHz à 5 880 MHz). Les mesures sont effectuées avec une largeur de bande sur l'analyseur de spectre de 10 MHz autour de ces deux fréquences centrales.	

Table 6 – Electromagnetic radiation disturbance peak limits for group 2, class A and class B ISM equipment producing CW type disturbances and operating at frequencies above 400 MHz

Frequency band	Field strength at a measurement distance of 3 m dB(μV/m)	
	class A	class B
1 GHz to 18 GHz		
Within harmonic frequency bands	82 ^a	70
Outside harmonic frequency bands	70	70
NOTE 1 For the protection of radio services, competent national authorities may require lower limits.		
NOTE 2 Peak measurements with a resolution bandwidth of 1 MHz and a video signal bandwidth higher than or equal to 1 MHz.		
NOTE 3 In this table, "harmonic frequency bands" means the frequency bands which are multiples of the ISM bands allocated above 1 GHz.		
^a At the upper and lower edge frequency of harmonic frequency bands, the lower limit of 70 dB(μV/m) applies.		

Table 7 – Electromagnetic radiation disturbance peak limits for group 2, class B ISM equipment producing fluctuating disturbances other than CW and operating at frequencies above 400 MHz

Frequency band GHz	Field strength at a measurement distance of 3 m dB(μV/m)
1 – 2,3	92
2,3 – 2,4	110
2,5 – 5,725	92
5,875 – 11,7	92
11,7 – 12,7	73
12,7 – 18	92
NOTE 1 For the protection of radio services, competent national authorities may require lower limits.	
NOTE 2 Peak measurements with a resolution bandwidth of 1 MHz and a video signal bandwidth higher or equal to 1 MHz.	
NOTE 3 Limits in this table were derived considering fluctuating sources such as magnetron-driven microwave ovens.	

Table 8 – Electromagnetic radiation disturbance weighted limits for group 2, class B ISM equipment operating at frequencies above 400 MHz

Frequency band GHz	Field strength at a measurement distance of 3 m dB(μV/m)
1 – 2,4	60
2,5 – 5,725	60
5,875 – 18	60
NOTE 1 For the protection of radio services, competent national authorities may require lower limits.	
NOTE 2 Weighted measurements with a resolution bandwidth of 1 MHz and a video bandwidth of 10 Hz.	
NOTE 3 To check the limits of this table, measurements need only be performed around two centre frequencies: the highest emission in the 1 005 MHz – 2 395 MHz band and the highest peak emission in the 2 505 MHz to 17 995 MHz band (outside the band 5 720 MHz – 5 880 MHz). At these two centre frequencies, measurements are performed with a span of 10 MHz on the spectrum analyser.	

5.2.4 Bande de fréquences comprise entre 18 GHz et 400 GHz

Les limites pour la bande de fréquences comprise entre 18 GHz et 400 GHz sont à l'étude.

5.3 Dispositions de protection des services de sécurité

Il convient que les systèmes ISM soient déterminés de telle sorte que les opérations fondamentales ou les rayonnements non désirables de niveau élevé ainsi que les rayonnements harmoniques dans les bandes utilisées pour les services de sécurité par voie radio soient éliminés. Une liste de ces bandes est fournie dans l'Annexe E.

Pour la protection de services spécifiques dans des zones particulières, les autorités nationales peuvent exiger que les mesures soient effectuées *in situ* et que les limites spécifiées dans le Tableau 9 soient respectées dans les bandes de fréquences indiquées dans la liste.

Tableau 9 – Limites du rayonnement électromagnétique perturbateur pour protéger des services spécifiquement liés à la sécurité, dans des zones particulières

Bande de fréquences MHz	Limites dB(μV/m)	Distance de mesure à partir du mur extérieur du bâtiment dans lequel se trouve l'appareil m
0,2835 – 0,5265	65	30
74,6 – 75,4	30	10
108 – 137	30	10
242,95 – 243,05	37	10
328,6 – 335,4	37	10
960 – 1 215	37	10
NOTE De nombreux moyens de communication en aéronautique imposent la limitation des perturbations électromagnétiques rayonnées verticalement. Des travaux sont en cours pour déterminer les dispositions qui peuvent être nécessaires pour la protection de systèmes de ce genre.		

5.4 Dispositions pour la protection de certains services radio spécifiques et sensibles

Afin d'assurer la protection de services spécifiques et sensibles, les autorités nationales peuvent, dans des zones particulières, exiger des mesures supplémentaires de suppression ou désigner des zones de séparation dans le cas où des brouillages préjudiciables peuvent apparaître. Les équipements ISM devraient être étudiés pour éliminer de ces bandes leur fréquence fondamentale ou le rayonnement à niveau élevé des harmoniques. Une liste d'exemples de ces bandes est donnée à titre d'information à l'Annexe F.

6 Exigences générales pour les mesures

Les appareils de classe A peuvent être mesurés soit sur un emplacement d'essai, soit *in situ* à la discrétion du fabricant. Les appareils ISM de classe B doivent être mesurés sur un emplacement d'essai.

Des exigences spécifiques pour les mesures sur un emplacement d'essai sont données aux Articles 7 et 8 et, pour les mesures *in situ*, à l'Article 9.

Les exigences de cet article doivent être respectées aussi bien pour les mesures sur un emplacement d'essai que pour les mesures *in situ*.

5.2.4 Frequency band 18 GHz to 400 GHz

Limits for the frequency band 18 GHz to 400 GHz are under consideration.

5.3 Provisions for protection of safety services

ISM systems should be designed to avoid fundamental operations or radiation of high-level spurious and harmonic signals in bands used for safety-related radio services. A list of these bands is provided in Annex E.

For the protection of specific services, in particular areas, national authorities may require measurements to be made *in situ* and require the limits specified in Table 9 to be met in the frequency band listed.

Table 9 – Limits for electromagnetic radiation disturbances to protect specific safety services in particular areas

Frequency band MHz	Limits dB(μV/m)	Measuring distance from exterior wall outside the building in which the equipment is situated m
0,2835 – 0,5265	65	30
74,6 – 75,4	30	10
108 – 137	30	10
242,95 – 243,05	37	10
328,6 – 335,4	37	10
960 – 1 215	37	10

NOTE Many aeronautical communications require the limitation of vertically radiated electromagnetic disturbances. Work is continuing to determine what provisions may be necessary to provide protection for such systems.

5.4 Provisions for protection of specific sensitive radio services

For the protection of specific sensitive services, in particular areas, national authorities may request additional suppression measures or designated separation zones for cases where harmful interference may occur. It is, therefore recommended to avoid fundamental operations or the radiation of high level harmonic signals in the bands. Some examples of these bands are listed for information in Annex F.

6 General measurement requirements

Class A equipment may be measured either on a test site or *in situ* as determined by the manufacturer. Class B ISM equipment shall be measured on a test site.

Specific requirements for making measurements on a test site are given in Clauses 7 and 8, for making measurements *in situ* in Clause 9.

The requirements of the present clause are to be met for both test site and/or *in situ* measurements.

6.1 Bruit ambiant

Un emplacement d'essai pour les essais de type doit permettre de faire la distinction entre les émissions de l'appareil en essai et le bruit ambiant. Dans cette optique, on peut déterminer si l'emplacement d'essai est approprié en mesurant les niveaux de bruit ambiant sans faire fonctionner l'appareil en essai et en s'assurant que ces niveaux de bruit ambiant sont au moins de 6 dB au-dessous de la limite spécifiée en 5.1, 5.2 ou 5.3, selon le cas.

Il n'est pas nécessaire de réduire le niveau de bruit ambiant à 6 dB au-dessous de la limite spécifiée lorsque la combinaison du bruit ambiant et des émissions de l'appareil en essai ne dépasse pas la limite spécifiée. Dans ces conditions, l'appareil en essai est considéré comme satisfaisant à la limite spécifiée.

Lorsqu'on effectue des mesures de la tension perturbatrice aux bornes, les émissions locales de radio peuvent faire croître le niveau de bruit ambiant à certaines fréquences. Un filtre r.f. approprié peut être inséré entre le réseau d'alimentation fictif et l'alimentation secteur, ou les mesures peuvent être effectuées dans une cage de Faraday. Les composants constituant le filtre r.f. seront placés dans un blindage métallique connecté directement à la terre de référence du système de mesure. Les exigences applicables à l'impédance du réseau fictif doivent être respectées à la fréquence de mesure quand le filtre r.f. est connecté.

Lorsqu'on mesure le rayonnement électromagnétique perturbateur, si les conditions de bruit ambiant de 6 dB ne peuvent pas être respectées, l'antenne peut être placée à une distance plus courte de l'appareil en essai que celle qui est spécifiée à l'Article 5 (voir 7.2.3).

6.2 Equipement de mesure

6.2.1 Appareils de mesure

Les récepteurs avec détecteurs de quasi-crête doivent être conformes au CISPR 16-1. Les récepteurs avec détecteurs de valeur moyenne doivent être conformes au CISPR 16-1.

NOTE Les deux détecteurs peuvent être incorporés à un récepteur unique et l'on peut effectuer les mesures en utilisant alternativement le détecteur de quasi-crête et le détecteur de valeur moyenne.

Le récepteur de mesure employé doit être utilisé d'une manière telle qu'une variation de la fréquence de la perturbation que l'on mesure n'affecte pas les résultats.

NOTE Des appareils de mesure ayant d'autres caractéristiques de détection peuvent être utilisés à condition qu'il puisse être démontré que la mesure des valeurs de perturbation est la même. Il convient de souligner la commodité de l'emploi d'un récepteur panoramique ou d'un analyseur de spectre, particulièrement si la fréquence de fonctionnement des appareils en essai change notablement pendant le cycle de fonctionnement.

Pour éviter que l'appareil de mesure indique de façon erronée une non-conformité aux limites, le récepteur de mesure doit être accordé sur une fréquence suffisamment éloignée des extrémités d'une des bandes ISM désignées, pour que les fréquences délimitant la bande à 6 dB du récepteur restent en dehors de cette bande désignée.

NOTE Il convient de s'assurer que les caractéristiques de blindage et de réjection des fréquences parasites du récepteur de mesure sont adéquates quand on effectue des mesures sur des appareils à grande puissance.

Pour les mesures aux fréquences supérieures à 1 GHz, un analyseur de spectre aux caractéristiques telles qu'elles sont définies dans le CISPR 16-1 doit être utilisé.

NOTE Les précautions à prendre lors de l'utilisation d'un analyseur de spectre sont indiquées à l'Annexe B.

6.1 Ambient noise

A test site for type testing shall allow emissions from the equipment under test to be distinguished from ambient noise. The suitability in this respect can be determined by measuring the ambient noise levels with the equipment under test inoperative and ensuring that the ambient noise levels are at least 6 dB below the limits specified in 5.1, 5.2 or 5.3, as appropriate for the measurement being carried out.

It is not necessary to reduce the ambient noise level to 6 dB below the specified limit where the combination of the ambient noise plus the emission from the equipment under test does not exceed the specified limit. Under these conditions the equipment under test is considered to satisfy the specified limit.

When carrying out measurements on mains terminal disturbance voltage, local radio transmissions may increase the ambient noise level at some frequencies. A suitable r.f. filter may be inserted between the artificial mains network and the mains supply, or measurements may be performed in a shielded enclosure. The components forming the r.f. filter should be enclosed in a metallic screen directly connected to the reference earth of the measuring system. The requirements for the impedance of the artificial mains network shall be satisfied at the frequency of measurement when the r.f. filter is connected.

If, when measuring the electromagnetic radiation disturbance, the 6 dB ambient noise conditions cannot be met, then the antenna may be located at a distance closer to the equipment under test than specified in Clause 5 (see 7.2.3).

6.2 Measuring equipment

6.2.1 Measuring instruments

Receivers with quasi-peak detectors shall be in accordance with CISPR 16-1. Receivers with average detectors shall be in accordance with CISPR 16-1.

NOTE Both detectors may be incorporated in a single receiver and measurements carried out by alternately using the quasi-peak detector and the average detector.

The measuring receiver used shall be operated in such a way that a variation in frequency of the disturbance being measured does not affect the results.

NOTE Measuring instruments having other detector characteristics may be used provided the measurement of the disturbance values can be proved to be the same. Attention is drawn to the convenience of using a panoramic receiver or a spectrum analyzer, particularly if the working frequency of the equipment under test changes appreciably during the work cycle.

To avoid the possibility of the measuring instrument incorrectly indicating non-compliance with the limits, the measuring receiver shall not be tuned closer to the edge of one of the bands designated for ISM use than the frequency at which its 6 dB bandwidth point aligns with the edge of the designated band.

NOTE Care should be taken to ensure that screening and the spurious response rejection characteristics of the measuring receiver are adequate when making measurements on high power equipment.

For measurements at frequencies above 1 GHz, a spectrum analyser with characteristics as defined in CISPR 16-1 shall be used.

NOTE Precautions which should be taken in the use of a spectrum analyzer are given in Annex B.

6.2.2 Réseau fictif

Les mesures de tensions perturbatrices aux bornes du réseau d'alimentation doivent être effectuées en utilisant un réseau fictif constitué d'un réseau en $V\ 50\ \Omega/50\ \mu H$ comme spécifié dans le CISPR 16-1.

Un réseau fictif est nécessaire d'une part pour présenter une impédance r.f. définie aux bornes de l'alimentation en énergie, au point de mesure de la tension perturbatrice, et d'autre part pour isoler l'appareil en essai du bruit ambiant conduit par les lignes d'alimentation.

6.2.3 Sonde de tension

La sonde de tension représentée en Figure 4 doit être utilisée lorsqu'on ne peut pas utiliser le réseau fictif. La sonde est connectée successivement entre chaque ligne et la terre de référence choisie (plaque métallique, tube métallique). La sonde est constituée essentiellement par un condensateur d'arrêt et une résistance telle que la résistance totale entre la ligne et la terre soit au moins de $1\ 500\ \Omega$. L'effet sur la précision de mesure du condensateur ou de tout autre dispositif qui peut être utilisé pour protéger le récepteur de mesure contre les courants dangereux doit être soit inférieur à 1 dB, soit pris en compte dans l'étalonnage.

6.2.4 Antennes

Pour la gamme de fréquences inférieure à 30 MHz, l'antenne doit être un cadre tel que spécifié dans le CISPR 16-1. L'antenne doit être maintenue dans le plan vertical et doit pouvoir tourner autour d'un axe vertical. Le point le plus bas du cadre doit être à 1 m au-dessus du niveau du sol.

Dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 1 GHz l'antenne utilisée doit être conforme aux spécifications du CISPR 16-1. Les mesures doivent être effectuées en polarisation horizontale et en polarisation verticale. Le point de l'antenne le plus près du sol ne doit pas être à moins de 0,2 m.

Pour les mesures sur un emplacement d'essai, le centre de l'antenne doit être déplacé en hauteur entre 1 m et 4 m pour obtenir l'indication maximale à chaque fréquence d'essai.

Pour les mesures *in situ* le centre de l'antenne doit être fixé à $2,0\ m \pm 0,2\ m$ au-dessus du sol.

NOTE On peut utiliser d'autres antennes à condition qu'il puisse être démontré que les résultats correspondants ne s'écartent pas de $\pm 2\ dB$ des résultats que l'on aurait obtenus si l'on avait utilisé une antenne doublet symétrique.

Pour les mesures aux fréquences supérieures à 1 GHz, l'antenne utilisée doit être telle qu'elle est définie dans le CISPR 16-1.

6.2.5 Main artificielle

Au cours des mesures de tension perturbatrice sur des appareils tenus à la main, l'utilisation d'une main artificielle est requise pour simuler l'influence de la main de l'utilisateur.

La main artificielle est constituée d'une feuille métallique reliée à l'une des bornes (borne M) d'un dipôle RC constitué d'un condensateur de $220\ pF \pm 20\ \%$ en série avec une résistance de $510\ \Omega \pm 10\ \%$ (voir la Figure 6); l'autre borne de ce dipôle RC doit être reliée à la terre de référence du système de mesure (voir CISPR 16-1). Le dipôle RC de la main artificielle peut être inséré dans l'enveloppe du réseau fictif.

6.2.2 Artificial mains network

Measurement of the mains terminal disturbance voltage shall be made using an artificial mains network consisting of 50 Ω /50 μ H V-network as specified in CISPR 16-1.

The artificial network is required to provide a defined impedance at r.f. across the mains supply at the point of measurement and also to provide for isolation of the equipment under test from ambient noise on the power lines.

6.2.3 Voltage probe

The voltage probe shown in Figure 4 shall be used when the artificial mains network cannot be used. The probe is connected sequentially between each line and the reference earth chosen (metal plate, metal tube). The probe consists mainly of a blocking capacitor and a resistor such that the total resistance between the line and earth is at least 1 500 Ω . The effect on the accuracy of measurement of the capacitor or any other device which may be used to protect the measuring receiver against dangerous currents shall be either less than 1 dB or allowed for in calibration.

6.2.4 Antennas

In the frequency range below 30 MHz the antenna shall be a loop as specified in CISPR 16-1. The antenna shall be supported in the vertical plane and be rotatable about a vertical axis. The lowest point of the loop shall be 1 m above ground level.

In the frequency range from 30 MHz to 1 GHz the antenna used shall be as specified in CISPR 16-1. Measurements shall be made for both horizontal and vertical polarization. The nearest point of the antenna to the ground shall be not less than 0,2 m.

For measurements on a test site the centre of the antenna shall be varied between 1 m and 4 m height for maximum indication at each test frequency.

For measurements *in situ* the centre of the antenna shall be fixed at 2,0 m $\pm$ 0,2 m height above the ground.

NOTE Other antennas may be used provided the results can be shown to be within ± 2 dB of the results which would have been obtained using a balanced dipole antenna.

For measurements at frequencies above 1 GHz, the antenna used shall be as specified in CISPR 16-1.

6.2.5 Artificial hand

In order to simulate the influence of the user's hand, application of the artificial hand is required for hand-held equipment during the mains disturbance voltage measurement.

The artificial hand consists of metal foil which is connected to one terminal (terminal M) of an RC element consisting of a capacitor of 220 pF $\pm$ 20 % in series with a resistance of 510 Ω $\pm$ 10 % (see Figure 6); the other terminal of the RC element shall be connected to the reference ground of the measuring system (see CISPR 16-1). The RC element of the artificial hand may be incorporated in the housing of the artificial mains network.

6.3 Mesure de fréquence

En ce qui concerne les appareils prévus pour fonctionner à une fréquence fondamentale située dans l'une des bandes désignées dans la liste du Tableau 1, la fréquence doit être vérifiée avec un appareil de mesure présentant une erreur inhérente de mesure inférieure ou égale à 1/10 de la tolérance admise pour la fréquence médiane de la bande désignée. La fréquence doit être mesurée pour toutes les valeurs de la charge à partir de la puissance la plus faible normalement utilisée jusqu'à la puissance maximale.

6.4 Configuration des appareils en essai

Le niveau de perturbation doit être maximisé en faisant varier la configuration des appareils de façon compatible avec les applications typiques.

NOTE La souplesse inhérente à chaque installation particulière déterminera à quel point ce paragraphe s'applique à la mesure d'une installation *in situ*. Les dispositions de ce paragraphe sont applicables aux mesures *in situ* dans la mesure où une installation particulière permet de faire varier la position des câbles, de faire fonctionner indépendamment différentes unités à l'intérieur de l'installation, de faire varier la position de l'installation à l'intérieur des locaux, etc.

La configuration des appareils en essai doit être indiquée précisément dans le compte rendu d'essai.

6.4.1 Câbles de raccordement

Ce paragraphe s'applique aux appareils dans lesquels diverses parties sont interconnectées par des câbles, ou aux systèmes dans lesquels plusieurs appareils sont interconnectés.

NOTE Le respect de toutes les dispositions de ce paragraphe permet l'application des résultats d'une évaluation à plusieurs configurations d'un système utilisant les mêmes types d'appareils et de câbles à l'exclusion de tout autre, chaque configuration de système étant en effet un sous-système de celui qui a été évalué.

Les câbles de raccordement doivent être du type et de la longueur spécifiés dans les exigences applicables aux appareils individuels. Si l'on peut faire varier la longueur, on doit choisir celle qui produit l'émission maximale lors des mesures de champ.

Si des câbles blindés ou spéciaux sont utilisés pendant les essais, l'emploi de ces câbles doit être spécifié dans le manuel d'instructions.

Le raccordement des câbles de signaux, à l'exception de ceux fournis par le fabricant, n'est pas exigé pendant les essais d'émission RF des appareils d'essai et de mesure portables, groupe 1, ou ceux destinés à être utilisés dans les laboratoires et mis en œuvre par des personnes compétentes. Par exemple, on peut citer les générateurs de signaux, les analyseurs de réseaux, les analyseurs logiques et les analyseurs de spectre.

Dans l'exécution de mesures de tension aux bornes, les longueurs de câbles en excès doivent être rassemblées au centre approximatif du câble en faisceaux de 30 cm à 40 cm de longueur. S'il n'est pas pratiquement possible de procéder de la sorte, la manière dont on a disposé l'excédent de câble doit être indiquée avec précision dans le compte rendu d'essai.

Dans les cas où il y a des bornes d'interface multiples toutes du même type, il suffit de connecter un câble à une seule borne de ce type à la condition qu'il puisse être démontré que les câbles supplémentaires n'affecteront pas les résultats d'une manière significative.

Tout jeu de résultats doit être accompagné d'une description complète de l'orientation des appareils et des câbles pour que ces résultats puissent être répétés. S'il y a des conditions d'emploi, ces conditions doivent être spécifiées, documentées et incluses dans le mode d'emploi.

6.3 Frequency measurement

For equipment which is intended to operate with a fundamental frequency in one of the designated bands listed in Table 1, the frequency shall be checked with measuring equipment having an inherent error of measurement not greater than 1/10 of the permissible tolerance for the midband frequency of the designated band. The frequency shall be measured over all the load range from the lowest power normally used up to the maximum.

6.4 Configuration of equipment under test

Consistent with typical applications of the equipment under test, the level of the disturbance shall be maximized by varying the configuration of the equipment.

NOTE The extent to which this subclause is applicable to the measurement of an installation *in situ* will depend on the flexibility inherent in each particular installation. The provisions of this subclause apply to *in situ* measurements in so far as a particular installation allows for the position of cables to be varied and different units within the installation to be operated independently, the extent to which the position of the installation can be moved within the premises, etc.

The configuration of the equipment under test shall be precisely noted in the test report.

6.4.1 Interconnecting cables

This subclause applies to equipment in which there are interconnecting cables between various parts of the equipment, or systems where a number of equipments are interconnected.

NOTE The observation of all provisions in this subclause permits the application of the results of an evaluation to a number of system configurations using the same types of equipment and cables as tested, but no other, each system configuration being in effect a subsystem of the one evaluated.

Interconnecting cables shall be of the type and length specified in the individual equipment requirements. If the length can be varied, the length shall be selected to produce maximum emission when performing field strength measurements.

If shielded or special cables are used during the tests then the use of such cables shall be specified in the instruction manual.

The connection of signal leads, except for the leads supplied by the manufacturer, is not required during RF emission test for portable test and measurement apparatus, group 1, or those intended for use in laboratories and operated by competent persons. Examples are signal generators, network and logic analysers and spectrum analysers.

When performing terminal voltage measurements excess length of cables shall be bundled at the approximate centre of the cable with bundles of 30 cm to 40 cm in length. If it is impracticable to do so the disposition of the excess cable shall be noted precisely in the test report.

Where there are multiple interface ports all of the same type, connecting a cable to just one of that type of port is sufficient provided that it can be shown that the additional cables would not significantly affect the results.

Any set of results shall be accompanied by a complete description of the cable and equipment orientation so that results can be repeated. If there are conditions of use, those conditions shall be specified, documented and included in the instructions for use.

Si un appareil peut exécuter séparément une fonction quelconque parmi d'autres, ledit appareil doit être essayé pendant l'exécution de chacune de ces fonctions. Dans le cas de systèmes qui peuvent inclure un certain nombre d'appareils différents, un exemplaire de chaque type d'appareil qui peut être incorporé à la configuration du système doit être inclus dans l'évaluation.

Un système qui peut comporter plusieurs appareils identiques, mais dont l'évaluation a été effectuée au moyen d'un seul de ces appareils, n'exige pas d'autre évaluation si l'évaluation initiale s'est avérée satisfaisante.

NOTE Cela est autorisé parce qu'il a été constaté qu'en pratique les émissions provenant de modules identiques ne s'ajoutent pas.

Lorsqu'on évalue un appareil qui est en interaction fonctionnelle avec d'autres appareils pour former un système, l'évaluation peut être effectuée soit en utilisant ces appareils complémentaires pour représenter le système total, soit avec des simulateurs. Dans les deux cas, on doit s'assurer que, lors de l'évaluation de l'appareil en essai, les effets du reste du système ou des simulateurs satisfont aux conditions de bruit ambiant spécifiées en 6.1. Tout simulateur utilisé à la place d'un appareil réel doit représenter correctement les caractéristiques électriques et, dans certains cas, les caractéristiques mécaniques de l'interface, particulièrement en ce qui concerne les impédances et les signaux RF, ainsi que les types et les configurations des câbles.

NOTE Cette méthode est nécessaire pour permettre l'évaluation des appareils qui seront combinés avec d'autres appareils provenant de fabricants différents pour constituer un système.

6.4.2 Connexion au réseau d'alimentation électrique sur un emplacement d'essai

Quand on effectue des mesures sur un emplacement d'essai, le réseau en V spécifié en 6.2.2 doit être utilisé chaque fois que cela est possible. Le réseau en V doit être situé de manière telle que sa surface la plus proche se trouve à un minimum de 0,8 m du périmètre de l'appareil en essai.

Lorsque le constructeur fournit un cordon d'alimentation flexible, celui-ci doit avoir 1 m de long ou, s'il est plus long, l'excès de câble doit être replié sur lui-même pour former un faisceau ne dépassant pas 0,4 m de longueur.

L'appareil en essai doit être alimenté à la tension nominale.

Dans les cas où un câble d'alimentation est spécifié dans les instructions d'installation du constructeur, une longueur de 1 m du type spécifié doit être connectée entre l'unité soumise aux essais et le réseau en V.

Les connexions de terre éventuellement prévues pour des raisons de sécurité doivent être connectées au point de terre de référence du réseau en V et, au cas où elles ne sont pas fournies ou spécifiées de façon différente par le constructeur, avoir 1 m de long et être placées parallèlement au conducteur d'alimentation à une distance ne dépassant pas 0,1 m.

Les autres connexions de terre (prévues par exemple pour la compatibilité électromagnétique) qui sont soit spécifiées, soit fournies par le constructeur pour être connectées à la même borne que celle prévue pour la connexion de la terre de sécurité, doivent être également connectées au point de terre de référence du réseau en V.

Lorsque l'ensemble en essai est un système comportant plus d'un appareil, chacun muni de son propre cordon d'alimentation, le point de connexion du réseau en V est déterminé d'après les règles suivantes:

- a) chaque câble d'alimentation terminé par une fiche d'alimentation réseau de modèle normalisé (par exemple la CEI 60083) doit être essayé séparément;
- b) les bornes ou câbles d'alimentation non spécifiés par le fabricant comme devant être raccordés à un autre appareil du système pour son alimentation en énergie doivent être essayés séparément;

If an equipment can perform separately any one of a number of functions then the equipment shall be tested while performing each of these functions. For systems which may include a number of different equipments, one of each type of equipment which is included in the system configuration shall be included in the evaluation.

A system which contains a number of identical equipments, but has been evaluated using only one of those equipments, does not require further evaluation if the initial evaluation was satisfactory.

NOTE This is permissible because it has been found that in practice emissions from identical modules are not additive.

When equipment is being evaluated which interacts with other equipment to form a system then the evaluation may be carried out using either additional equipment to represent the total system or with the use of simulators. In either method care shall be taken to ensure that the equipment under test is evaluated with the effects of the rest of the system or simulators satisfying the ambient noise conditions specified in 6.1. Any simulator used in lieu of actual equipment shall properly represent the electrical and in some cases the mechanical characteristics of the interface, especially with respect to r.f. signals and impedances, as well as cable configuration and types.

NOTE This procedure is required to permit the evaluation of equipment which will be combined with other equipment from different manufacturers to form a system.

6.4.2 Connection to the electricity supply network on a test site

When performing measurements on a test site, the V-network specified in 6.2.2 is to be used whenever possible. The V-network shall be located so that its closest surface is no less than 0,8 m from the nearest boundary of the equipment under test.

Where a flexible mains cord is provided by the manufacturer this shall be 1 m long or, if in excess of 1 m, the excess cable shall be folded to and forth to form a bundle not exceeding 0,4 m in length.

Mains power at the nominal voltage shall be supplied.

Where a mains cable is specified in the manufacturer's installation instructions a 1 m length of the type specified shall be connected between the test unit and the V-network.

Earth connections, where required for safety purposes, shall be connected to the reference "earth" point of the V-network and where not otherwise provided or specified by the manufacturer shall be 1 m long and run parallel to the mains connection at a distance of not more than 0,1 m.

Other earth connections (e.g. for EMC purposes) either specified or supplied by the manufacturer for connection to the same terminal as the safety earth connection shall also be connected to the reference earth of the V-network.

Where the equipment under test is a system comprising more than one unit, each unit having its own power cord, the point of connection for the V-network is determined from the following rules:

- a) each mains cable which is terminated in a mains supply plug of a standard design (e.g., IEC 60083) shall be tested separately;
- b) mains cables or terminals which are not specified by the manufacturer to be connected to another unit in the system for the purposes of supplying mains power shall be tested separately;

- c) les bornes ou câbles d'alimentation spécifiés par le fabricant comme devant être raccordés à un autre appareil du système pour son alimentation réseau doivent être connectés à cet appareil, et les bornes ou le câble d'alimentation de l'appareil hôte doivent être connectés au réseau en V;
- d) lorsqu'il est spécifié un raccordement spécial, le matériel nécessaire pour effectuer le raccordement doit être utilisé pendant l'évaluation des appareils en essai.

6.5 Conditions de charge des appareils en essai

Les conditions de charge des appareils en essai sont spécifiées dans ce paragraphe. Les appareils non couverts par ce paragraphe doivent être utilisés de manière à maximiser les perturbations engendrées tout en se conformant aux modes normaux d'utilisation tels qu'ils sont définis dans le manuel d'utilisation des appareils.

6.5.1 Appareils médicaux

6.5.1.1 Appareils de thérapie utilisant les fréquences comprises entre 0,15 MHz et 300 MHz

Toutes les mesures doivent être effectuées dans les conditions normales de fonctionnement indiquées dans le manuel d'utilisation de l'appareil. Le circuit à utiliser en sortie pour charger cet appareil dépend de la nature des électrodes avec lesquelles il doit être utilisé.

Pour les appareils à électrodes capacitives, on doit utiliser une charge fictive pour les mesures. La Figure 3 montre la disposition générale à respecter. La charge fictive doit être essentiellement résistive et être capable d'absorber la puissance maximale nominale de sortie de l'appareil.

Les deux bornes de connexion de la charge fictive doivent être situées aux extrémités opposées de la charge et chaque borne doit être reliée directement à un plateau métallique circulaire ayant un diamètre de $170 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$. Les mesures doivent être effectuées avec les câbles et les électrodes capacitives fournies avec l'appareil. Les électrodes capacitives doivent être disposées aux extrémités de la charge fictive, parallèlement aux plateaux métalliques circulaires, et leur distance par rapport à ces derniers doit être réglée de façon que la puissance dissipée dans la charge fictive ait la valeur appropriée.

Les mesures sont effectuées en plaçant la charge fictive en position horizontale et en position verticale (voir Figure 3). Dans chaque cas, lors des mesures de champ, on fera pivoter l'ensemble comprenant l'appareil, les câbles, les électrodes capacitives et la charge fictive autour de son axe vertical afin de déterminer la valeur maximale du champ rayonné.

NOTE Les montages de lampes suivants se sont avérés satisfaisants pour essayer de nombreux types d'appareils dans la plage de puissance essayée:

- a) puissance nominale de sortie de l'appareil comprise entre 100 W et 300 W:
quatre lampes de 110 V/60 W en parallèle, ou cinq lampes de 125 V/60 W en parallèle;
- b) puissance nominale de sortie de l'appareil comprise entre 300 W et 500 W:
quatre lampes de 125 V/100 W en parallèle, ou cinq lampes de 150 V/100 W en parallèle.

Pour les appareils à électrode de type inductif, on doit effectuer les mesures en utilisant les câbles et les bobines fournis avec l'appareil servant au traitement du patient. La charge utilisée pour l'essai doit comporter un récipient tubulaire vertical en matériau isolant de 10 cm de diamètre. Ce récipient est rempli sur une hauteur de 50 cm avec une solution comprenant 9 g de chlorure de sodium par litre d'eau distillée.

Le récipient doit être placé à l'intérieur de la bobine de manière que son axe soit confondu avec celui de la bobine. Le centre de la bobine doit également coïncider avec le centre de la charge liquide.

- c) mains cables or terminals which are specified by the manufacturer to be connected to another unit in the system for the purposes of supplying mains power shall be connected to that unit, and the mains cables or terminals of that unit are connected to the V-network;
- d) where a special connection is specified, the necessary hardware to effect the connection shall be used during the evaluation of the equipment under test.

6.5 Load conditions of equipment under test

Load conditions of the equipment under test are specified in this subclause. Equipment not covered by this subclause are to be operated so as to maximize the interference generated while still conforming with normal operating procedures as provided in the operating manual of the equipment.

6.5.1 Medical equipment

6.5.1.1 Therapeutic equipment using frequencies from 0,15 MHz to 300 MHz

All measurements shall be made under operating conditions as provided for in the operating manual of the equipment. The output circuit to be used to load the equipment depends on the nature of the electrodes with which it is to be used.

For equipment of the capacitive type, a dummy load shall be used for the measurements. The general arrangement is shown in Figure 3. The dummy load shall be substantially resistive and capable of absorbing the rated maximum output power of the equipment.

The two terminals of the dummy load shall be at opposite ends of the load and each terminal shall be joined directly to a circular flat metal plate having a diameter of $170 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$. Measurements shall be made with each of the output cables and capacitive electrodes supplied with the equipment. The capacitive electrodes are to be disposed parallel to the circular metal plates at the ends of the dummy load, the spacing between them being adjusted to produce the appropriate power dissipation in the dummy load.

Measurements shall be made with the dummy load both horizontal and vertical (see Figure 3). In each case, the equipment, together with the output cables, capacitive electrodes and dummy load, shall be rotated around its vertical axis during measurements of electromagnetic radiation disturbance in order that the maximum value can be measured.

NOTE The following arrangement of lamps has been found suitable for testing many types of equipment in the power range tested:

- a) nominal output power 100 W to 300 W:
four lamps 110 V/60 W in parallel, or five lamps 125 V/60 W in parallel;
- b) nominal output power 300 W to 500 W:
four lamps 125 V/100 W in parallel, or five lamps 150 V/100 W in parallel.

For equipment of the inductive type, measurements shall be made using the cables and coils supplied with the equipment for the treatment of the patient. The test load shall consist of a vertical tubular container of insulating material, having a diameter of 10 cm, filled to a height of 50 cm with a solution consisting of 9 g of sodium chloride to 1 litre of distilled water.

The container shall be placed within the coil with the axis of the container coincident with the axis of the coil. The centres of the coil and the liquid load shall also coincide.

Les mesures doivent être effectuées à la puissance maximale ainsi qu'à la moitié de cette puissance; quand c'est possible, la charge de sortie doit être accordée sur la fréquence fondamentale de l'appareil.

Toutes les mesures doivent être effectuées dans toutes les conditions de fonctionnement de l'appareil prévues dans le manuel de fonctionnement de l'appareil.

6.5.1.2 Appareils de thérapie UHF et micro-onde fonctionnant à des fréquences supérieures à 300 MHz

Les mesures doivent d'abord être effectuées en connectant le circuit de sortie de l'appareil à une résistance de charge de même valeur que l'impédance caractéristique du câble qui alimente la charge normale de l'appareil.

Puis on doit effectuer ces mesures avec chaque électrode, l'appareil étant mis dans toutes les positions et directions possibles, sans milieu absorbant, en respectant les spécifications indiquées dans le mode d'emploi.

Les niveaux les plus élevés mesurés en utilisant l'une ou l'autre de ces méthodes doivent être utilisés pour déterminer la conformité aux limites.

NOTE 1 Si besoin est, il convient de mesurer la puissance maximale de sortie de l'appareil avec la première méthode. Pour déterminer l'adaptation de la résistance de charge au circuit de sortie de l'appareil, on mesure le rapport d'onde stationnaire existant entre le générateur et la résistance de charge. Il convient que ce rapport ne dépasse pas 1,5.

NOTE 2 Les méthodes de charge des autres appareils médicaux sont à l'étude.

6.5.1.3 Appareils de thérapie à ultrasons

Les mesures doivent être effectuées avec le transducteur connecté au générateur. Le transducteur doit être plongé dans un récipient non métallique d'environ 10 cm de diamètre, rempli d'eau distillée.

Les mesures doivent être effectuées à la fois à la puissance maximale et à la moitié de celle-ci et, dans le cas où le circuit de sortie peut être accordé, il doit être accordé sur la fréquence de résonance, puis désaccordé. Les spécifications qui Figurent dans le mode d'emploi de l'appareil doivent être observées.

NOTE La mesure de la puissance maximale de sortie de l'appareil sera effectuée, si besoin est, conformément à la méthode décrite dans la CEI 61689 ou en utilisant une méthode dérivée.

6.5.2 Appareils industriels

Les appareils industriels doivent être essayés soit avec la charge utilisée en service, soit avec un dispositif équivalent.

Si l'appareil en essai doit être raccordé à des canalisations auxiliaires (eau, gaz, air, etc.), on doit effectuer ces raccordements avec des sections de raccordement en tube isolant d'au moins 3 m de long. Pour les mesures effectuées avec la charge utilisée en service, on doit disposer les câbles et les électrodes comme en utilisation normale. Les mesures doivent être effectuées à la puissance de sortie maximale et à la moitié de cette puissance. Les appareils qui fonctionnent normalement avec une puissance de sortie nulle ou très faible doivent également être mesurés dans ces conditions.

NOTE L'expérience a montré qu'un dispositif de charge avec circulation d'eau convient pour de nombreux types d'appareils pour chauffage diélectrique.

6.5.3 Appareils scientifiques, appareils de laboratoire et de mesure

Les appareils scientifiques doivent être essayés dans les conditions normales de fonctionnement.

Measurements shall be made at both maximum and half-maximum power and, where the output circuit can be tuned, it shall be tuned to resonance with the fundamental frequency of the apparatus.

All measurements shall be made under all operating conditions as provided in the operating manual of the equipment.

6.5.1.2 UHF and microwave therapeutic equipment using frequencies above 300 MHz

Measurements shall be made initially with the output circuit of the equipment connected to a load resistor having the same value as the characteristic impedance of the cable used to supply the equipment load.

Secondly, having regard to the specifications in the operating manual of the equipment, measurements shall be made with each of the applicators supplied with the equipment in each possible position and direction and with no absorbing medium.

The highest of the levels measured using the two arrangements shall be used to determine compliance with the limits.

NOTE 1 Where necessary, the maximum power output of the equipment should be measured with the first arrangement. In order to determine the matching of the terminating resistor to the output-circuit of the equipment, the standing wave ratio should be measured on the line between the generator and the terminating resistor. The V.S.W.R. should not exceed the value of 1,5.

NOTE 2 Methods of loading other medical equipment are under consideration.

6.5.1.3 Ultrasonic therapy equipment

Measurements shall be made with the transducer connected to the generator. The transducer shall be dipped in a non-metallic container having a diameter of about 10 cm and filled with distilled water.

Measurement shall be made at both maximum and half-maximum power and, where the output circuit can be tuned, it shall be tuned to resonance and then detuned. The specifications in the operating manual of the equipment are to be considered.

NOTE The measurement of the maximum output of the equipment should be made, where necessary, in accordance with the method published in IEC 61689 or using a derived arrangement.

6.5.2 Industrial equipment

The load used when industrial equipment is tested may be either the load used in service or an equivalent device.

Where means for connecting auxiliary services such as water, gas, air, etc. are provided, connection of these services to the equipment under test shall be made by insulating tubing not less than 3 m long. When testing with the load used in service, the electrodes and cables shall be disposed in the manner of their normal use. Measurements shall be made at both maximum output power and at half-maximum output power. Equipment which will normally operate at zero or very low output power shall also be tested in these conditions.

NOTE A circulating water load has been found suitable for many types of dielectric heating equipment.

6.5.3 Scientific, laboratory and measuring equipment

Scientific equipment shall be tested under normal operating conditions.

6.5.4 Appareils de cuisson à micro-ondes

Les niveaux mesurés sur des appareils de cuisson à micro-ondes doivent être conformes à la valeur limite de rayonnement indiquée à l'Article 5 lorsqu'ils sont essayés avec tous leurs constituants normaux, tels que plateaux, en place, et avec une charge de 1 l d'eau du robinet initialement à $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, placée au centre de la surface support fournie par le fabricant. Le récipient contenant cette eau doit être constitué d'un matériau non conducteur de l'électricité tel que le verre ou la matière plastique (à titre d'exemple, on peut utiliser le récipient défini dans l'Article 8 de la CEI 60705).

Pour les mesures de crête au-dessus de 1 GHz (voir Tableau 6 ou Tableau 7), les mesures doivent être effectuées avec l'azimut de l'appareil à l'essai variant par pas de 30° (position de départ perpendiculaire à la porte). Pour chacune de ces 12 positions, une conservation du maximum doit être effectuée pendant une période de 20 s. Puis, à la position pour laquelle le maximum a été obtenu, une conservation du maximum doit être effectuée pendant 2 min et le résultat comparé à la limite appropriée (voir Tableau 6 ou Tableau 7).

Les mesures pondérées au-dessus de 1 GHz (voir Tableau 8) doivent être effectuées à la position pour laquelle le maximum a été obtenu lors des mesures de crête et doit être le résultat d'une conservation du maximum pendant au moins cinq balayages.

Dans tous les cas, la phase de démarrage du four (quelques secondes) n'est pas prise en compte.

6.5.5 Autres appareils fonctionnant dans la bande de fréquences de 1 GHz à 18 GHz

Les niveaux mesurés sur les autres appareils doivent être conformes à la valeur limite de rayonnement indiquée à l'Article 5 lorsqu'il sont essayés avec une charge fictive constituée d'une certaine quantité d'eau du robinet contenue dans un récipient non conducteur. La taille et la forme du récipient, sa position dans l'appareil et la quantité d'eau qu'il contient doivent être modifiées de manière à assurer le maximum de transfert d'énergie, les variations de fréquence ou le rayonnement harmonique dépendant des caractéristiques étudiées.

6.5.6 Appareils de cuisson à induction comportant un ou plusieurs foyers

Chaque foyer de cuisson est mis en fonctionnement avec un récipient en acier émaillé rempli, à 80 % de son volume maximal, d'eau du robinet.

La position du récipient doit correspondre au marquage du foyer sur la plaque.

Les foyers sont mis en fonctionnement séparément et successivement.

Les réglages de puissance doivent être choisis pour donner la puissance d'entrée maximale.

Le fond du récipient doit être concave. La concavité ne doit pas être supérieure à 0,6 % du diamètre du récipient, comparée à une surface plane, pour une température de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

On doit placer le plus petit récipient standard utilisable au centre de chaque foyer de cuisson. Pour les dimensions du récipient, les instructions du fabricant prévalent.

Les dimensions de la surface de contact des récipients standard sont:

- 110 mm
- 145 mm
- 180 mm
- 210 mm
- 300 mm

6.5.4 Microwave cooking appliances

Microwave cooking appliances shall conform to the limits of radiation in Clause 5, when tested with all normal components such as shelves in place, and with a load of 1 l of tap water initially at $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ placed at the centre of the load-carrying surface provided by the manufacturer. The water container shall be made of electrically non-conductive material such as glass or plastic (for example, the container defined in Clause 8 of IEC 60705 may be used).

For peak measurements above 1 GHz (Table 6 or Table 7), measurements shall be made with the azimuth of the EUT varying every 30° (starting position perpendicular to the front door). At each of these 12 positions, a maximum hold shall be made for a period of 20 s. Then, at the position where the maximum occurred, a maximum hold for a period of 2 min shall be made, and the result compared to the relevant limit (see Table 6 or Table 7).

Weighted measurements above 1 GHz (see Table 8) shall be performed at the position where the maximum occurred during the peak measurements and shall be the result of a maximum hold during at least five sweeps.

In all cases, the starting phase of the oven (a few seconds) is to be ignored.

6.5.5 Other equipment in the frequency band 1 GHz to 18 GHz

Other equipment shall conform to the limits of radiation in Clause 5 when tested with a dummy load consisting of a quantity of tap water in a non-conductive container. The size and shape of the container, its position in the equipment and the quantity of water contained therein shall be varied as required to produce maximum power transfer, frequency variation or harmonic radiation depending on the characteristics under examination.

6.5.6 Single and multiple-zone induction cooking appliances

Each cooking zone is operated with an enamelled steel vessel filled with tap water up to 80 % of its maximum capacity.

The position of the vessel shall match the hob marking on the plate.

Cooking zones shall be operated separately in sequence.

Energy controller settings shall be selected to give the maximum input power.

The vessel bottom shall be concave and shall not deviate from flatness by more than 0,6 % of its diameter at the ambient temperature $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

The smallest usable standard vessel shall be placed in the centre of each cooking zone. For the dimension of the vessels, the manufacturer's instructions take precedence.

Standard cooking vessels (dimension of the contact surface) are:

- 110 mm
- 145 mm
- 180 mm
- 210 mm
- 300 mm

Matériau du récipient: La méthode de cuisson par induction a été développée pour des ustensiles ferromagnétiques. Pour cette raison, les mesures doivent être effectuées avec des récipients en acier émaillé.

NOTE Certains récipients du marché sont fabriqués en alliage partiellement ferromagnétique. Toutefois, ces ustensiles peuvent avoir une influence sur le circuit sensible au déplacement du récipient.

6.5.7 Matériel de soudage à l'arc

Pendant l'essai, l'opération de soudage à l'arc est simulée par une charge conventionnelle. Les conditions de charge et la configuration d'essai pour les matériels de soudage à l'arc sont spécifiées dans la CEI 60974-10.

7 Dispositions spéciales pour les mesures sur un emplacement d'essai (9 kHz à 1 GHz)

Un plan de masse doit être utilisé pour les mesures sur un emplacement d'essai. La situation de l'appareil en essai par rapport au plan de masse doit être équivalente à celle qui se rencontre en pratique, c'est-à-dire que les appareils devant reposer sur le sol sont placés sur le plan de masse ou isolés de celui-ci par un mince revêtement isolant, tandis que les appareils portatifs et autres appareils ne reposant pas normalement sur le sol sont placés sur une table non métallique à 0,8 m au-dessus du plan de masse.

Un plan de masse doit être utilisé pour la mesure du rayonnement et la mesure de la tension perturbatrice aux bornes. Les exigences pour l'emplacement d'essai de rayonnement sont indiquées en 7.2 et, pour le plan de masse pour la mesure de la tension perturbatrice aux bornes, en 7.1.

NOTE Pour les gros fours à micro-ondes commerciaux, il est nécessaire de s'assurer que les résultats des mesures ne sont pas affectés par des effets de champ proche. Pour des conseils, il convient de consulter le CISPR 19.

7.1 Mesure de la tension perturbatrice aux bornes

La mesure de la tension perturbatrice aux bornes peut être effectuée:

- a) sur l'emplacement d'essai de rayonnement avec l'appareil en essai ayant la même configuration que pour la mesure du rayonnement;
- b) au-dessus d'un plan de masse métallique qui doit déborder d'au moins 0,5 m autour du périmètre de l'appareil en essai, et ayant une taille minimale de 2 m × 2 m; ou
- c) à l'intérieur d'une cage de Faraday. Le plancher ou un mur de la salle blindée doit servir de plan de masse.

L'option a) doit être utilisée quand l'emplacement d'essai comporte un plan de masse métallique. Dans les options b) et c), l'appareil en essai, s'il ne doit pas reposer sur le sol, doit être placé à 0,4 m du plan de sol. Les appareils en essai qui doivent reposer sur le sol doivent être placés sur le plan de masse, le ou les points de contact étant isolés du plan de masse, mais par ailleurs conformes à l'usage normal. Tous les appareils en essai doivent être écartés d'au moins 0,8 m de toute autre surface métallique.

Le plan de masse doit être raccordé à la borne de terre de référence du réseau en V au moyen d'un conducteur aussi court que possible.

Les câbles d'alimentation et de liaison doivent être orientés par rapport au plan de masse d'une manière équivalente à celle correspondant à un emploi normal et toutes précautions doivent être prises pour disposer les câbles de manière à éviter les effets parasites.

Lorsque l'appareil en essai est muni d'une borne spéciale de terre, celle-ci doit être connectée à la terre par un fil aussi court que possible. En l'absence de borne de terre, l'appareil doit être essayé avec ses connexions normales, la mise à la terre éventuelle étant effectuée par le réseau d'alimentation.

Material of the vessel: the induction cooking method has been developed for ferromagnetic utensils. For this reason, measurements shall be made with enamelled steel vessels.

NOTE Some vessels on the market are manufactured from alloys with a ferromagnetic portion. However, these utensils might influence the sensing circuit for vessel displacement.

6.5.7 Arc welding equipment

During the test, the arc welding operation is simulated by loading the equipment with a conventional load. Load conditions and test configuration for arc welding equipment are specified in IEC 60974-10.

7 Special provisions for test site measurements (9 kHz to 1 GHz)

A ground plane shall be used when making measurements on a test site. The relationship of the equipment under test to the ground plane shall be equivalent to that occurring in use, i.e., floor-standing equipment resting on the ground plane or isolated from it by a thin insulating covering, portable and other non-floor-standing equipment placed on a non-metallic table 0,8 m above the ground plane.

A ground plane shall be used for radiation measurement and the measurement of terminal disturbance voltage. The requirements for the radiation test site are given in 7.2 and, for the ground plane for the measurement of terminal disturbance voltage, in 7.1.

NOTE For the larger commercial microwave ovens it is necessary to ensure that the measurement results are not affected by near field effects. CISPR 19 should be consulted for guidance.

7.1 Measurement of mains terminal disturbance voltage

The measurement of the mains terminal disturbance voltage may be carried out:

- a) on the radiation test site with the equipment under test having the same configuration as used during the radiation measurement;
- b) above a metal ground plane which shall extend at least 0,5 m beyond the boundary of the equipment under test and have a minimum size of 2 m × 2 m; or
- c) within a screened room. Either the floor or one wall of the screened room shall act as the ground plane.

Option a) shall be used where the test site contains a metal ground plane. In options b) and c) the test unit, if non-floor-standing, shall be placed 0,4 m from the ground plane. Floor-standing test units shall be placed on the ground plane, the point(s) of contact being insulated from the ground plane but otherwise consistent with normal use. All test units shall be at least 0,8 m from any other metal surface.

The ground plane shall be connected to the reference earth terminal of the V-network with a conductor as short as possible.

The power and signal cables shall be oriented in relation to the ground plane in a manner equivalent to actual use and precautions taken with the layout of the cables to ensure that spurious effects do not occur.

When the equipment under test is fitted with a special earthing terminal, this shall be connected to earth with a lead as short as possible. When no earthing terminal is fitted, the equipment shall be tested as normally connected, i.e. any earthing being obtained through the mains supply.

7.1.1 Appareils fonctionnant normalement sans mise à la terre et tenus à la main

Pour ces appareils, une mesure supplémentaire doit être effectuée en utilisant la main artificielle décrite en 6.2.5.

La main artificielle doit être uniquement appliquée sur les poignées, les manchons et les parties de l'appareil spécifiées comme telles par le fabricant. En absence de spécification du fabricant, la main artificielle doit être appliquée de la façon suivante.

La démarche générale à suivre pour l'application de cette main artificielle consiste à enrouler la feuille métallique autour des poignées (une main artificielle par poignée) fixes ou amovibles fournies avec l'appareil.

Les parties métalliques peintes ou laquées sont considérées comme des parties exposées, et doivent être reliées directement à la borne M du dipôle RC.

Si le boîtier de l'appareil est entièrement métallique, une feuille métallique n'est pas nécessaire, et la borne M du dipôle RC doit être reliée directement au corps de l'appareil.

Si le boîtier de l'appareil est en matériau isolant, des feuilles métalliques doivent être enroulées autour des poignées.

Lorsque le boîtier de l'appareil est en partie métallique et en partie en matériau isolant, et qu'il est équipé de poignées isolantes, des feuilles métalliques doivent être enroulées autour des poignées.

7.2 Emplacement d'essai de rayonnement dans la bande de 9 kHz à 1 GHz

L'emplacement d'essai de rayonnement pour les appareils ISM doit être plat, exempt de fils aériens et de structures réfléchissantes voisines et d'une taille suffisante pour permettre une séparation adéquate entre l'antenne, l'appareil en essai et les structures réfléchissantes.

Un emplacement d'essai de rayonnement qui répond aux critères définis est inscrit dans le périmètre d'une ellipse dont le grand axe est égal à deux fois la distance entre les foyers et dont le petit axe est égal à $\sqrt{3}$ fois cette distance. L'appareil en essai et l'équipement de mesure sont placés à chacun des foyers. La longueur de trajet de tout rayon réfléchi par un objet situé sur le périmètre de cet emplacement d'essai de rayonnement est égale à deux fois la longueur du trajet direct entre les foyers. Cet emplacement d'essai de rayonnement est illustré sur la Figure 1.

Pour l'emplacement d'essai à 10 m, le plan de masse naturel doit être augmenté d'un plan de masse métallique qui doit dépasser d'au moins 1 m le périmètre de l'appareil en essai sur un côté, et d'au moins 1 m l'antenne de mesure et son support de l'autre (voir Figure 2). Le plan de masse ne doit comporter ni trous ni coupures autres que des perforations ne dépassant pas $0,1 \lambda$ à 1 GHz (environ 30 mm).

7.2.1 Validation de l'emplacement d'essai de rayonnement (9 kHz à 1 GHz)

NOTE Voir le CISPR 16-1 pour la validation des emplacements d'essai.

7.2.2 Disposition de l'appareil en essai (9 kHz à 1 GHz)

S'il est possible de le faire, l'appareil en essai doit être placé sur une table tournante. La séparation entre l'appareil en essai et l'antenne de mesure doit être la distance horizontale entre l'antenne de mesure et la partie la plus proche du périmètre de l'appareil en essai sur une rotation.

7.1.1 Handheld equipment which are normally operated without an earth connection

For this equipment additional measurement shall be made using the artificial hand described in 6.2.5.

The artificial hand shall be applied only on handles and grips and those parts of the appliance specified as such by the manufacturer. Failing the manufacturer's specification the artificial hand shall be applied in the following way.

The general principle in applying the artificial hand is that the metal foil shall be wrapped around all handles (one artificial hand per handle), both fixed and detachable, supplied with the equipment.

Metalwork which is covered with paint or lacquer is considered as exposed metalwork and shall be directly connected to the terminal M of the RC element.

When the casing of the equipment is entirely of metal, no metal foil is needed, but the terminal M of the RC element shall be connected directly to the body of the equipment.

When the casing of the equipment is of insulating material, a metal foil shall be wrapped around the handles.

When the casing of the equipment is partly metal and partly insulating materials, and has insulating handles, a metal foil shall be wrapped around the handles.

7.2 Radiation test site for 9 kHz to 1 GHz

The radiation test site for ISM equipment shall be flat, free of overhead wires and nearby reflecting structures, sufficiently large to permit adequate separation between antenna, test unit and reflecting structures.

A radiation test site which meets the criteria is within the perimeter of an ellipse having a major axis equal to twice the distance between the foci and a minor axis equal to the square root of three times of this distance. The equipment under test and the measuring equipment are placed at each of the foci respectively. The path length of any ray reflected from an object on the perimeter of this radiation test site will be twice the length of the direct path length between the foci. This radiation test site is depicted in Figure 1.

For the 10 m test site, the natural ground plane shall be augmented with a ground plane of metal which shall extend at least 1 m beyond the boundary of the equipment under test at one end and at least 1 m beyond the measurement antenna and its supporting structure at the other end (see Figure 2). The ground plane shall have no voids or gaps other than any perforations which do not exceed $0,1 \lambda$ at 1 GHz (about 30 mm).

7.2.1 Validation of the radiation test site (9 kHz to 1 GHz)

NOTE See CISPR 16-1 for the validation of test sites.

7.2.2 Disposition of equipment under test (9 kHz to 1 GHz)

If it is possible to do so, the equipment under test shall be placed on a turntable. The separation between the equipment under test and the measuring antenna shall be the horizontal distance between the measuring antenna and the nearest part of the boundary of the equipment under test in one rotation.

7.2.3 Mesures de rayonnement (9 kHz à 1 GHz)

La séparation entre l'antenne et l'appareil à l'essai doit être conforme à ce qui est spécifié à l'Article 5. Si la mesure du champ à la distance spécifiée ne peut être effectuée à cause de niveaux élevés de bruit ambiant ou pour d'autres raisons (voir 6.1), la mesure peut être effectuée à une distance plus courte. Dans les cas où cela a été effectué, le compte rendu d'essai doit préciser la distance et les circonstances de la mesure. Pour les mesures sur un emplacement d'essai, on doit utiliser un facteur de proportionnalité inverse de 20 dB par décade pour rapporter les résultats de mesure à la distance spécifiée, afin de déterminer la conformité. Lors de la mesure d'appareils de grandes dimensions, il convient de prêter attention aux effets de champ proche, pour les mesures à 3 m à des fréquences voisines de 30 MHz.

Pour un appareil en essai placé sur une table tournante, la table tournante doit être soumise à une rotation complète avec une antenne de mesure orientée pour les polarisations horizontale et verticale. Le niveau le plus élevé enregistré du rayonnement électromagnétique perturbateur, à chaque fréquence, doit être noté.

Pour un appareil en essai non placé sur une table tournante, l'antenne de mesure doit être placée en divers points dans l'azimut pour les polarisations horizontale et verticale. On doit veiller à ce que les mesures soient effectuées dans les orientations correspondant au rayonnement maximal et à ce que le niveau le plus élevé à chaque fréquence soit enregistré.

NOTE A chaque position en azimut de l'antenne de mesure, les exigences pour l'emplacement de mesure de rayonnement spécifiées en 7.2 devront être respectées.

7.3 Autres emplacements d'essai de rayonnement dans la bande de fréquences de 30 MHz à 1 GHz

Les essais peuvent être effectués sur des emplacements d'essai de rayonnement qui n'ont pas les caractéristiques physiques décrites en 7.1. On doit obtenir la preuve que ces autres emplacements donneront des résultats valables. Un autre emplacement d'essai de rayonnement dans la bande de fréquences de 30 MHz à 1 GHz est acceptable si les mesures d'atténuation de l'emplacement, horizontales et verticales, effectuées selon 5.6.6.2 de la CISPR 16-1, sont à ± 4 dB de l'affaiblissement théorique de l'emplacement, tel qu'il est donné aux Tableaux G.1, G.2 ou G.3 de la CISPR 16-1.

Dans la bande de fréquences de 30 MHz à 1 GHz, les autres emplacements d'essai de rayonnement doivent permettre les mesures aux distances spécifiées par ailleurs aux Articles 5 et/ou 7 de la présente norme et doivent être validés pour ces distances.

8 Mesures de rayonnement entre 1 GHz et 18 GHz

8.1 Disposition de l'appareil en essai

L'appareil en essai doit être placé sur une table tournante à une hauteur appropriée et doit être alimentée à la tension normale.

8.2 Antenne de réception

Les mesures doivent être effectuées avec une antenne directive à petite ouverture permettant de faire des mesures séparées des composantes verticale et horizontale du rayonnement. La hauteur au-dessus du sol de l'axe de l'antenne doit correspondre à celle du centre approximatif de rayonnement de l'appareil en essai. La distance entre l'antenne de réception et l'appareil à l'essai doit être de 3 m.

7.2.3 Radiation measurements (9 kHz to 1 GHz)

The separation between the antenna and the equipment under test shall be as specified in Clause 5. If the field strength measurement at the specified distance cannot be made because of high ambient noise levels or for other reasons (see 6.1), measurements may be made at a closer distance. When this is done, the test report shall record the distance and the circumstances of the measurement. For the test site measurements, an inverse proportionality factor of 20 dB per decade shall be used to normalize the measured data to the specified distance for determining compliance. Care should be taken in measuring a large test unit at 3 m at a frequency near 30 MHz due to near-field effects.

For equipment under test located on a turntable, the turntable shall be rotated fully with a measurement antenna oriented for both horizontal and vertical polarization. The highest recorded level of the electromagnetic radiation disturbance at each frequency shall be recorded.

For equipment under test not located on a turntable the measurement antenna shall be positioned at various points in azimuth for both horizontal and vertical polarization. Care shall be taken that measurements be taken in the directions of maximum radiation and the highest level at each frequency be recorded.

NOTE At each azimuthal position of the measurement antenna the radiation test site requirements specified in 7.2 should be met.

7.3 Alternative radiation test sites for the frequency range 30 MHz to 1 GHz

Measurements may be conducted on radiation test sites which do not have the physical characteristics described in 7.1. Evidence shall be obtained to show that such alternative sites will yield valid results. An alternative radiation test site in the frequency range 30 MHz to 1 GHz is acceptable if the horizontal and vertical site attenuation measurements made as per 5.6.6.2 of CISPR 16-1 are within ± 4 dB of the theoretical site attenuation as given in Tables G.1, G.2 or G.3 of CISPR 16-1.

Alternative radiation test sites shall allow for, and be validated for, the measurement distance in the frequency range 30 MHz to 1 GHz specified elsewhere in Clause 5 and/or 7 of this standard.

8 Radiation measurements: 1 GHz to 18 GHz

8.1 Test arrangement

The equipment under test shall be placed on a turntable at a suitable height. Power at the normal voltage shall be supplied.

8.2 Receiving antenna

The measurements shall be made with a directive antenna of small aperture capable of making separate measurements of the vertical and horizontal components of the radiated field. The height above the ground of the centre line of the antenna shall be the same as the height of the approximate radiation centre of the equipment under test. The distance between the receiving antenna and the EUT shall be 3 m.

8.3 Validation et étalonnage de l'emplacement d'essai

Les mesures doivent se dérouler en conditions d'espace libre, c'est-à-dire que les réflexions sur le sol ne doivent pas influencer les mesures. La distance de mesure doit être de 3 m.

La tolérance appropriée par rapport aux conditions idéales d'espace libre pour l'emplacement d'essai est à l'étude. Jusqu'à ce qu'une telle spécification soit incluse dans le CISPR 16-2, les emplacements d'essai validés pour les mesures de champ entre 30 MHz et 1 GHz peuvent être utilisés pour les mesures au-dessus de 1 GHz à condition que des matériaux absorbants soient placés sur le sol entre l'appareil à l'essai et l'antenne de réception.

8.4 Procédé de mesure

Il convient que la procédure générale de mesure au-dessus de 1 GHz, spécifiée dans le CISPR 16-2, soit consultée pour information. Les mesures doivent être effectuées avec l'antenne orientée pour les polarisations horizontale et verticale, et la table tournante, avec l'appareil en essai, doit être mise en rotation. Il faut s'assurer qu'avec l'appareil en essai mis hors circuit le niveau du bruit de fond est au moins de 10 dB au-dessous de la limite de référence, sinon la lecture peut être affectée de façon significative.

Les mesures de crête au-dessus de 1 GHz (voir Tableau 6 ou Tableau 7) doivent être le résultat d'une conservation du maximum sur l'analyseur de spectre.

Les mesures pondérées au-dessus de 1 GHz (voir Tableau 8) doivent être le résultat d'une conservation du maximum et doivent être effectuées avec l'analyseur de spectre en mode logarithmique (valeurs affichées en décibels).

NOTE Une bande vidéo de 10 Hz associée à des valeurs logarithmiques fournit un niveau proche de la valeur moyenne du signal mesuré en unités logarithmiques. Ce résultat est inférieur à la valeur moyenne qui serait obtenue en mode linéaire.

9 Mesures *in situ*

Pour un appareil qui n'est pas essayé sur un emplacement de mesure de rayonnement, la mesure doit être effectuée après l'installation de l'appareil chez l'utilisateur. Les mesures doivent être effectuées à partir du mur extérieur du bâtiment dans lequel se trouve l'appareil à la distance spécifiée dans l'Article 5.

Le nombre des mesures effectuées en azimut doit être aussi grand que cela est raisonnablement possible, mais il doit y avoir au moins quatre mesures dans des directions orthogonales et des mesures dans la direction de tous les systèmes de radio existants qui peuvent être perturbés.

NOTE Pour les gros fours à micro-ondes commerciaux, il est nécessaire de s'assurer que les résultats des mesures ne sont pas affectés par des effets de champ proche. Pour des conseils, il convient de consulter le CISPR 19.

10 Précautions de sécurité

Les appareils ISM sont, par nature, susceptibles d'émettre des rayonnements électromagnétiques à un niveau dangereux pour l'être humain. Avant de procéder à des essais de rayonnement électromagnétique perturbateur, les appareils ISM devront être vérifiés à l'aide d'un contrôleur de rayonnement approprié.

8.3 Validation and calibration of test site

The measurements shall take place in free-space conditions, i.e. the reflections on the ground shall not influence the measurements. The measurement distance shall be 3 m.

Tolerance with regard to the ideal free-space conditions for a test site to be suitable are under consideration. Until such a specification is included in CISPR 16-2, test sites validated for field measurements between 30 MHz and 1 GHz, may be used for measurements above 1 GHz, provided that absorbing material is placed on the ground between the EUT and the receiving antenna.

8.4 Measuring procedure

The general measuring procedure above 1 GHz specified in CISPR 16-2 should be consulted for guidance. Measurement shall be made with the antenna having both horizontal and vertical polarizations and the turntable with the appliance under test shall be rotated. It shall be ascertained that, when the apparatus under test is switched off, the level of background noise is at least 10 dB below the reference limit, otherwise the reading may be significantly affected.

Peak measurements above 1 GHz (see Table 6 or Table 7) shall be the result of a maximum hold on the spectrum analyser.

Weighted measurements above 1 GHz (see Table 8) shall be the result of a maximum hold and shall be performed with the spectrum analyser in logarithmic mode (values displayed in decibels).

NOTE A video bandwidth of 10 Hz together with logarithmic values provides a level closer to the average level of the measured signal in logarithmic values. This result is lower than the average level that would be obtained in linear mode.

9 Measurement *in situ*

For equipment which is not tested on a radiation test site, measurements shall be made after the equipment has been installed on the user's premises. Measurements shall be made from the exterior wall outside the building in which the equipment is situated at the distance specified in Clause 5.

The number of measurements made in azimuth shall be as great as reasonably practical, but there shall be at least four measurements in orthogonal directions, and measurements in the direction of any existing radio systems which may be adversely affected.

NOTE For the larger commercial microwave ovens it is necessary to ensure that the measurement results are not affected by near field effects. CISPR 19 should be consulted for guidance.

10 Safety precautions

ISM equipment is inherently capable of emitting levels of electromagnetic radiation that are hazardous to human beings. Before testing for electromagnetic radiation disturbance, the ISM equipment should be checked with a suitable radiation monitor.

11 Evaluation de la conformité des appareils

L'évaluation de la conformité des matériels essayés sur un emplacement d'essai doit être conforme aux spécifications de l'Article 6. Pour le matériel fabriqué en série, on doit atteindre un niveau de confiance de 80 % de sorte qu'au moins 80 % des appareils produits soient conformes aux limites indiquées. La procédure d'évaluation statistique est spécifiée en 11.1. En production de petites séries, la procédure d'évaluation de 11.2 ou 11.3 est applicable. Les résultats de mesure obtenus avec un matériel mesuré *in situ* sur l'emplacement de son installation, et non sur un emplacement d'essai, ne doivent concerner que cette installation; ils ne doivent pas être considérés comme représentatifs pour une autre installation et ne doivent pas servir aux fins d'évaluation statistique.

11.1 Evaluation statistique de la conformité des appareils produits en série

Les mesures doivent être effectuées sur un échantillon comportant un minimum de cinq et un maximum de 12 appareils du type produit en série. Si l'on ne dispose pas de cinq appareils en raison de circonstances exceptionnelles, on peut prendre un échantillon de trois ou quatre appareils.

NOTE L'évaluation faite sur la base de mesures obtenues à partir d'un échantillon de taille n se rapporte à des unités toutes identiques et tient compte des variations qui peuvent être attendues des techniques de production en série.

La conformité est vérifiée quand la relation ci-après est satisfaite:

$$\bar{X} + kS_n \leq L$$

où

$\bar{X}$ est la valeur arithmétique moyenne des niveaux de perturbation de n appareils de l'échantillon;

S_n est l'écart type de l'échantillon où

$$S_n^2 = \frac{1}{n-1} \cdot \sum (X - \bar{X})^2$$

X est le niveau perturbateur d'un appareil individuel,

L est la limite admissible,

k est le facteur extrait des tables de distribution t non centrale assurant avec un niveau de confiance de 80 % que 80 % ou plus de la production est inférieure à la limite. Les valeurs de k , en fonction de n , sont données au Tableau 10.

$\bar{X}$, X , S_n et L sont exprimés en unités logarithmiques: dB(μV), dB(μV/m) ou dB(pW).

**Tableau 10 – Facteur k de distribution t non centrale
en fonction de la taille n de l'échantillon**

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
k	2,04	1,69	1,52	1,42	1,35	1,30	1,27	1,24	1,21	1,20

11.2 Appareils produits en petite série

Pour les appareils produits sur la base d'une production continue ou par lot, l'évaluation de la conformité peut être effectuée sur un seul appareil.

L'appareil doit être choisi de façon aléatoire dans un lot de production, ou, afin de permettre l'évaluation d'un appareil avant qu'il ne soit en pleine production, on peut évaluer un appareil de pré-série ou un appareil issu d'une production pilote. Si l'appareil ne répond pas aux limites applicables, une évaluation statistique peut être effectuée selon la méthode de 11.1.

11 Assessment of conformity of equipment

The assessment of conformity of equipment tested on a test site shall be in accordance with the specifications of Clause 6. For equipment in series production, there shall be 80 % confidence that at least 80 % of manufactured items comply with the limits given. The statistical assessment procedure is specified in 11.1. For small-scale production the assessment procedure contained in 11.2 or 11.3 is applicable. Measurement results obtained for an equipment measured in its place of use and not on a test site shall relate to that installation only, and shall not be considered representative of any other installation and so shall not be used for the purpose of a statistical assessment.

11.1 Statistical assessment of compliance of series produced equipment

The measurements shall be performed on a sample of not less than five and not more than 12 pieces of equipment of the type in series production, but if in exceptional circumstances five pieces of equipment are not available a sample of three or four may be used.

NOTE The assessment made on a sample of the measurement results obtained for a sample of size n relates to all identical units and allows for the variations that can be expected to arise due to quantity production techniques.

Compliance is achieved when the following relationship is met:

$$\bar{X} + kS_n \leq L$$

where

$\bar{X}$ is the arithmetic mean value of the disturbance levels of n equipments in the sample;

S_n is the standard deviation of the sample where

$$S_n^2 = \frac{1}{n-1} \cdot \sum (x - \bar{X})^2$$

X is the disturbance level of an individual equipment;

L is the permitted limit;

k is the factor derived from tables of the non-central t -distribution which ensures with 80 % confidence that 80 % or more of the production is below the limit. Values of k as a function of n are given in Table 10.

$\bar{X}$, X , S_n and L are expressed logarithmically: dB(μ V), dB(μ V/m) or dB(pW).

Table 10 – The non-central t -distribution factor k as a function of the sample size n

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
k	2,04	1,69	1,52	1,42	1,35	1,30	1,27	1,24	1,21	1,20

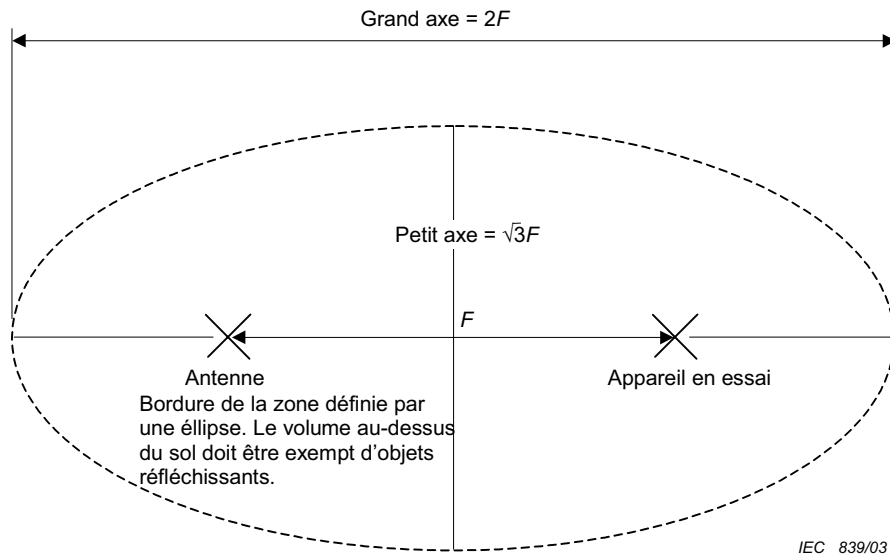
11.2 Equipment in small-scale production

For equipment manufactured on a continuous or batch production basis, the evaluation for compliance may be made on a single sample.

The sample shall be randomly chosen from a production lot or, to allow for the evaluation of a product prior to it being in full production, a pre-production or pilot unit may be evaluated. If the single sample fails to meet the appropriate limits, a statistical assessment may be made according to the method in 11.1.

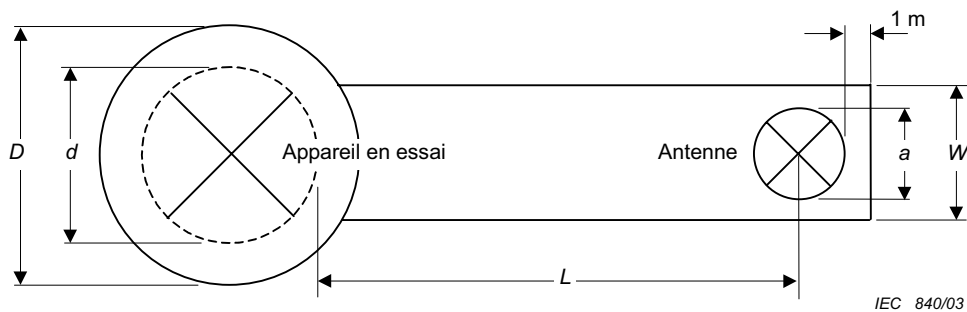
11.3 Appareils produits individuellement

Tous les appareils qui ne sont pas produits en série doivent être essayés individuellement. Chaque appareil individuel doit satisfaire aux limites, les mesures étant effectuées selon les méthodes spécifiées.



NOTE Les caractéristiques de l'emplacement d'essai sont décrites de façon plus détaillée en 7.2. Voir également l'Article 5 pour les valeurs de F .

Figure 1 – Emplacement d'essai



$D = (d + 2)$ m, où d est la dimension maximale de l'appareil en essai

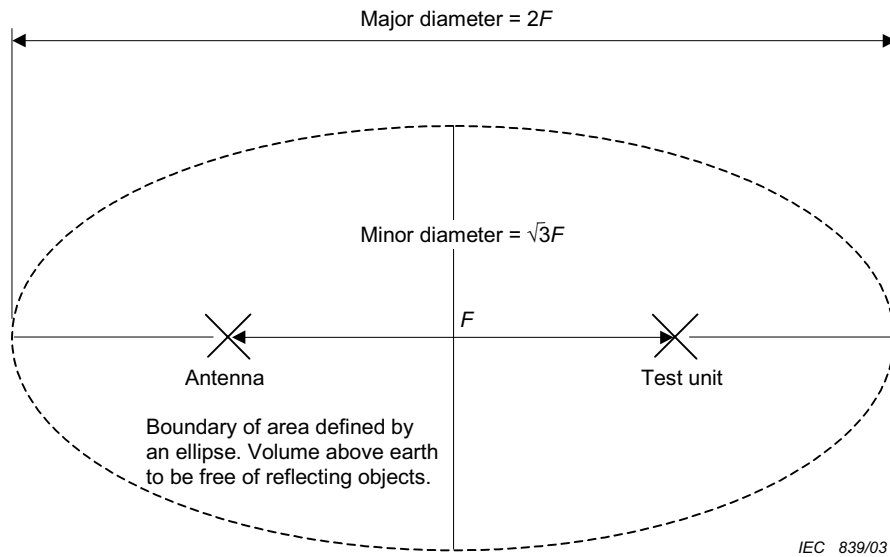
$W = (a + 1)$ m, où a est la dimension maximale de l'antenne

$L = 10$ m

Figure 2 – Dimensions minimales du plan de masse métallique

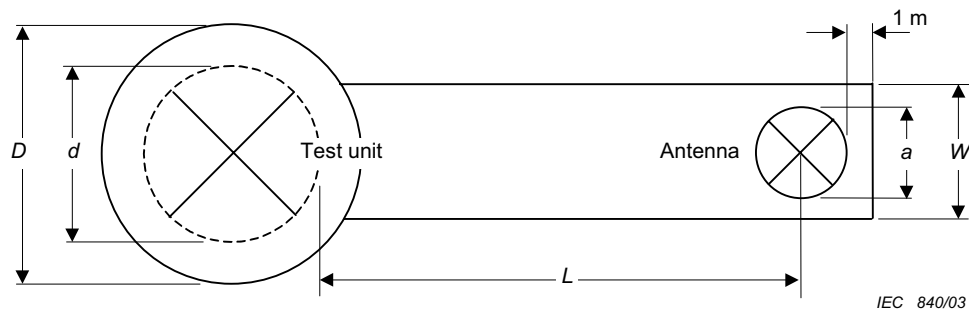
11.3 Equipment produced on an individual basis

All equipment not produced in series shall be tested on an individual basis. Each individual equipment is required to meet the limits when measured by the methods specified.



NOTE The characteristics of the test site are described in 7.2. For the values of F see Clause 5.

Figure 1 – Test site

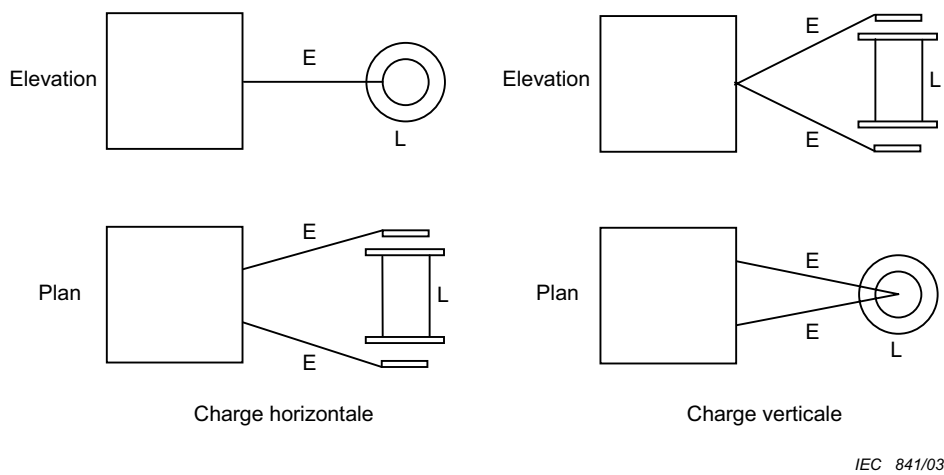


$D = (d + 2)\text{m}$, where d is the maximum test unit dimension

$W = (a + 1)\text{m}$, where a is the maximum test unit dimension

$L = 10\text{ m}$

Figure 2 – Minimum size of metal ground plane



E = électrodes et câbles d'amenée
L = charge fictive

Figure 3 – Appareils médicaux (type capacitif): disposition de l'appareil et de la charge fictive (voir 6.5.1.1)

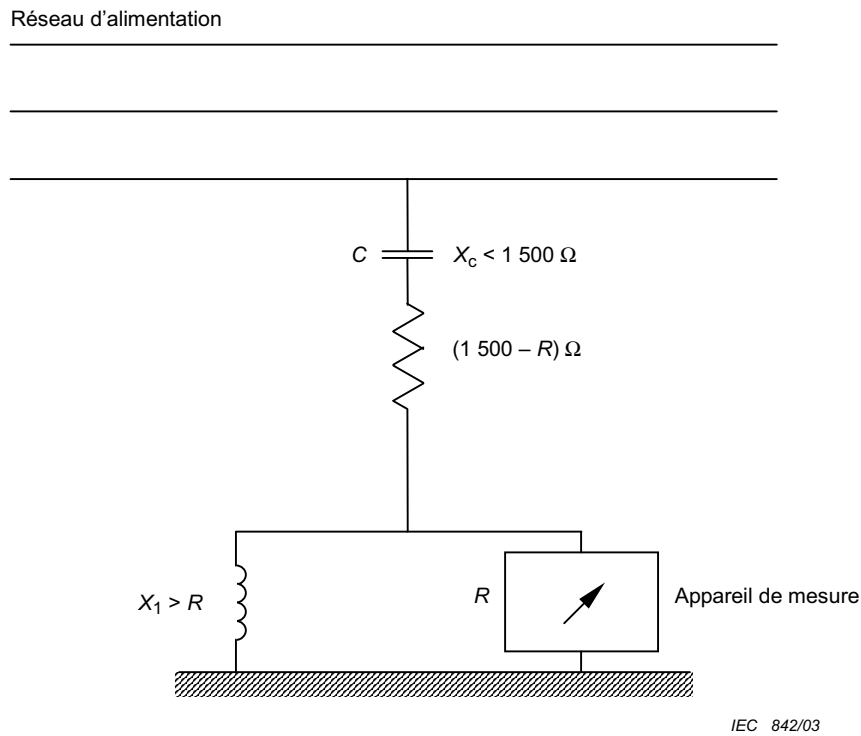
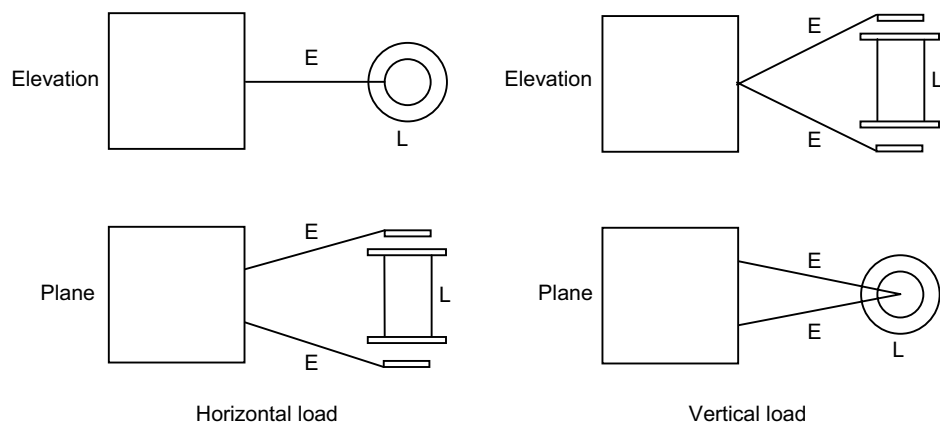
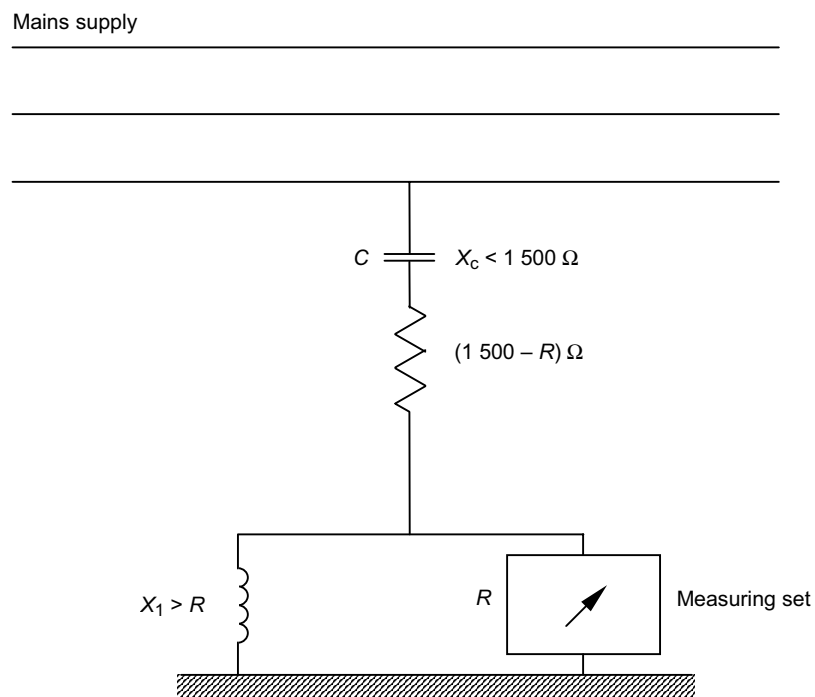


Figure 4 – Dispositif pour la mesure des tensions perturbatrices sur le réseau d'alimentation (voir 6.2.2)



IEC 841/03

Figure 3 – Disposition of medical (capacitive type) and dummy load (see 6.5.1.1)



IEC 842/03

Figure 4 – Circuit for disturbance voltage measurements on mains supply (see 6.2.2)

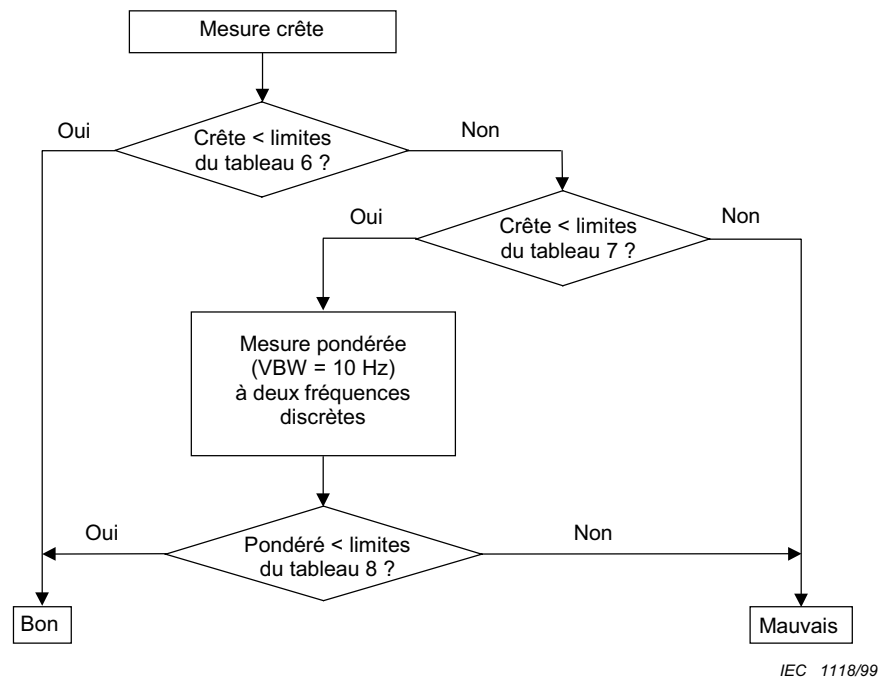


Figure 5 – Arbre de décision pour la mesure des émissions entre 1 GHz et 18 GHz des appareils ISM du groupe 2 de classe B fonctionnant à des fréquences supérieures à 400 MHz

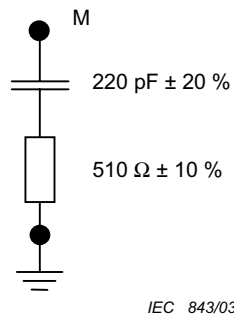


Figure 6 – Main artificielle, réseau RC (voir 6.2.5)

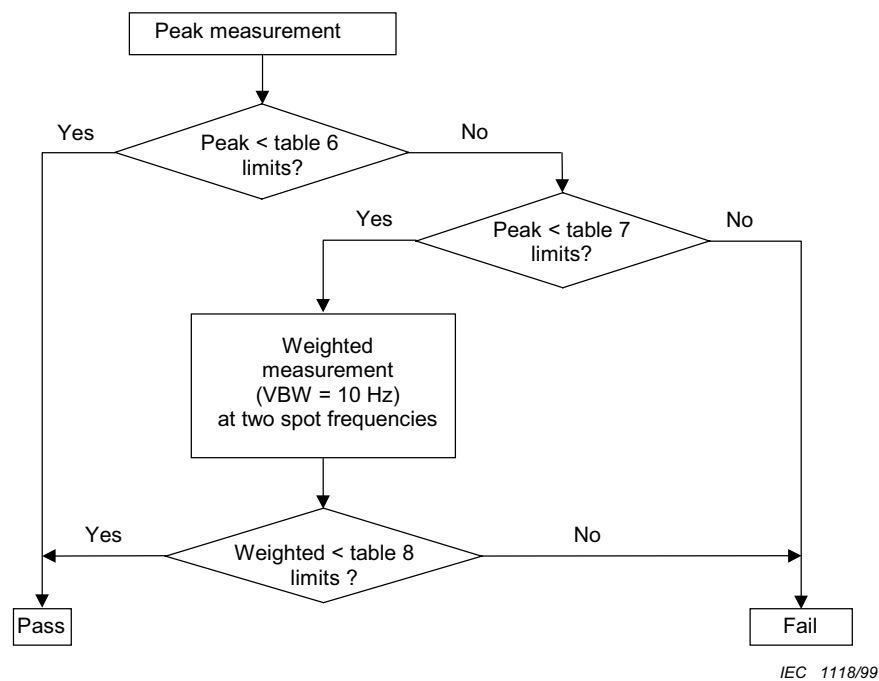


Figure 5 – Decision tree for the measurement of emissions from 1 GHz to 18 GHz of class B, group 2 ISM equipment operating at frequencies above 400 MHz

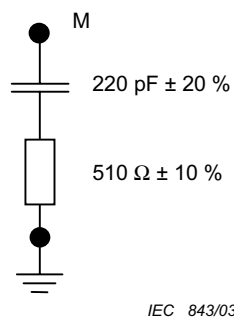


Figure 6 – Artificial hand, RC element (see 6.2.5)

Annexe A (informative)

Exemples de classification des appareils

De nombreux appareils ISM comportent deux types ou plus de sources de perturbations, par exemple un appareil de chauffage à induction peut comporter des redresseurs à semi-conducteurs en plus de son bobinage thermique. Aux fins d'essais, un appareil doit être défini en termes de la fonction pour laquelle il a été conçu. Par exemple, l'appareil de chauffage à induction comportant des redresseurs à semi-conducteurs doit être essayé comme un appareil de chauffage à induction (toutes perturbations respectant les limites prescrites quelle que soit la source des perturbations) et ne doit pas être essayé comme s'il s'agissait d'une alimentation électrique à semi-conducteurs.

La présente norme donne les définitions générales des appareils ISM du groupe 1 et du groupe 2 et, à des fins officielles, le groupe auquel appartient un appareil particulier doit être identifié d'après ces définitions. Il sera cependant utile à ceux qui appliquent cette norme de disposer d'une liste complète des types d'appareils qui ont été identifiés comme appartenant à un groupe particulier. Cela aidera également à développer les spécifications dans les cas où l'expérience aura montré que des variations dans les modes et méthodes d'essai sont nécessaires pour traiter de types d'appareils spécifiques.

Les listes suivantes d'appareils du groupe 1 et du groupe 2 ont pour but de constituer un noyau autour duquel une liste complète pourra être élaborée.

Groupe 1

En général: Appareils de laboratoire
Appareils médicaux
Appareils scientifiques

En détail: Générateurs de signaux, récepteurs de mesure, fréquencesmètres, débitmètres, analyseurs de spectre, balances, appareils d'analyse chimique, microscopes électroniques, alimentations à découpage (non incorporées à un appareil).

Groupe 2

En général: Appareils générateurs de rayonnement UV alimentés en micro-ondes
Appareils d'éclairage hyperfréquence
Appareils industriels de chauffage par induction
Appareils domestiques de cuisson par induction
Appareils de chauffage diélectrique
Matériel industriel de chauffage à micro-ondes
Fours domestiques à micro-ondes
Appareils médicaux
Matériel de soudage à l'arc
Matériel d'usinage par décharges électriques (UDE)
Appareils commandés par thyristor
Soudeuses par points
Matériels de démonstration pour l'enseignement et la formation

En détail: Fusion des métaux, chauffage des billettes, chauffage de composants, soudage et brasage, soudage des tubes, collage du bois, fusion des plastiques, préchauffage des plastiques, traitement des produits alimentaires, cuisson des biscuits, décongélation des produits alimentaires, séchage du papier, traitement des textiles, prise des adhésifs, préchauffage des matériaux, appareils médicaux à ondes courtes et à micro-ondes.

Matériels de démonstration de transformateur de Tesla haute tension, générateurs en boucle, etc.

Annex A (informative)

Examples of equipment classification

Many ISM equipment contain two or more types of interference sources, for example an induction heater might incorporate semiconductor rectifiers in addition to its heating coil. For testing purposes the equipment is to be defined in terms of the purpose for which it was designed. For example, the induction heater incorporating semiconductor rectifiers is to be tested as an induction heater (with all disturbance meeting the prescribed limits whatever the source of disturbance) and is not to be tested as if it were a semiconductor power supply.

The standard gives general definitions of group 1 and group 2 ISM equipment and for official purposes the group to which a particular piece of apparatus belongs shall be identified from these definitions. It will, however, be helpful to users of the standard to have a comprehensive list of types of apparatus which have been identified as belonging to a particular group. This will also help in developing the specification where variations in test procedures may be found by experience to be necessary in dealing with specific types of apparatus.

The following lists of group 1 and group 2 equipment are intended as a nucleus around which a comprehensive list may be developed.

Group 1

- General:* Laboratory equipment
 Medical equipment
 Scientific equipment
- Detailed:* Signal generators, measuring receivers, frequency counters, flow meters, spectrum analyzers, weighing machines, chemical analysis machines, electronic microscopes, switched mode power supplies (when not incorporated in an equipment).

Group 2

- General:* Microwave-powered UV irradiating apparatus
 Microwave lighting apparatus
 Industrial induction heating equipment
 Domestic induction cookers
 Dielectric heating equipment
 Industrial microwave heating equipment
 Domestic microwave ovens
 Medical apparatus
 Arc welding equipment
 Electro-discharge machining (EDM) equipment
 Thyristor-controlled equipment
 Spot welders
 Demonstration models for education and training
- Detailed:* Metal melting, billet heating, component heating, soldering and brazing, tube welding, wood gluing, plastic welding, plastic preheating, food processing, biscuit baking, food thawing, paper drying, textile treatment, adhesive curing, material preheating, short-wave therapy equipment, microwave therapy equipment.
 Demonstration models of high-voltage Tesla transformers, belt generators, etc.

Annexe B (informative)

Précautions à prendre lors de l'utilisation d'un analyseur de spectre (voir 6.2.1)

La plupart des analyseurs de spectre n'ont aucune sélectivité au niveau des étages à fréquence radioélectrique. Cela signifie que le signal d'entrée est directement transmis à un mélangeur à large bande où il est converti en une fréquence intermédiaire appropriée. Il existe des analyseurs de spectre pour les hyperfréquences dotés de présélecteurs «de poursuite» r.f. qui suivent automatiquement la fréquence explorée par le récepteur. Ces analyseurs permettent de surmonter dans une large mesure les difficultés rencontrées lors de la mesure de l'amplitude des émissions harmoniques et parasites à l'aide d'un instrument qui peut engendrer des fréquences de ce genre dans ses circuits d'entrée.

Pour protéger les circuits d'entrée de l'analyseur de spectre contre des détériorations lors de la mesure de faibles signaux de perturbation en présence d'un signal puissant, un filtre sera prévu à l'entrée pour atténuer d'au moins 30 dB à la fréquence du signal puissant. Il peut être nécessaire d'utiliser plusieurs filtres, pour traiter différentes fréquences de fonctionnement.

De nombreux analyseurs de spectre pour les hyperfréquences utilisent les harmoniques de leur oscillateur local pour couvrir les différentes portions de la bande de fréquences à observer. En l'absence de présélecteurs à fréquence radioélectrique, ces analyseurs peuvent afficher des signaux harmoniques et parasites. Il devient alors difficile de déterminer si le signal observé existe réellement à la fréquence indiquée ou s'il provient de l'appareil de mesure lui-même.

De nombreux fours, appareils de diathermie médicale et autres appareils ISM à micro-ondes sont alimentés en courant alternatif redressé, mais non filtré. Leurs émissions se trouvent donc modulées à la fois en amplitude et en fréquence. Le mouvement des brasseurs d'ondes dans les fours introduit une modulation supplémentaire en amplitude et en fréquence.

Ces émissions ont des composantes spectrales espacées d'environ 1 Hz (modulation due aux brasseurs d'ondes) et de 50 Hz et 60 Hz (modulation provenant de la fréquence du réseau). Si l'on considère que la fréquence porteuse est généralement assez instable, on voit qu'il n'est pas possible de distinguer ces composantes spectrales. En pratique on recherche plutôt l'enveloppe du spectre réel en utilisant une largeur de bande, sur l'analyseur, supérieure à la différence de fréquence entre les composants spectraux (mais, en règle générale, petite par rapport à la largeur de l'enveloppe spectrale).

Quand la largeur de bande de l'analyseur est assez grande pour contenir un certain nombre de lignes spectrales adjacentes, la valeur de crête indiquée croît avec la largeur de bande jusqu'au point où la largeur de bande de l'analyseur est comparée à la largeur du spectre du signal. Il est donc essentiel de parvenir à un accord pour utiliser une largeur de bande spécifiée pour comparer les amplitudes affichées par divers analyseurs lors de la mesure des émissions typiques des appareils chauffants et thérapeutiques actuels.

On a signalé que, dans de nombreux cas, les émissions des fours sont modulées par des fréquences aussi basses que 1 Hz. On a pu observer que les enveloppes spectrales de ces émissions sont irrégulières et qu'elles varient d'un balayage à l'autre, à moins que le nombre de balayages par seconde ne soit faible par rapport à la plus basse des fréquences qui composent la modulation.

Annex B (informative)

Precautions to be taken in the use of a spectrum analyzer (see 6.2.1)

Most spectrum analyzers have no r.f. selectivity: that is, the input signal is fed directly to a broadband mixer, where it is heterodyned to a suitable intermediate frequency. Microwave spectrum analyzers are obtainable with tracking r.f. pre-selectors which automatically follow the frequency being scanned by the receiver. These analyzers overcome to a considerable degree the disadvantages of attempting to measure the amplitudes of harmonic and spurious emissions with an instrument which can generate such components in its input circuits.

In order to protect the input circuits of the spectrum analyzer from damage when measuring weak disturbance signals in the presence of a strong signal, a filter should be provided in the input to give at least 30 dB of attenuation at the frequency of the strong signal. A number of such filters may be required to deal with different operating frequencies.

Many microwave spectrum analyzers employ harmonics of the local oscillator to cover various portions of the tuning range. Without r.f. pre-selection, such analyzers may display spurious and harmonic signals. It thus becomes difficult to determine whether a displayed signal is actually at the indicated frequency, or is generated within the instrument.

Many ovens, medical diathermy equipments and other microwave ISM apparatus receive their input power from rectified a.c. but unfiltered energy sources. Consequently, their emissions are simultaneously modulated in amplitude and frequency. Additional AM and FM are caused by the movement of stirring devices used in ovens.

These emissions have spectral line components as close together as 1 Hz (due to modulation by the oven stirring device), and 50 Hz or 60 Hz (due to the modulation at mains frequency). Considering that the carrier frequency is generally rather unstable, distinguishing these spectral line components is not feasible. Rather, it is the practice to display the envelope of the true spectrum by employing an analyzer bandwidth which is larger than the frequency interval between spectral components (but as a rule small in relation to the width of the spectral envelope).

When the analyzer bandwidth is wide enough to contain a number of adjacent spectral lines, the indicated peak value increases with bandwidth up to the point where the analyzer bandwidth is comparable to the width of the spectrum of the signal. It is essential, therefore, to obtain agreement to use a specified bandwidth in order to compare the amplitudes displayed by different analyzers when measuring emissions typical of present heating and therapeutic devices.

It has been indicated that many oven emissions are modulated at a rate as low as 1 Hz. It has been observed that the displayed spectral envelopes of such emissions are irregular, appearing to vary from scan to scan, unless the number of scans per second is low compared with this lowest frequency component of the modulation.

Une durée de balayage adéquate peut être de 10 s ou même supérieure. Des fréquences de balayage aussi lentes ne conviennent pas à l'observation visuelle, à moins que l'on n'utilise un système à mémoire approprié, comme un tube à rayon cathodique à mémoire, une photographie ou une table traçante. On a essayé d'accroître la fréquence de balayage en enlevant ou en arrêtant les brasseurs d'ondes du four. Cependant, on doit considérer que cette méthode n'est pas satisfaisante car l'amplitude, la fréquence et la forme du spectre varient avec la position des brasseurs d'ondes.

L'analyseur de spectre ne doit pas enregistrer de perturbation instantanée dont la crête ne serait pas enregistrée avec un détecteur de quasi-crête (répondant aux critères de la bande de 30 MHz à 1 GHz) connecté à l'analyseur.

A suitable rate for investigation of the emission may require 10 s or more to accomplish one scan. Such low scanning rates are not suitable for visual observation unless suitable storage is employed, such as that provided by a storage-type cathode ray tube, a photograph, or a chart recording device. Some attempts have been made to increase the useful scanning frequency by removing or stopping the stirring devices in the oven. However, this may be considered unsatisfactory because the amplitude, frequency and shape of the spectrum are found to vary with the position of the stirrers.

The spectrum analyzer shall not register such instantaneous interference peaks which would not be recorded with a quasi-peak detector (meeting the requirements for the range 30 MHz to 1 GHz) connected to the analyzer.

Annexe C (normative)

Mesure du rayonnement électromagnétique perturbateur en présence de signaux provenant d'émetteurs radio

Pour les appareils en essai ayant une fréquence de fonctionnement stable, telle que l'affichage du récepteur de mesure de quasi-crête du CISPR ne varie pas de plus de $\pm 0,5$ dB pendant la mesure, le champ électrique du rayonnement électromagnétique perturbateur peut être calculé avec une précision suffisante d'après l'expression:

$$E_g^{1,1} = E_t^{1,1} - E_s^{1,1}$$

où

E_g est le rayonnement électromagnétique perturbateur ($\mu\text{V/m}$);

E_t est la valeur mesurée du champ électrique ($\mu\text{V/m}$);

E_s est le champ électrique du signal de l'émetteur de radio ($\mu\text{V/m}$).

On constate que la formule est valable quand les signaux brouilleurs proviennent d'émetteurs de radio et de télévision à modulation d'amplitude ou à modulation de fréquence présentant une amplitude totale allant jusqu'à deux fois l'amplitude du rayonnement électromagnétique perturbateur à mesurer.

Il est conseillé de limiter l'application de la formule aux cas où il n'est pas possible d'éviter les effets perturbateurs des émetteurs radio. Si la fréquence du rayonnement électromagnétique perturbateur est instable, il convient d'utiliser un récepteur panoramique ou un analyseur de spectre et la formule n'est alors, pas applicable.

Annex C

(normative)

Measurement of electromagnetic radiation disturbance in the presence of signals from radio transmitters

For equipment under test having a stable operating frequency so that reading of the CISPR quasi-peak measuring receiver does not vary more than $\pm 0,5$ dB during measurement, the electric field strength of the electromagnetic radiation disturbance can be calculated sufficiently accurately from the expression:

$$E_g^{1,1} = E_t^{1,1} - E_s^{1,1}$$

where

E_g is the electromagnetic radiation disturbance ($\mu\text{V/m}$);

E_t is the measured value of electric field strength ($\mu\text{V/m}$);

E_s is the electric field strength of the radio transmitter signal ($\mu\text{V/m}$).

The formula has been found to be valid when unwanted signals are from AM or FM sound and television transmitters having a total amplitude up to twice the amplitude of the electromagnetic radiation disturbance which is to be measured.

It is advisable to restrict the use of the formula to cases where it is not possible to avoid the disturbing effect of radio transmitters. If the frequency of the electromagnetic radiation disturbance is unstable then a panoramic receiver or spectrum analyzer should be used, and the formula is not applicable.

Annexe D (informative)

Propagation des perturbations émanant d'appareils industriels r.f. aux fréquences comprises entre 30 MHz et 300 MHz

Pour un appareil industriel à haute fréquence qui est situé au niveau du sol ou près du niveau du sol, l'atténuation du champ avec la distance par rapport à la source, aux hauteurs entre 1 m et 4 m au-dessus du sol, dépend du sol et de la nature du terrain. Un modèle pour la propagation du champ électrique au-dessus d'un terrain plat dans une zone s'étendant de 1 m à 10 km de la source est décrit en [1]¹.

Bien que l'influence de la nature du sol et des obstacles qui s'y trouvent sur l'atténuation réelle des ondes électromagnétiques augmente avec la fréquence, on peut prendre un coefficient moyen d'affaiblissement pour la gamme de fréquences entre 30 MHz et 300 MHz.

A mesure qu'augmentent les irrégularités et l'encombrement au sol, les champs électromagnétiques sont réduits du fait du masquage, de l'absorption (y compris l'atténuation due aux bâtiments et à la végétation), de la diffusion, de la divergence et de la défocalisation des ondes soumises à diffraction [2]. L'affaiblissement peut alors être seulement décrit sur une base statistique. Pour des distances à la source supérieures à 30 m, l'intensité de champ prévue ou médiane à une hauteur donnée varie comme $1/D^n$ où D est la distance à la source et où n varie d'environ 1,3 pour les régions en rase campagne à environ 2,8 pour les agglomérations urbaines à forte densité de constructions. D'après différentes mesures pour toutes sortes de terrain, il semble que l'on peut utiliser une valeur de $n = 2,2$ pour des évaluations approximatives. Il se produit de grandes déviations des valeurs mesurées des intensités de champ par rapport à celles qui sont prédites d'après la loi de l'intensité de champ moyenne/distance avec des écarts types allant jusqu'à environ 10 dB dans une distribution logarithmique normale approximative. On ne peut pas prédire la polarisation du champ. Ces résultats concordent avec les mesures effectuées dans nombre de pays.

L'effet d'écran des bâtiments sur le rayonnement est très variable selon les matériaux constituant les bâtiments, les épaisseurs des murs et la proportion des surfaces vitrées. Dans le cas de murs pleins sans fenêtres, l'affaiblissement dépend de leur épaisseur par rapport à la longueur d'onde du rayonnement et l'on peut s'attendre à un accroissement de l'affaiblissement avec la fréquence.

Généralement, cependant, on considère comme imprudent d'attendre des bâtiments une protection dépassant de beaucoup 10 dB.

¹ Les chiffres entre crochets renvoient à la Bibliographie.

Annex D (informative)

Propagation of interference from industrial r.f. equipment at frequencies between 30 MHz and 300 MHz

For an industrial radio-frequency equipment which is situated on or near ground level, the attenuation of the field with distance from source, at a height of between 1 m and 4 m above ground, depends on the ground and on the nature of the terrain. A model for electric field propagation above plane-earth in the region from 1 m to 10 km from the source is described in [1]¹.

Although the influence of the nature of the ground, and of the obstacles on it, on the actual attenuation of the electromagnetic wave increases with frequency, an average attenuation coefficient can be taken for the frequency range 30 MHz to 300 MHz.

As ground irregularity and clutter increase, the electromagnetic fields will be reduced because of shadowing, absorption (including attenuation caused by buildings and vegetation), scattering, divergence and defocusing of the diffracted waves [2]. The attenuation can then be described only on a statistical basis. For distances from the source greater than 30 m, the expected or median field strength at a defined height varies as $1/D^n$ where D is the distance from the source, and n varies from about 1,3 for open country areas to about 2,8 for heavily built-up urban areas. It seems from the different measurements for all kinds of terrain that an average value of $n = 2,2$ can be used for approximate estimations. Large deviations of measured values of field strengths from those predicted from the average field strength/distance law occur, with standard deviations of up to about 10 dB in an approximately log-normal distribution. The polarization of the field cannot be predicted. These results are in agreement with measurements in a number of countries.

The screening effect of buildings on the radiation is a very variable quantity, depending on the material of the buildings, the wall thickness and the amount of window space. For solid walls without windows, the attenuation depends on their thickness relative to the wavelength of the radiation and an increase in attenuation with frequency may be expected.

Generally, however, it is considered unwise to expect buildings to give protection of much more than 10 dB.

¹ Figures in square brackets refer to the Bibliography.

Annexe E (informative)

Bandes de services de sécurité

Fréquence MHz	Assignment/utilisation
0,010 – 0,014	Radionavigation (équipement Oméga à bord ou aéronef seulement)
0,090 – 0,11	Radionavigation (LORAN-C et DECCA)
0,2835 – 0,5265	Radionavigation aéronautique (radiophares omnidirectionnels)
0,489 – 0,519	Information sur la sécurité maritime (zones côtières et équipement de bord seulement)
1,82 – 1,88	Radionavigation (LORAN-A région 3 seulement, zones côtières et équipements de bord seulement)
2,1735 – 2,1905	Fréquence de détresse
2,09055 – 2,09105	Radiobalise d'indication de position de détresse (EPIRB)
3,0215 – 3,0275	Mobile aéronautique (opérations de recherche et de sauvetage)
4,122 – 4,2105	Fréquence de détresse
5,6785 – 5,6845	Mobile aéronautique (opérations de recherche et de sauvetage)
6,212 – 6,314	Fréquence de détresse
8,288 – 8,417	Fréquence de détresse
12,287 – 12,5795	Fréquence de détresse
16,417 – 16,807	Fréquence de détresse
19,68 – 19,681	Information de sécurité maritime (zones côtières et équipements de bord seulement)
22,3755 – 22,3765	Information de sécurité maritime (zones côtières et équipements de bord seulement)
26,1 – 26,101	Information de sécurité maritime (zones côtières et équipements de bord seulement)
74,6 – 75,4	Radionavigation aéronautique (radiophares d'atterrissage)
108 – 137	Radionavigation aéronautique (VOR 108-118 MHz, fréquence de détresse sens montant SARSAT 121,4-123,5 MHz, contrôle de trafic aérien 118-137 MHz)
156,2 – 156,8375	Fréquence maritime de détresse
242,9 – 243,1	Recherche et sauvetage (sens montant SARSAT)
328,6 – 335,4	Radionavigation aéronautique (indicateur ILS de descente)
399,9 – 400,05	Radionavigation par satellite
406 – 406,1	Recherche et sauvetage (radiobalise d'indication de position de détresse, sens montant SARSAT)
960 – 1 238	Radionavigation aéronautique (TACAN), Radiobalises de contrôle de trafic aérien)
1 300 – 1 350	Radionavigation aéronautique (radars aériens de recherche à longue portée)
1 544 – 1 545	Fréquence de détresse sens descendant SARSAT (la bande 1 530-1 544 MHz sens descendant peut également être assignée au besoin de détresse)
1 545 – 1 559	Mobile aéronautique par satellite (R)
1 559 – 1 610	Radionavigation aéronautique (GPS)
1 610 – 1 625,5	Radionavigation aéronautique (radio altimètre)
1 645,5 – 1 646,5	Fréquence de détresse sens montant (1 626,5-1 645,5 MHz mobile par satellite sens montant peut également être assignée au besoin de détresse)
1 646,5 – 1 660,5	Mobile aéronautique par satellite (R)
2 700 – 2 900	Radionavigation aéronautique (radars aériens de contrôle de trafic terminal)
2 900 – 3 100	Radionavigation maritime (balises radar – zones côtières et équipement de bord seulement)
4 200 – 4 400	Radionavigation aéronautique (altimètre)
5 000 – 5 250	Radionavigation aéronautique (système d'atterrissage micro-onde)
5 350 – 5 460	Radionavigation aéronautique (radar de bord et balises)
5 600 – 5 650	Radar météorologique par effet Doppler
9 000 – 9 200	Radionavigation aéronautique (radar d'approche de position)
9 200 – 9 500	Répondeurs radar pour la recherche et le sauvetage maritime. Balises radar maritime et radars pour la radionavigation. Radars météorologiques pour la radionavigation aéronautique en particulier mauvaises visibilité
13 250 – 13 400	Radionavigation aéronautique (radars de navigation par effet Doppler)

Annex E (informative)

Safety related service bands

Frequency MHz	Allocation/use
0,010 – 0,014	Radionavigation (Omega on board ships and aircraft only)
0,090 – 0,11	Radionavigation (LORAN-C and DECCA)
0,2835 – 0,5265	Aeronautical radionavigation (non-directional beacons)
0,489 – 0,519	Maritime safety information (coastal areas and shipboard only)
1,82 – 1,88	Radionavigation (LORAN-A region 3 only, coastal areas and on board ships only)
2,1735 – 2,1905	Mobile distress frequency
2,09055 – 2,09105	Emergency position indicating radio beacon (EPIRB)
3,0215 – 3,0275	Aeronautic mobile (search and rescue operations)
4,122 – 4,2105	Mobile distress frequency
5,6785 – 5,6845	Aeronautic mobile (search and rescue operations)
6,212 – 6,314	Mobile distress frequency
8,288 – 8,417	Mobile distress frequency
12,287 – 12,5795	Mobile distress frequency
16,417 – 16,807	Mobile distress frequency
19,68 – 19,681	Maritime safety information (coastal areas and shipboard only)
22,3755 – 22,3765	Maritime safety information (coastal areas and shipboard only)
26,1 – 26,101	Maritime safety information (coastal areas and shipboard only)
74,6 – 75,4	Aeronautical radionavigation (marker beacons)
108 – 137	Aeronautical radionavigation (108-118 MHz VOR, 121,4-123,5 MHz distress frequency SARSAT uplink, 118-137 MHz air traffic control)
156,2 – 156,8375	Maritime mobile distress frequency
242,9 – 243,1	Search and rescue (SARSAT uplink)
328,6 – 335,4	Aeronautical radionavigation (ILS glideslope indicator)
399,9 – 400,05	Radionavigation satellite
406 – 406,1	Search and rescue (emergency position-indicating radio beacon (EPIRB), SARSAT uplink)
960 – 1 238	Aeronautical radionavigation (TACAN), air traffic control beacons
1 300 – 1 350	Aeronautical radionavigation (long range air search radars)
1 544 – 1 545	Distress frequency-SARSAT downlink (1 530 - 1 544 MHz mobile satellite downlink may be pre-empted for distress purposes)
1 545 – 1 559	Aeronautical mobile satellite (R)
1 559 – 1 610	Aeronautical radionavigation (GPS)
1 610 – 1 625,5	Aeronautical radionavigation (radio altimeters)
1 645,5 – 1 646,5	Distress frequency-uplink (1 626,5 - 1 645,5 MHz mobile satellite uplink may be pre-empted for distress purposes)
1 646,5 – 1 660,5	Aeronautical mobile satellite (R)
2 700 – 2 900	Aeronautical radionavigation (terminal air traffic control radars)
2 900 – 3 100	Aeronautical radionavigation (radar beacons – coastal areas and shipboard only)
4 200 – 4 400	Aeronautical radionavigation (altimeters)
5 000 – 5 250	Aeronautical radionavigation (microwave landing systems)
5 350 – 5 460	Aeronautical radionavigation (airborne radars and beacons)
5 600 – 5 650	Terminal doppler weather radar - windshear
9 000 – 9 200	Aeronautical radionavigation (precision approach radars)
9 200 – 9 500	Radar transponders for maritime search and rescue. Maritime radar beacons and radionavigation radars. Airborne weather and ground mapping radar for airborne radionavigation, particularly under poor visibility conditions
13 250 – 13 400	Aeronautical radionavigation (doppler navigation radars)

Annexe F (informative)

Bandes de services sensibles

Fréquence MHz	Assignation/Utilisation
13,36 – 13,41	Radio astronomie
25,5 – 25,67	Radio astronomie
29,3 – 29,55	Liaisons descendantes satellites
37,5 – 38,25	Radio astronomie
73 – 74,6	Radio astronomie
137 – 138	Liaisons descendantes satellites
145,8 – 146	Liaisons descendantes satellites
149,9 – 150,05	Liaisons descendantes satellites de radionavigation
240 – 285	Liaisons descendantes satellites
322 – 328,6	Radio astronomie
400,05 – 400,15	Fréquence étalon et signal horaire
400,15 – 402	Liaisons descendantes satellites
402 – 406	Liaison montante satellite à 402,5 MHz
406,1 – 410	Radio astronomie
435 – 438	Liaisons descendantes satellites
608 – 614	Radio astronomie
1 215 – 1 240	Liaisons descendantes satellites
1 260 – 1 270	Liaison montante satellite
1 350 – 1 400	Observations spectrales de l'hydrogène neutre (radio astronomie)
1 400 – 1 427	Radio astronomie
1 435 – 1 530	Test de télémessure aéronautique (en vol)
1 530 – 1 559	Liaisons descendantes satellites
1 559 – 1 610	Liaisons descendantes satellites
1 610,6 – 1 613,8	Observation de la raie spectrale du radical OH (radio astronomie)
1 660 – 1 710	1 660 – 1 668,4 MHz: Radio astronomie 1 668,4 – 1 670 MHz: Radio astronomie et radiosonde 1 670 – 1 710 MHz: Liaisons descendantes satellites et radiosondes
1 718,8 – 1 722,2	Radio astronomie
2 200 – 2 300	Liaisons descendantes satellites
2 310 – 2 390	Test de télémessure aéronautique (en vol)
2 655 – 2 900	2 655 – 2 690 MHz: Radio astronomie et liaisons descendantes satellites 2 690 – 2 700 MHz: Radio astronomie
3 260 – 3 267	Observations de raie spectrale (radio astronomie)
3 332 – 3 339	Observations de raie spectrale (radio astronomie)
3 345,8 – 3 358	Observations de raie spectrale (radio astronomie)
3 400 – 3 410	Liaisons descendantes satellites
3 600 – 4 200	Liaisons descendantes satellites
4 500 – 5 250	4 500 – 4 800 MHz: Liaisons descendantes satellites 4 800 – 5 000 MHz: Radio astronomie 5 000 – 5 250 MHz: Radionavigation aéronautique
7 250 – 7 750	Liaisons descendantes satellites
8 025 – 8 500	Liaisons descendantes satellites
10 450 – 10 500	Liaisons descendantes satellites
10 600 – 12 700	10,6 – 10,7 GHz: Radio astronomie 10,7 – 12,2 GHz: Liaisons descendantes satellites 12,2 – 12,7 GHz: Radiodiffusion directe par satellites
14 470 – 14 500	Observations de raie spectrale (radio astronomie)
15 350 – 15 400	Radio astronomie
17 700 – 21 400	Liaisons descendantes satellites
21 400 – 22 000	Radiodiffusion par satellites (Région 1 et Région 2)
22 010 – 23 120	22,01 – 22,5 GHz: Radio astronomie 22,5 – 23,0 GHz: Radiodiffusion par satellite (Région 1) (22,81 – 22,86 GHz est aussi radio astronomie) 23,0 – 23,07 GHz: Fixe/intersatellite/mobile (utilisée pour remplir l'intervalle entre bandes de fréquences) 23,07 – 23,12 GHz: Radio astronomie
23 600 – 24 000	Radio astronomie
31 200 – 31 800	Radio astronomie
36 430 – 36 500	Radio astronomie
38 600 – 40 000	Radio astronomie
Au-dessus de 400 GHz	De nombreuses bandes au-dessus de 400 GHz sont désignées pour la radio astronomie, les liaisons descendantes satellites, etc.

Annex F (informative)

Sensitive service bands

Frequency MHz	Allocation/Use
13,36 – 13,41	Radio astronomy
25,5 – 25,67	Radio astronomy
29,3 – 29,55	Satellite downlink
37,5 – 38,25	Radio astronomy
73 – 74,6	Radio astronomy
137 – 138	Satellite downlink
145,8 – 146	Satellite downlink
149,9 – 150,05	Radionavigation satellite downlink
240 – 285	Satellite downlink
322 – 328,6	Radio astronomy
400,05 – 400,15	Standard frequency and time signal
400,15 – 402	Satellite downlink
402 – 406	Satellite uplink 402,5 MHz
406,1 – 410	Radio astronomy
435 – 438	Satellite downlink
608 – 614	Radio astronomy
1 215 – 1 240	Satellite downlink
1 260 – 1 270	Satellite up link
1 350 – 1 400	Spectral line observation of neutral hydrogen (radio astronomy)
1 400 – 1 427	Radio astronomy
1 435 – 1 530	Aeronautical flight test telemetry
1 530 – 1 559	Satellite downlink
1 559–1 610	Satellite downlink
1 610,6 – 1 613,8	Spectral line observations of OH radical (radio astronomy)
1 660 – 1 710	1 660 – 1 668,4 MHz: Radio astronomy 1 668,4 – 1 670 MHz: Radio astronomy and radiosonde 1 670 – 1 710 MHz: Satellite downlink and radiosonde
1 718,8 – 1 722,2	Radio astronomy
2 200 – 2 300	Satellite downlink
2 310 – 2 390	Aeronautical flight test telemetry
2 655 – 2 900	2 655 – 2 690 MHz: Radio astronomy and satellite downlink 2 690 – 2 700 MHz: Radio astronomy
3 260 – 3 267	Spectral line observations (radio astronomy)
3 332 – 3 339	Spectral line observations (radio astronomy)
3 345,8 – 3 358	Spectral line observations (radio astronomy)
3 400 – 3 410	Satellite downlink
3 600 – 4 200	Satellite downlink
4 500–5 250	4 500 – 4 800 MHz: Satellite downlink 4 800 – 5 000 MHz: Radio astronomy 5 000 – 5 250 MHz: Aeronautical radionavigation
7 250–7 750	Satellite downlink
8 025 – 8 500	Satellite downlink
10 450 – 10 500	Satellite downlink
10 600 – 12 700	10,6 – 10,7 GHz: Radio astronomy 10,7 – 12,2 GHz: Satellite downlink 12,2 – 12,7 GHz: Direct broadcast satellite
14 470 – 14 500	Spectral line observations (radio astronomy)
15 350 – 15 400	Radio astronomy
17 700 – 21 400	Satellite downlink
21 400 – 22 000	Broadcast satellite (Region 1 and Region 2)
22 010 – 23 120	22,01 – 22,5 GHz: Radio astronomy 22,5 – 23,0 GHz: Broadcast satellite (Region 1) (22,81 – 22,86 GHz is also radio astronomy) 23,0 – 23,07 GHz: Fixed/intersatellite/mobile (used to fill in the gap between frequency bands) 23,07 – 23,12 GHz: Radio astronomy
23 600 – 24 000	Radio astronomy
31 200 – 31 800	Radio astronomy
36 430 – 36 500	Radio astronomy
38 600 – 40 000	Radio astronomy
Above 400 GHz	Numerous bands above 400 GHz are designated for radio astronomy, satellite downlink, etc.

Bibliographie

- [1] A.A. Smith, Jr, *Propagation des champs électriques dans la région proximale» Transactions de l'IEEE sur la compatibilité électromagnétique*, nov. 1969, pp.151-163.
 - [2] Rapport 239-7 du CCIR: 1990, *Résultats statistiques relatifs à la propagation pour le service de radiodiffusion dans la gamme des fréquences comprises entre 30 et 1 000 MHz*
-

Bibliography

- [1] A.A. Smith, Jr, *Electric field propagation in the proximal region*, IEEE Transactions on electromagnetic compatibility, Nov 1969, pp.151-163.
 - [2] CCIR Report 239-7: 1990, *Propagation statistics required for broadcasting services using the frequency range 30 to 1 000 MHz*
-

ISBN 2-8318-7546-3



ICS 33.100.01; 33.100.10
