

**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**

Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI et du CISPR est constamment revu par la Commission et par le CISPR afin qu'il reflète bien l'état actuel de la technique.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- **Site web de la CEI***
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour mensuellement
(Catalogue en ligne)*
- **iec e-tech**
Disponible à la fois sur le site web de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie utilisée dans la présente publication

Seuls sont définis ici les termes spéciaux se rapportant à la présente publication.

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande.

Pour les termes concernant les perturbations radioélectriques, voir le chapitre 902.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique* et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 60027 ou CEI 60617, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

* Voir adresse du site web sur la page de titre.

Revision of this publication

The technical content of IEC and CISPR publications is kept under constant review by the IEC and CISPR, thus ensuring that the content reflects current technology.

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 to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with monthly updates
(On-line catalogue)*
- **iec e-tech**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology used in this publication

Only special terms required for the purpose of this publication are defined herein.

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the IEV will be supplied on request.

For terms on radio interference, see Chapter 902.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 60027 or IEC 60617, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

* See web site address on title page.

COMMISSION
ÉLECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

CISPR
11

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

Quatrième édition
Fourth edition
2003-03

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 2003 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

X

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	84
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, mesurés 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 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 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 CEI (Commission Electrotechnique Internationale) 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. 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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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.

Cette quatrième édition de la CISPR 11 annule et remplace la troisième édition parue en 1997, l'amendement 1 (1999) et l'amendement 2 (2002). Elle a le statut de norme de famille de produits en CEM en accord avec le Guide 107 de la CEI.

Le document CISPR/B/295/FDIS, circulé comme amendement 3 auprès des Comités nationaux de la CEI, a conduit à la publication de la nouvelle édition.

Le texte de cette norme est issu de la troisième édition, de l'amendement 1, de l'amendement 2 et des documents suivants :

FDIS	Rapport de vote
CISPR/B/295/FDIS	CISPR/B/301/RVD

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

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

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 IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The 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.

This fourth edition of CISPR 11 cancels and replaces the third edition published in 1997, amendment 1 (1999) and amendment 2 (2002). It has the status of a Product Family EMC standard in accordance with IEC Guide 107.

The document CISPR/B/295/FDIS, circulated to the National Committees as amendment 3, led to the publication of the new edition.

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

FDIS	Report on voting
CISPR/B/295/FDIS	CISPR/B/301/RVD

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

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2004. A cette date, la publication sera

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

STANDARDSISO.COM: Click to view the full PDF of CISPR 11:2003

Withdrawn

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2004. At this date, the publication will be

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

STANDARDSISO.COM: Click to view the full PDF of CISPR 11:2003

Withdrawn

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,

CONSIDÉRANT

- 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 fonctionnant dans les bandes de fréquences ISM de 915 MHz (autorisées uniquement en Région 2 comme défini par le Règlement des radiocommunications de l'UIT), 2,45 GHz et 5,8 GHz, 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 operating in the ISM frequency bands of 915 MHz (only allowed in region 2 as defined by the ITU Radio Regulations), 2,45 GHz and 5,8 GHz 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

Bande de fréquences MHz	Limites pour les appareils de classe B dB(μV)	
	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	$\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m})$	$\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m})$	$\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m})$
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	$\text{dB}(\mu\text{V/m})$	$\text{dB}(\mu\text{V/m})$	$\text{dB}(\mu\text{V/m})$
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 D m	
	Distance D from exterior wall of the building dB(μ V/m)	On a test site $D = 10$ m from the equipment dB(μ V/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

Appareils de classe A

Les limites sont à l'étude.

Appareils de classe B

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.

**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

Class A equipment

Limits are under consideration.

Class B 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.

Tableau 6 – Limites en valeur crête du rayonnement électromagnétique perturbateur des appareils ISM du groupe 2 de classe B produisant des perturbations de type 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 – 2,4	70
2,5 – 5,725	70
5,875 – 18	70

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 supérieure ou égale à 1 MHz.

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 B ISM equipment producing CW type disturbances and operating at frequencies above 400 MHz

Frequency band GHz	Field strength at a measurement distance of 3 m dB(μV/m)
1 – 2,4	70
2,5 – 5,725	70
5,875 – 18	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 or equal to 1 MHz.

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 $2,0 \text{ m} \pm 0,2 \text{ m}$ 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 $\pm 2 \text{ dB}$ 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 $220 \text{ pF} \pm 20 \%$ 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 $50\ \Omega/50\ \mu\text{H}$ 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 $1\ 500\ \Omega$. 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 $2,0\ \text{m} \pm 0,2\ \text{m}$ height above the ground.

NOTE Other antennas may be used provided the results can be shown to be within $\pm 2\ \text{dB}$ 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 $220\ \text{pF} \pm 20\ \%$ in series with a resistance of $510\ \Omega \pm 10\ \%$ (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 faisceau 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 capacitatives fournies avec l'appareil. Les électrodes capacitatives 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 capacitatives 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:

- sur l'emplacement d'essai de rayonnement avec l'appareil en essai ayant la même configuration que pour la mesure du rayonnement;
- 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
- 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(μ V), dB(μ V/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

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

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

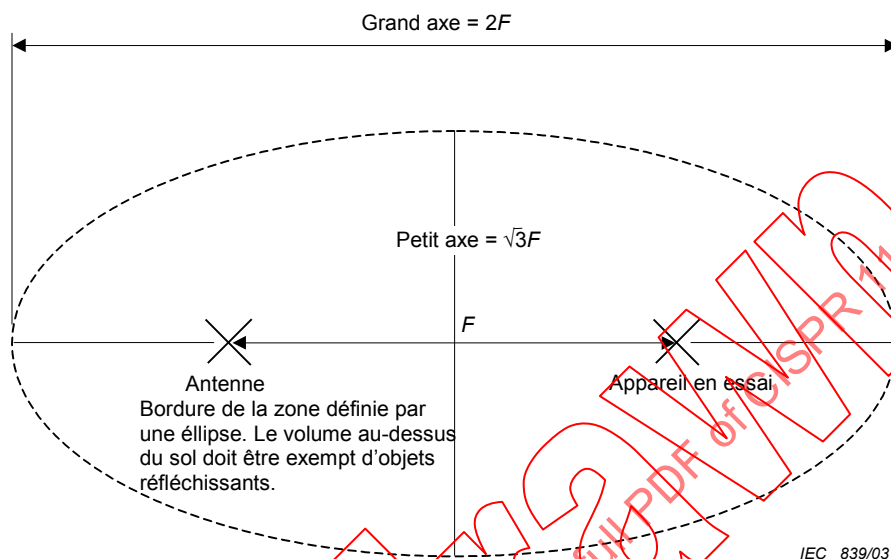
11.2 Equipment in small-scale production

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.

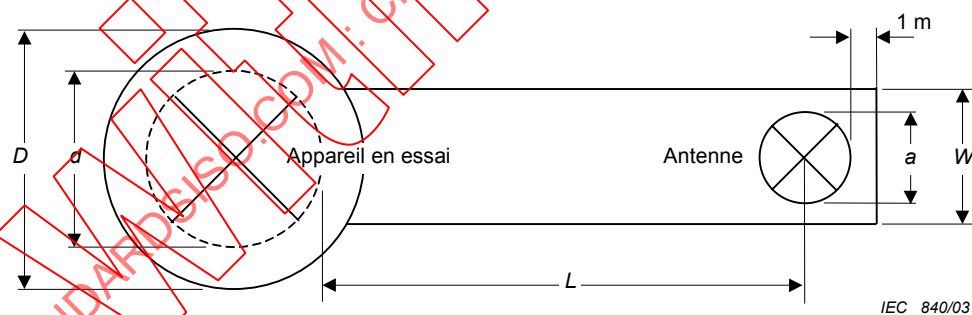
11.3 Appareils produits individuellement

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

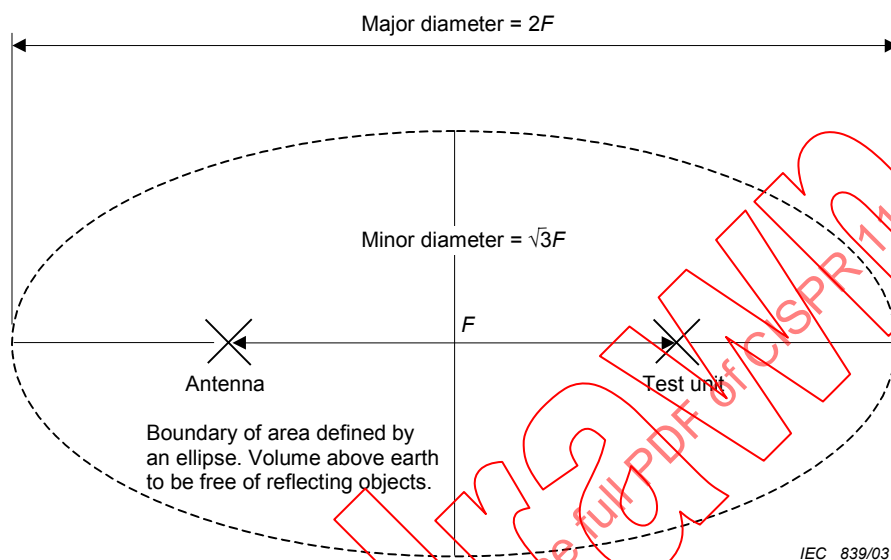
$W = (a + 1)$ m, où a est la dimension maximale de l'antenne

$L = 10$ m

Figure 2 – Dimensions minimales du plan de masse métallique

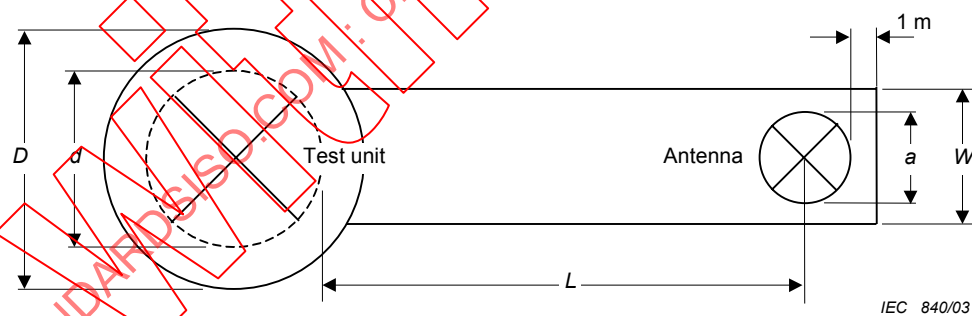
11.3 Equipment produced on an individual basis

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

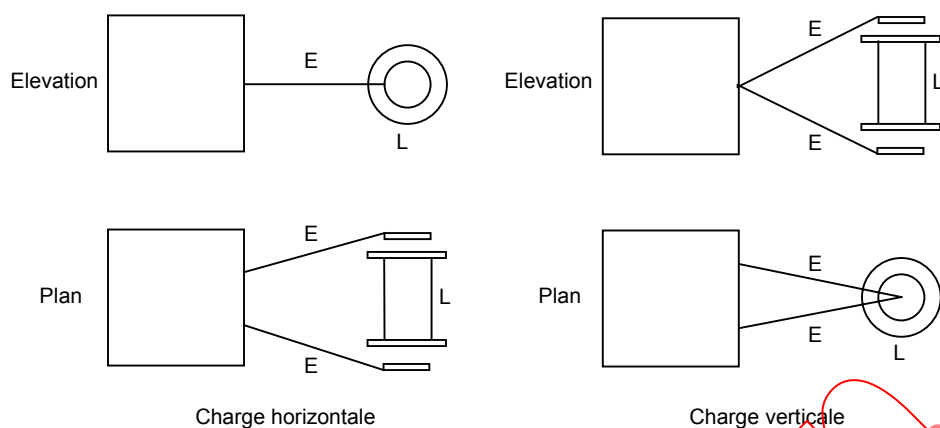


$D = (d + 2)\text{m}$, where d is the maximum test unit dimension

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

$L = 10\text{ m}$

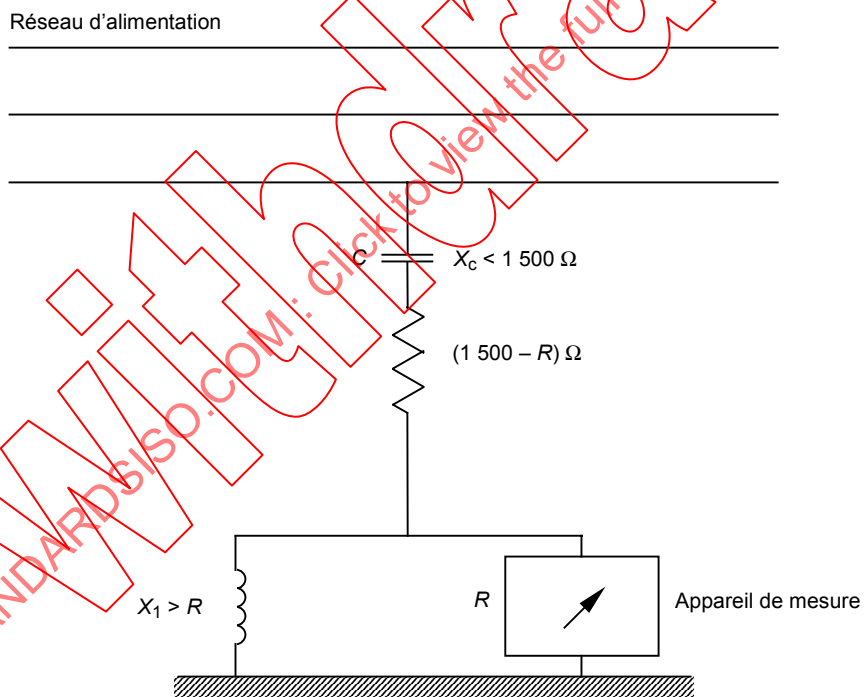
Figure 2 – Minimum size of metal ground plane



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)



IEC 842/03

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

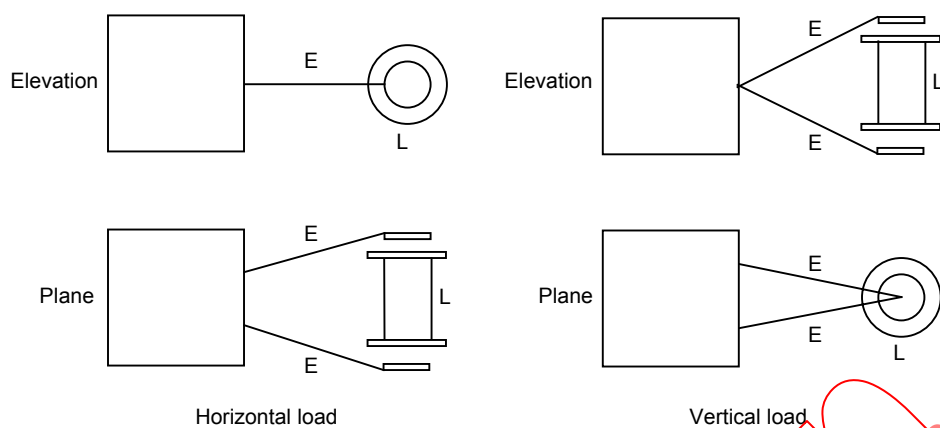
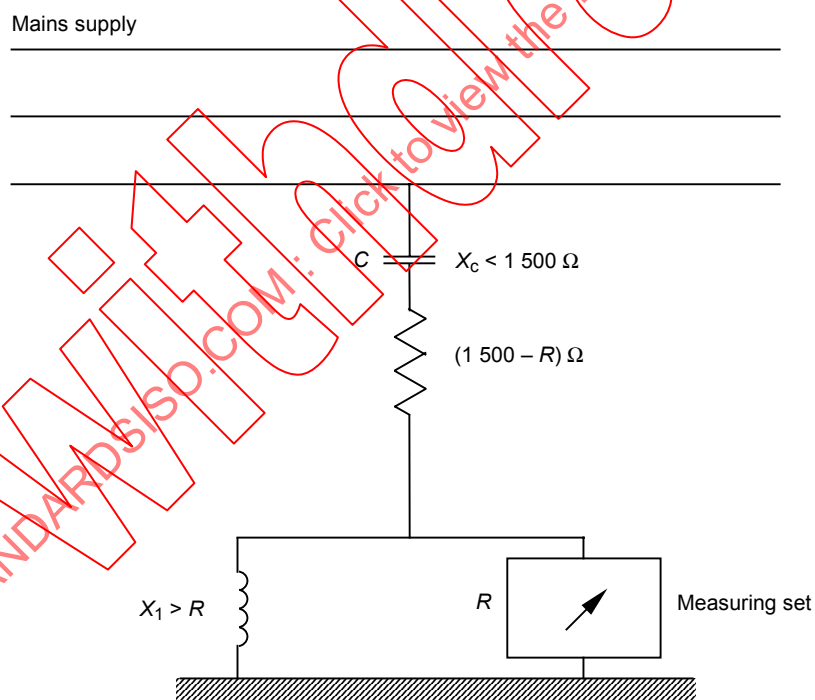


Figure 3 – Disposition of medical (capacitive type) and dummy load (see 6.5.1.1)



IEC 842/03

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

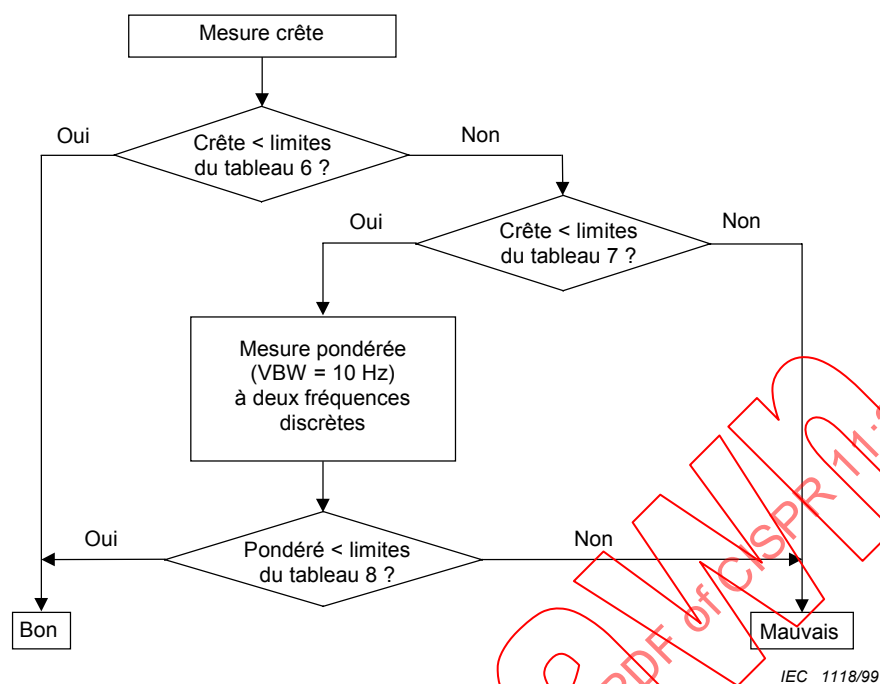
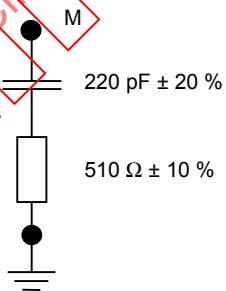


Figure 5 – Arbre de décision pour la mesure des émissions entre 1 GHz et 18 GHz des appareils ISM du groupe 2 de classe B fonctionnant à des fréquences supérieures à 400 MHz



IEC 843/03

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

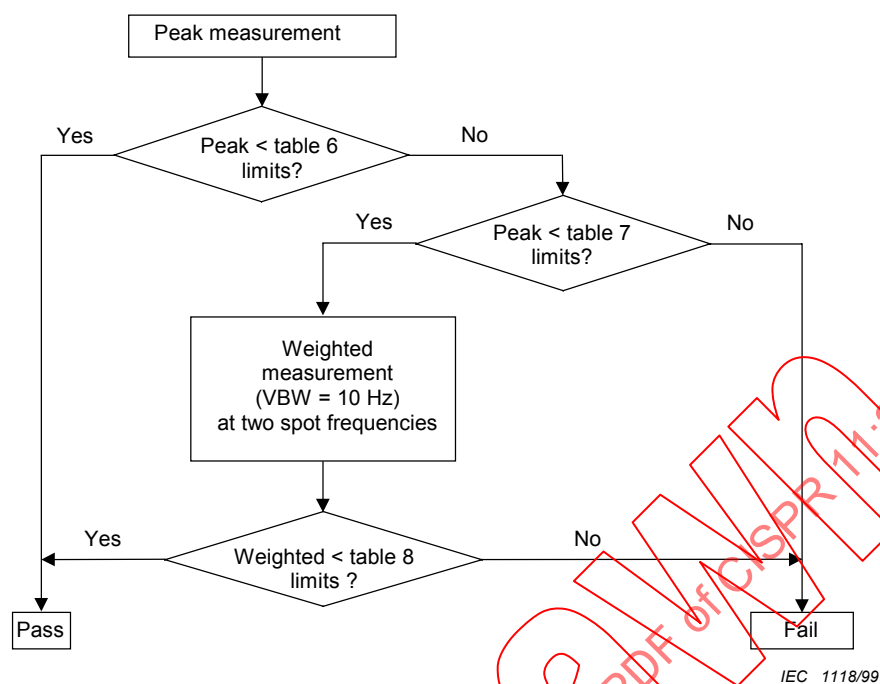
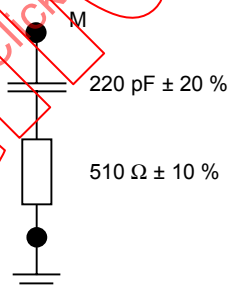


Figure 5 – Decision tree for the measurement of emissions from 1 GHz to 18 GHz of class B, group 2 ISM equipment operating at frequencies above 400 MHz



IEC 843/03

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 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.