

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

Première édition
First edition
1987-12

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

**Calcul des valeurs limites des appareils industriels,
scientifiques et médicaux**

**Determination of limits for industrial, scientific
and medical equipment**



Numéro de référence
Reference number
CISPR 23: 1987

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 régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «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 radio-électriques, 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*;
- 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.

* «Site web» de la CEI <http://www.iec.ch>

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 regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
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*;
- 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.

* IEC web site <http://www.iec.ch>

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

Première édition
First edition
1987-12

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

**Calcul des valeurs limites des appareils industriels,
scientifiques et médicaux**

**Determination of limits for industrial, scientific
and medical equipment**

© IEC 1987 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 photo-
copie 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
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

M

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Introduction	6
2. Calcul des valeurs limites	6
3. Application des limites	8
ANNEXE A – Modèle du calcul des valeurs limites	14
ANNEXE B – Historique	18
ANNEXE C – Evaluation de la situation actuelle	20
ANNEXE D – Résumé des propositions relatives aux calculs des limites	22

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Introduction	7
2. Derivation of limits	7
3. Application of limits	9
APPENDIX A – A model for the calculation of limits	15
APPENDIX B – Historical background	19
APPENDIX C – Appraisal of present situation	21
APPENDIX D – Summary of proposals for determination of limits	23

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES

CALCUL DES VALEURS LIMITES DES APPAREILS INDUSTRIELS, SCIENTIFIQUES ET MÉDICAUX

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels du C.I.S.P.R. en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Sous-Comités où sont représentés tous les Comités nationaux et les autres organisations membres du C.I.S.P.R. s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux et les autres organisations membres du C.I.S.P.R.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, le C.I.S.P.R. exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte des recommandations du C.I.S.P.R., dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre les recommandations du C.I.S.P.R. et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente publication a été établie par le Sous-Comité B du C.I.S.P.R. : Perturbations dues aux appareils industriels, scientifiques et médicaux pour fréquences radioélectriques, et a reçu le statut de Rapport du C.I.S.P.R. qui, conformément aux définitions de la Publication 10 du C.I.S.P.R., est «un exposé donné pour information indiquant les résultats d'études portant sur des sujets techniques concernant le C.I.S.P.R.».

Cette publication devient donc le Rapport n° 61 du C.I.S.P.R.

Article ou paragraphe	Statut	Document C.I.S.P.R./B (Secrétariat)...	Notes: approuvé
1, 2 et 3	Rapport n° 61	35	Sydney 1985

Cette publication fait référence à la Publication 11 du C.I.S.P.R. : Limites et méthodes de mesure des caractéristiques des appareils industriels, scientifiques et médicaux (ISM) à haute fréquence (à l'exclusion des appareils de diathermie chirurgicale) relatives aux perturbations radioélectriques.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

**DETERMINATION OF LIMITS FOR INDUSTRIAL, SCIENTIFIC
AND MEDICAL EQUIPMENT**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the C.I.S.P.R. on technical matters, prepared by Sub-Committees on which all the National Committees and other Member Organizations of the C.I.S.P.R. having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees and other Member Organizations of the C.I.S.P.R. in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the C.I.S.P.R. expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the C.I.S.P.R. recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the C.I.S.P.R. recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This publication was prepared by C.I.S.P.R. Sub-Committee B: Interference from Industrial, Scientific and Medical Radio Frequency Apparatus, and was given the status of a C.I.S.P.R. Report which according to the definitions of C.I.S.P.R. Publication 10 is "A statement issued for information giving results of studies on technical matters relating to the C.I.S.P.R.".

Consequently this publication is C.I.S.P.R. Report No. 61.

Clause or sub-clause	Status	Document C.I.S.P.R./B (Secretariat)...	Notes: Approved
1, 2 and 3	Report No. 61	35	Sydney 1985

This publication makes reference to C.I.S.P.R. Publication 11: Limits and Methods of Measurement of Radio Interference Characteristics of Industrial, Scientific and Medical (ISM) Radio-frequency Equipment (Excluding Surgical Diathermy Apparatus).

CALCUL DES VALEURS LIMITES DES APPAREILS INDUSTRIELS, SCIENTIFIQUES ET MÉDICAUX

1. Introduction

Le présent rapport du C.I.S.P.R. a pour objet d'examiner la position adoptée par le C.I.S.P.R. quant aux valeurs limites imposées aux appareils ISM pour la protection des télécommunications, de clarifier les rôles du CCIR et du C.I.S.P.R. dans le cadre de leur étude conjointe portant sur les valeurs limites nécessaires aux fins de cette protection, de résumer les diverses propositions de méthodes d'établissement des valeurs limites et de constituer à partir de ces propositions une méthode recommandée qui satisfera aux objectifs du C.I.S.P.R. et du CCIR. Le présent rapport ne traite que des rayonnements qui se produisent à l'extérieur des bandes désignées par l'UIT à l'usage des appareils ISM et ne couvre pas les appareils de traitement de l'information.

2. Calcul des valeurs limites

Le tableau I donne la liste complète des paramètres dont on doit tenir compte lors du calcul des valeurs limites, ainsi que celle des principaux services qui doivent être protégés. Les annexes décrivent un modèle de calcul des limites et donnent des renseignements historiques et généraux sur l'évolution de cette méthode.

2.1 *Protection des services de télécommunications*

L'intensité du champ utile à protéger, le rapport de protection nécessaire selon les divers types d'appareils ISM, la distance de la source à laquelle la protection est nécessaire et la loi d'atténuation à utiliser dans les calculs constituent tous des facteurs importants. Ces aspects nécessitent l'intervention du CCIR.

2.2 *Proposition d'un modèle pour le calcul des limites de perturbation*

Les colonnes 1 à 10 du tableau I donnent les facteurs qui ont été utilisés traditionnellement dans les modèles de prédiction du brouillage produit par des sources de radiofréquences. L'assignation des valeurs appropriées à chaque paramètre, par exemple à l'intensité du champ à protéger, au rapport de protection, etc. permet de déterminer les limites de protection correspondant au pire cas pour la protection des divers services de télécommunications contre le brouillage produit par les appareils ISM. Toutefois, un modèle fondé sur les paramètres du pire cas n'est pas réaliste, tant du point de vue technique que du point de vue économique, puisqu'il ne tient pas compte du fait que très peu de cas de brouillage dû aux appareils ISM ont été signalés. Il est donc essentiel de tenir compte de la probabilité d'apparition des perturbations. On peut donc inclure dans notre modèle les données résultant de l'expérience accumulée dans le monde entier dans ce domaine, bien que l'on reconnaisse qu'à l'heure actuelle, la probabilité ne peut être qu'une approximation, puisque plusieurs facteurs complexes sont en cause, ce que montre le paragraphe 2.3. Il est urgent de déterminer rapidement les valeurs numériques de la probabilité de brouillage des divers services et des études en ce sens sont en cours dans plusieurs pays.

DETERMINATION OF LIMITS FOR INDUSTRIAL, SCIENTIFIC AND MEDICAL EQUIPMENT

1. Introduction

The purpose of this C.I.S.P.R. report is to review the position of C.I.S.P.R. limits for the protection of telecommunications from interference from ISM equipment, to clarify the roles of the CCIR and the C.I.S.P.R. in their collaboration in studies on the limits required for this purpose, to summarize the various proposals for methods of specifying limits and to derive from these a recommended method which will meet the objectives of C.I.S.P.R. and CCIR. This report deals only with radiation which occurs outside the bands designated by ITU for ISM use and does not include consideration of data-processing equipment.

2. Derivation of limits

The full range of parameters to be taken into account in the derivation of limits is shown in Table I together with the major services requiring protection. The appendices provide a model for the calculation of limits together with historical and background information relevant to the evolution of the method.

2.1 *Protection of communication services*

The wanted field strength to be protected, the protection ratio required for the different types of ISM equipment, the distance from the source at which protection is necessary and the attenuation law to be used in the calculation are important. These are matters in which CCIR support is essential.

2.2 *Proposed model for use in calculating interference limits*

The factors that have traditionally been included in models for predicting interference from radio-frequency sources are listed in columns 1 to 10 of Table I. By assigning appropriate values to each parameter, for example, field strength to be protected, protection ratio, etc., worst case limits for protecting the various communication services from interference from ISM equipment may be determined. However, a model which is based on worst case parameters is both technically and economically unrealistic since it ignores the fact that there have been very few instances of interference attributed to ISM equipment. It is therefore critical that the probability that interference will occur should be taken into account. Thus the benefits of worldwide experience in this subject can be included although it is recognized that the probability can only be an estimate at present because so many complex factors are involved as shown in Sub-clause 2.3. Determination of numerical values of the probability for the various services is urgently required and studies are being undertaken in several countries.

2.3 Facteurs de probabilité

Probabilité de coïncidence de facteurs nuisibles: $P = P_1 \times P_2 \longrightarrow P_{10}$

où:

P_1 est la probabilité que le lobe principal du rayonnement ISM soit dans la direction du récepteur brouillé

P_2 est la probabilité que la capacité de réception maximale des antennes de réception directionnelles se situe dans la direction de la source de brouillage

P_3 est la probabilité que le récepteur brouillé soit immobile

P_4 est la probabilité que les appareils ISM produisent un signal de brouillage sur une fréquence critique

P_5 est la probabilité que l'harmonique pertinent soit inférieur à la valeur limite

P_6 est la probabilité que le type de signal de brouillage produit influe de manière notable sur le système de réception

P_7 est la probabilité de fonctionnement simultané de la source ISM et du système récepteur

P_8 est la probabilité que la source de brouillage se trouve à une distance à laquelle le brouillage est susceptible de se produire

P_9 est la probabilité de coïncidence de la valeur limite du rayonnement ISM et de la limite de la zone de desserte du service protégé

P_{10} est la probabilité d'atténuation due aux édifices

Consulter aussi le rapport n° 829 du CCIR: Calcul de la probabilité de brouillage.

3. Application des limites

La position traditionnelle du C.I.S.P.R. est de ne prescrire qu'une seule limite pour chaque classe d'appareil. Dans le passé, cette approche a donné des résultats très positifs pour certaines classes d'appareils, mais il est de plus en plus difficile de continuer de s'y conformer. Il est probable que l'adoption d'une seule classe de valeur limite pour tous les appareils ISM a été l'un des principaux obstacles à l'adoption comme normes internationales des limites prescrites par le C.I.S.P.R. pour les appareils ISM (voir l'annexe B).

L'opinion générale est donc que le C.I.S.P.R. doit adopter plus d'une classe de limites pour le matériel ISM. Toutefois, la définition des classes de limites et des divers types d'appareils ISM auxquels elles s'appliquent posent certains problèmes, qui font actuellement l'objet de discussions soutenues et les recommandations des limites ISM ne pourront être finalisées qu'après que les solutions appropriées auront été trouvées.

2.3 Probability factors

Probability of coincidence of adverse factors: $P = P_1 \times P_2 \longrightarrow P_{10}$

where:

P_1 is the probability that the major lobe of the ISM radiation is in the direction of the victim receiver

P_2 is the probability of directional receiving aeriels having maximum pick-up in the direction of the interfering source

P_3 is the probability that the victim receiver is stationary

P_4 is the probability of ISM equipment generating an interfering signal on a critical frequency

P_5 is the probability that the relevant harmonic is below the limit value

P_6 is the probability that the type of interfering signal being generated will produce a significant effect in the receiving system

P_7 is the probability of coincident operation of the ISM source and the receiving system

P_8 is the probability of the interfering source being within the distance at which interference is likely to occur

P_9 is the probability of coincidence of limit value of ISM radiation with edge of service area conditions for the protected service

P_{10} is the probability that buildings provide attenuation

Reference should also be made to CCIR Report No. 829. Calculation of the Probability of Interference.

3. Application of limits

C.I.S.P.R. has traditionally adopted the view that there should be only one limit for each class of appliance. This approach has in the past had considerable merit for some classes of appliances but it is becoming increasingly difficult to sustain. It is probable that the adoption of only one class of limit for all ISM equipment has been one of the chief factors in the failure of the C.I.S.P.R. ISM limits (see Appendix B) to be successfully adopted for international standardization.

It has therefore become widely accepted that C.I.S.P.R. shall adopt more than one class of limits for ISM equipment. However, there are difficulties in defining the classes of limits and the different types of ISM equipment to which they should apply but the problems are under active discussion and solutions should be found before ISM limit recommendations can be finalized.

TABLEAU I

Récapitulation des méthodes de détermination des limites pour les appareils ISM de 0,150 MHz à 960 MHz

Bande de fréquences (MHz)	Service à protéger	Signal à protéger (dB (μV/m))	Rapport de protection (dB)	Intensité admissible du champ perturbateur à l'antenne réceptrice (dB (μV/m))	Distance, par rapport aux appareils, à laquelle le signal doit être protégé (m)	Loi d'atténuation	Champ perturbateur équivalent approximatif à 30 m des appareils (dB (μV/m))	Atténuation due aux édifices (dB)	Ecart dû à la probabilité (dB)	Limite pratique correspondant à 30 m à partir de la limite de propriété (dB (μV/m))	Limite actuelle du C.I.S.P.R. à 30 m sur un site d'essai (dB (μV/m))	Proposition de révision des limites du C.I.S.P.R. à 30 m sur un site d'essai (dB (μV/m))
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
0,150 à 0,285	Radiodiffusion (B. km) Aérobaisés											
0,285 à 0,490	Aérobaisés											
0,490 à 1,605	Radiodiffusion Aérobaisés											
1,605 à 4,00	Service fixe Aéromobile											
4,00 à 15,00	Service fixe Aéromobile											
15,00 à 20,00	Service fixe Aéromobile											
20,00 à 30,00	Service fixe Aéromobile											
30,00 à 68,00	Radiodiffusion TV Terrestre mobile											
68,00 à 100,00	Aérobaisés Radiodiffusion (B. m) Terrestre mobile											
100,00 à 156,00	Radiodiffusion (B. m) ILS Aéromobile Terrestre mobile											
156,00 à 174,00	Terrestre mobile											

(Suite du tableau page 12)

TABLE I

Tabulation of the method of determining limits for ISM Equipment 0.150 MHz to 960 MHz

Frequency band (MHz) (1)	Service to be protected (2)	Signal to be protected (dB ($\mu\text{V/m}$)) (3)	Protection ratio (dB) (4)	Permissible interference field at receiving antenna (dB ($\mu\text{V/m}$)) (5)	Distance from equipment at which signal is to be protected (m) (6)	Attenuation law (7)	Approximate equivalent interference field at 30 m from equipment (dB ($\mu\text{V/m}$)) (8)	Building attenuation (dB) (9)	Allowance for probability (dB) (10)	Corresponding practical limit at 30 m from boundary (dB ($\mu\text{V/m}$)) (11)	Corresponding limit at 30 m on a test site (dB ($\mu\text{V/m}$)) (12)	Proposal for revision of C.I.S.P.R. limits at 30 m on a test site (dB ($\mu\text{V/m}$)) (13)
0.150 to 0.285	LF BC Aerobeacons											
0.285 to 0.490	Aerobeacons											
0.490 to 1.605	MF BC Aerobeacons											
1.605 to 4.00	Fixed links Aeromobile											
4.00 to 15.00	Fixed links Aeromobile											
15.00 to 20.00	Fixed links Aeromobile											
20.00 to 30.00	Fixed links Aeromobile											
30.00 to 68.00	TV BC Land mobile											
68.00 to 100.00	Aerobeacons FM BC Land mobile											
100.00 to 156.00	FM BC ILS Aeromobile Land mobile											
156.00 to 174.00	Land mobile											

(Continued of table page 13)

TABLEAU I (suite)

Bande de fréquences (MHz)	Service à protéger	Signal à protéger (dB (μV/m))	Rapport de protection (dB)	Intensité admissible du champ perturbateur à l'antenne réceptrice (dB (μV/m))	Distance, par rapport aux appareils, à laquelle le signal doit être protégé (m)	Loi d'atténuation	Champ perturbateur équivalent approximatif à 30 m des appareils (dB (μV/m))	Atténuation due aux édifices (dB)	Ecart dû à la probabilité (dB)	Limite pratique correspondant à 30 m à partir de la limite de propriété (dB (μV/m))	Limite actuelle du C.I.S.P.R. à 30 m sur un site d'essai (dB (μV/m))	Proposition de révision des limites du C.I.S.P.R. à 30 m sur un site d'essai (dB (μV/m))
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
174,00 à 216,00	Radiodiffusion TV Terrestre mobile											
216,00 à 400,00	ILS											
400,00 à 470,00	Service fixe Terrestre mobile											
470,00 à 585,00	Radiodiffusion TV											
585,00 à 614,00	Aéronav Radiodiffusion TV											
614,00 à 854,00	Radiodiffusion TV											
854,00 à 960,00	Terrestre mobile											

Note. — Explication des en-têtes de colonnes:

- (3) Valeur médiane de l'intensité du champ à protéger à la limite de la zone de desserte: ce paramètre est obtenu à partir du Règlement de l'UIT et des Recommandations du CCIR, selon le cas.
- (4) Rapport de protection. Parmi les valeurs du rapport entre le signal et le brouillage, celle qui est nécessaire à la protection du service contre le brouillage, en fonction des caractéristiques du signal produit par les appareils ISM (par exemple la stabilité de fréquence, etc.). Cette valeur doit être utilisée pour le calcul des limites et n'est pas nécessairement le même rapport de protection que celui qui est recommandé par le CCIR aux fins de la planification.
- (6) Distance moyenne minimale entre l'emplacement des appareils ISM et l'endroit où les appareils de réception du service en cause sont habituellement installés. Le facteur de probabilité tiendra compte des appareils qui se trouvent à des distances différentes.
- (9) Atténuation résultant des édifices qui abritent les appareils ISM. L'expérience a montré que 10 dB est une valeur pratique normale.

TABLE I (continued)

Frequency band (MHz)	Service to be protected	Signal to be protected (dB (μV/m))	Protection ratio (dB)	Permissible interference field at receiving antenna (dB (μV/m))	Distance from equipment at which signal is to be protected (m)	Attenuation law	Approximate equivalent interference field at 30 m from equipment (dB (μV/m))	Building attenuation (dB)	Allowance for probability (dB)	Corresponding practical limit at 30 m from boundary (dB (μV/m))	Corresponding limit at 30 m on a test site (dB (μV/m))	Proposal for revision of C.I.S.P.R. limits at 30 m on a test site (dB (μV/m))
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
174.00 to 216.00	TV BC Land mobile											
216.00 to 400.00	ILS											
400.00 to 470.00	Fixed links Land mobile											
470.00 to 585.00	TV BC											
585.00 to 614.00	Aeronav TV BC											
614.00 to 854.00	TV BC											
854.00 to 960.00	Land mobile											

Note. — Explanation of column headings:

- (3) Median value of the field strength to be protected at the edge of service area: to be derived from ITU regulations and CCIR recommendations as appropriate.
- (4) Protection ratio. The signal to interference ratio required to protect the service from interference with the characteristics of the signal generated by ISM equipment (e.g. frequency stability, etc.). This is the value to be used in the derivation of limits and is not necessarily the same protection ratio as recommended by CCIR for planning purposes.
- (6) The mean minimum distance from ISM equipment at which receiving installations of the relevant service are normally installed. Equipment at a different distance will be allowed for in the probability factor.
- (9) The attenuation provided by buildings in which the ISM equipment is installed. Experience has shown that 10 dB is a normal practical value.

ANNEXE A

MODÈLE DU CALCUL DES VALEURS LIMITES

Avant d'entreprendre la planification d'un service de radiocommunication, il est nécessaire de déterminer jusqu'à quel point il sera possible d'obtenir un niveau prédéterminé de qualité de réception. Cette condition peut s'exprimer par la probabilité que le rapport réel signal sur brouillage à l'entrée du récepteur soit supérieur au rapport signal sur brouillage minimal admissible, c'est-à-dire:

$$P [R (\mu_R; \sigma_R) \geq R_m] = \alpha \quad (1)$$

où:

$P [\quad]$ est la fonction de probabilité

$R (\mu_R; \sigma_R)$ est le rapport réel signal sur brouillage exprimé par sa valeur moyenne (μ_R) et son écart type (σ_R)

R_m est la valeur minimale admissible du rapport signal sur brouillage; et

α est la fiabilité

Le rapport réel signal sur brouillage peut être exprimé en fonction du signal utile, du signal de brouillage, de l'affaiblissement de propagation et du gain de l'antenne:

$$R = E_w (\mu_w; \sigma_w) + G_w (\mu_{G_w}; \sigma_{G_w}) - [E_i (\mu_i; \sigma_i) + G_i (\mu_{G_i}; \sigma_{G_i}) - L_0 (\mu_{L_0}; \sigma_{L_0}) - L_b (\mu_{L_b}; \sigma_{L_b})] \quad (2)$$

où:

E_w est la valeur réelle du signal utile, exprimé par sa valeur moyenne (μ_w) et son écart type (σ_w)

E_i est la valeur du signal de brouillage à une distance prédéterminée sur un emplacement d'essai, exprimé par sa valeur moyenne (μ_i) et son écart type (σ_i)

G_w est la valeur réelle du gain de l'antenne pour le signal utile, exprimé par sa valeur moyenne (μ_{G_w}) et son écart type (σ_{G_w})

G_i est la valeur réelle du gain de l'antenne pour le signal de brouillage exprimé par sa valeur moyenne (μ_{G_i}) et son écart type (σ_{G_i})

L_0 est la valeur réelle du facteur représentant l'atténuation du champ perturbateur par suite de sa propagation dans l'espace libre sans obstacle, exprimé par sa valeur moyenne (μ_{L_0}) et son écart type (σ_{L_0})

L_b est la valeur réelle du facteur représentant l'atténuation du champ perturbateur par suite des obstacles rencontrés sur son trajet de propagation, exprimé par sa valeur moyenne (μ_{L_b}) et son écart type (σ_{L_b})

Si l'on suppose que toutes les variables du côté droit de l'équation (2) obéissent à une distribution logarithmique normale, les facteurs de distribution peuvent être reliés par les expressions suivantes:

$$\mu_R = \mu_w + \mu_{G_w} - \mu_i - \mu_{G_i} + \mu_{L_0} + \mu_{L_b} \quad (3)$$

$$\sigma_R^2 = \sigma_w^2 + \sigma_{G_w}^2 + \sigma_i^2 + \sigma_{G_i}^2 + \sigma_{L_0}^2 + \sigma_{L_b}^2 \quad (4)$$

Dans le cas d'une distribution logarithmique normale, la fiabilité de production du niveau prédéterminé de qualité du service peut être exprimée par la fonction de distribution de probabilité normale suivante:

$$\Phi \left[- \frac{R_m - \mu_R}{\sigma_R} \right] = \alpha \quad (5)$$

Par conséquent:

$$\mu_R = R_m + t_\alpha \cdot \sigma_R \quad (6)$$

où:

$$t_\alpha = \Phi^{-1}(\alpha)$$

APPENDIX A

A MODEL FOR THE CALCULATION OF LIMITS

Before planning a radiocommunication service, it is necessary to decide upon the reliability of obtaining a predetermined quality of reception. This condition can be expressed in terms of the probability of the actual signal-to-interference ratio at the input of a receiver being greater than the minimum permissible signal-to-interference ratio. That is:

$$P [R (\mu_R; \sigma_R) \geq R_m] = \alpha \quad (1)$$

where:

$P [\quad]$ is the probability function

$R (\mu_R; \sigma_R)$ is the actual signal-to-interference ratio as a function of its mean value (μ_R) and standard deviation (σ_R)

R_m is the minimum permissible signal-to-interference ratio; and

α is the reliability

The actual signal-to-interference ratio can be expressed in terms of the wanted signal, the interference signal, the propagation losses and the antenna gain, as follows:

$$R = E_w (\mu_w; \sigma_w) + G_w (\mu_{G_w}; \sigma_{G_w}) - [E_i (\mu_i; \sigma_i) + G_i (\mu_{G_i}; \sigma_{G_i}) - L_0 (\mu_{L_0}; \sigma_{L_0}) - L_b (\mu_{L_b}; \sigma_{L_b})] \quad (2)$$

where:

E_w is the actual value of the wanted signal as a function of its mean value (μ_w) and the standard deviation (σ_w)

E_i is the value of the interference signal at a preset distance on a test site as a function of its mean value (μ_i) and standard deviation (σ_i)

G_w is the actual value of the antenna gain for the wanted signal as a function of its mean value (μ_{G_w}) and standard deviation (σ_{G_w})

G_i is the actual value of the antenna gain for the interference signal as a function of its mean value (μ_{G_i}) and standard deviation (σ_{G_i})

L_0 is the actual value of the factor which takes account of the attenuation of the interference field when it is propagated through free space without obstacles, as a function of its mean value (μ_{L_0}) and standard deviation (σ_{L_0})

L_b is the actual value of the factor which takes account of the attenuation of the interference field caused by obstacles in its propagation path, as a function of its mean value (μ_{L_b}) and standard deviation (σ_{L_b})

If it is assumed that all the variables on the right-hand side of equation (2) obey a lognormal distribution law, then the distribution factors are related as follows:

$$\mu_R = \mu_w + \mu_{G_w} - \mu_i - \mu_{G_i} + \mu_{L_0} + \mu_{L_b} \quad (3)$$

$$\sigma_R^2 = \sigma_w^2 + \sigma_{G_w}^2 + \sigma_i^2 + \sigma_{G_i}^2 + \sigma_{L_0}^2 + \sigma_{L_b}^2 \quad (4)$$

With a lognormal distribution law the reliability of obtaining the preset quality of service can be expressed by the following function of the normal probability-distribution:

$$\Phi \left[- \frac{R_m - \mu_R}{\sigma_R} \right] = \alpha \quad (5)$$

therefore:

$$\mu_R = R_m + t_\alpha \cdot \sigma_R \quad (6)$$

where:

$$t_\alpha = \Phi^{-1} (\alpha)$$

Si l'on combine les équations 3, 4 et 6, on obtient une expression de la valeur admissible moyenne de l'intensité du champ perturbateur à une distance prédéterminée de la source de brouillage:

$$\mu_i = \mu_w + \mu_{G_w} - \mu_{G_i} + \mu_{L_o} + \mu_{L_b} - R_m - t_n [\sigma_w^2 + \sigma_{G_w}^2 + \sigma_i^2 + \sigma_{G_i}^2 + \sigma_{L_o}^2 + \sigma_{L_b}^2]^{\frac{1}{2}} \quad (7)$$

La valeur moyenne du brouillage doit être inférieure à la limite et peut être exprimée de la manière suivante:

$$E = \mu_i + t_n \sigma_i \quad (8)$$

où:

E est la valeur limite du brouillage mesurée sur un site d'essai à une distance spécifiée

t_n est l'argument normalisé de la distribution et correspond à la probabilité du respect des valeurs limites

Le facteur d'atténuation en espace libre (μ_{L_o}) peut être calculé par l'équation suivante:

$$\mu_{L_o} = 20 \log_{10} \left(\frac{r^n}{d^m} \right) \quad (9)$$

où:

r est la distance moyenne entre la source de brouillage et l'antenne de réception

d est la distance d'essai spécifiée sur le site d'essai

n est l'exposant qui détermine le taux réel d'atténuation en espace libre

m est l'exposant qui détermine le taux d'atténuation en espace libre sur le site d'essai

Si l'on combine les équations 7, 8 et 9, on obtient l'expression suivante pour la valeur limite:

$$E = \mu_w + \mu_{G_w} - \mu_{G_i} + \mu_{L_b} - R_m + 20 \log_{10} \left(\frac{r^n}{d^m} \right) + t_n \sigma_i - t_n [\sigma_w^2 + \sigma_{G_w}^2 + \sigma_i^2 + \sigma_{G_i}^2 + \sigma_{L_o}^2 + \sigma_{L_b}^2]^{\frac{1}{2}} \quad (10)$$

La Recommandation 46/1 du C.I.S.P.R. (voir Publication 7B du C.I.S.P.R.) spécifie que 80% du matériel de série doit satisfaire aux limites de brouillage et les résultats des essais doivent nous assurer que cette condition sera satisfaite 80% du temps. La valeur de t_n qui correspond à ces conditions est 0,84.

By combining equations 3, 4 and 6 an expression is obtained for the permissible mean value of the interference field strength at a preset distance from the source of interference:

$$\mu_i = \mu_w + \mu_{G_w} - \mu_{G_i} + \mu_{L_0} + \mu_{L_b} - R_m - t_n [\sigma_w^2 + \sigma_{G_w}^2 + \sigma_i^2 + \sigma_{G_i}^2 + \sigma_{L_0}^2 + \sigma_{L_b}^2]^{\frac{1}{2}} \quad (7)$$

The mean value of the interference shall be below the limit, and may be specified as follows:

$$E = \mu_i + t_n \sigma_i \quad (8)$$

where:

E is the limit for interference measured on a test site at a specified distance; and

t_n is a normalized argument of the distribution function which corresponds to a probability level of compliance with the limits

The free space attenuation factor (μ_{L_0}) can be evaluated from:

$$\mu_{L_0} = 20 \log_{10} \left(\frac{r^n}{d^m} \right) \quad (9)$$

where:

r is an average distance between the interference source and the receiving antenna

d is the specified test distance on the measurement site

n is the exponent which determines the actual free space attenuation rate; and

m is the exponent which determines the free space attenuation rate on the test site

Combining equations 7, 8 and 9 the limit is given by:

$$E = \mu_w + \mu_{G_w} - \mu_{G_i} + \mu_{L_b} - R_m + 20 \log_{10} \left(\frac{r^n}{d^m} \right) + t_n \sigma_i - t_n [\sigma_w^2 + \sigma_{G_w}^2 + \sigma_i^2 + \sigma_{G_i}^2 + \sigma_{L_0}^2 + \sigma_{L_b}^2]^{\frac{1}{2}} \quad (10)$$

C.I.S.P.R. Recommendation 46/1 (see C.I.S.P.R. Publication 7B) specifies that 80% of series produced equipment should meet the interference limit, and that the testing should be such that there is 80% confidence that this is so. For these conditions $t_n = 0.84$.

ANNEXE B

HISTORIQUE

Les valeurs limites actuelles du C.I.S.P.R. pour le matériel industriel, scientifique et médical (ISM) sont en pratique celles qui ont été adoptées par le C.I.S.P.R. en 1973 à sa réunion plénière de West Long Branch (Recommandation 39/1, voir la Publication 7B du C.I.S.P.R.) et qui ont été publiées dans la Publication 11 du C.I.S.P.R. La modification n° 1 à la Publication 11 du C.I.S.P.R., qui ajoute des limites à 300 m dans la gamme de fréquences de 0,15 MHz à 30 MHz et qui recommande des limites à 30 m plutôt qu'à 100 m dans la gamme de fréquences de 30 MHz à 470 MHz «en dehors du terrain d'essai», a été publiée en décembre 1976.

Par la suite, en juin 1979 à La Haye, un projet d'amendement au tableau II de la Publication 11 du C.I.S.P.R. a été préparé afin d'accroître la sécurité des services de protection des vies humaines (PV 2165/C.I.S.P.R./B).

Quelques pays ont intégré les recommandations de la Publication 11 du C.I.S.P.R. dans leurs lois; l'application de ces limites dans des cas réels a permis l'acquisition d'une expérience pratique.

La Conférence administrative mondiale des radiocommunications (CAMR 79) de l'Union internationale des télécommunications (UIT) a décidé (Résolution n° 63) «que, pour assurer une protection convenable aux services de radiocommunication, il est nécessaire de mener d'urgence des études en vue de définir les limites à imposer aux rayonnements des appareils ISM dans tout le spectre radioélectrique, et plus particulièrement dans les bandes nouvellement désignées». L'UIT a invité le Comité consultatif international des radiocommunications (CCIR):

- i) à poursuivre, en collaboration avec le C.I.S.P.R. et la CEI, les études qu'il a entreprises au sujet du rayonnement des appareils ISM dans l'ensemble du spectre radioélectrique en vue d'assurer une protection convenable des services de radiocommunication;
- ii) à spécifier aussi rapidement que possible dans des Avis les limites à imposer au rayonnement des appareils ISM à l'intérieur et à l'extérieur des bandes qui leur sont désignées dans le Règlement des radiocommunications.

La priorité devrait être donnée aux études permettant de parvenir à un Avis relatif aux bandes de fréquences nouvellement désignées par la Conférence pour les appareils ISM et qui sont les suivantes:

6 765	—	6 795 kHz
433,05	—	434,79 MHz
61	—	61,5 GHz
122	—	123 GHz
244	—	246 GHz

L'UIT a aussi invité la prochaine CAMR compétente à résoudre le problème des brouillages causés par les appareils ISM aux services de radiocommunication, en tenant compte des Avis du CCIR. Les études sont en cours: le mandat du CCIR est assuré par la Commission d'études I du CCIR, tandis que le Groupe de travail intérimaire 1/4 (GTI 1/4) travaille en collaboration avec le C.I.S.P.R. et la CEI pour établir les valeurs limites acceptables.

L'une des premières actions du GTI 1/4 a été l'envoi d'un questionnaire aux Administrations nationales du CCIR afin de rassembler des données propres à chaque pays et relatives aux problèmes dus à l'utilisation d'appareils ISM.

APPENDIX B

HISTORICAL BACKGROUND

The present C.I.S.P.R. limits for Industrial, Scientific and Medical (ISM) equipment are substantially those adopted by the C.I.S.P.R. in 1973 at the plenary meeting held in West Long Branch (Recommendation 39/1, see C.I.S.P.R. Publication 7B) and published in C.I.S.P.R. Publication 11. Amendment No. 1 to C.I.S.P.R. Publication 11, adding limits at 300 m in the frequency range 0.15 MHz to 30 MHz and recommending limits “not on a test site” at a distance of 30 m instead of 100 m for the frequency range 30 MHz to 470 MHz, was published in December 1976.

Subsequently in June 1979 in The Hague a draft amendment to Table II of C.I.S.P.R. Publication 11 was prepared with the object of providing additional protection for safety of life services (RM 2165/C.I.S.P.R./B).

A limited number of countries have adopted the C.I.S.P.R. Publication 11 recommendations into their legislation and experience has been gained with the practical application of the limits.

At the World Administrative Radio Conference (WARC 79) the International Telecommunication Union (ITU) passed a resolution (Resolution No. 63) “that, to ensure that radiocommunication services are adequately protected, studies are urgently required on the limits to be imposed on the radiation from ISM equipment in the entire radio spectrum, particularly in the newly designated bands”. The ITU invited the International Radio Consultative Committee (CCIR):

- i) to continue, in collaboration with the C.I.S.P.R. and the IEC, its studies relating to radiation from ISM equipment in the entire radio spectrum in order to ensure adequate protection of radiocommunication services;
- ii) to specify as soon as possible, in the form of Recommendations, the limits to be imposed on radiation from ISM equipment inside and outside the bands designated for their use in the Radio Regulations.

Priority should be given to the studies which would permit the formulation of a Recommendation relating to the frequency bands, newly designated for use by ISM equipment at the conference, which are listed below:

6 765	—	6 795 kHz
433.05	—	434.79 MHz
61	—	61.5 GHz
122	—	123 GHz
244	—	246 GHz

The ITU also invited the next competent WARC to resolve the problem of interference from ISM equipment to radiocommunication services taking into account the CCIR Recommendations. The studies are proceeding in CCIR Study Group I to which the CCIR task has been devolved, and CCIR Interim Working Party 1/4 (IWP 1/4) has been delegated the task of collaboration with C.I.S.P.R. and the IEC to determine acceptable limits.

One of the early actions of IWP 1/4 was to send out a questionnaire to CCIR National Administrations to elicit information on the problems occasioned by the use of ISM equipment in individual countries.

ANNEXE C

ÉVALUATION DE LA SITUATION ACTUELLE

L'étude des réponses recueillies auprès des Administrations nationales grâce au questionnaire du CCIR ont révélé que:

- a) Dans la plupart des pays qui ont répondu au questionnaire, le pourcentage des appareils ISM en exploitation (à l'exception des fours à micro-ondes) qui satisfont aux valeurs limites du C.I.S.P.R. est faible.
- b) Dans chaque pays, le pourcentage de plaintes dues au brouillage attribuable aux appareils ISM est très faible.
- c) Le pourcentage n'est pas sensiblement plus bas dans les pays qui ont adopté les valeurs limites du C.I.S.P.R., que dans ceux qui ont des limites relativement élevées. Les troubles les plus importants ont été rapportés par un pays qui n'a pas encore adopté de valeur limite pour les appareils ISM. Toutefois, il est difficile de procéder à des comparaisons directes en raison de la diversité des conditions d'un pays à l'autre.

Les déclarations des divers pays indiquent que plusieurs des nations ayant intégré les valeurs limites du C.I.S.P.R. à leurs lois ont découvert que de nombreux appareils ne peuvent satisfaire à ces limites et les règlements ne sont pas appliqués avec rigueur. Dans plusieurs pays, les fabricants affirment que d'autres pays utilisent plus ou moins délibérément les limites du C.I.S.P.R. comme barrière technique aux échanges commerciaux, par l'attribution de dispenses générales aux fabricants nationaux, dispenses qu'il est très difficile, sinon impossible, d'obtenir pour le matériel importé. Il est évident que des appareils qu'il est impossible de fabriquer conformément aux limites du C.I.S.P.R. sont utilisés presque partout dans le monde et que le nombre de plaintes dues au brouillage attribuable aux appareils ISM est très faible en comparaison des brouillages dus aux autres sources.

La situation actuelle n'est donc pas acceptable, et ce pour deux raisons. En premier lieu, l'opinion selon laquelle les limites du C.I.S.P.R. ne donnent pas la base nécessaire à la protection du spectre a déjà été exprimée au sein de l'UIT. De plus, il a aussi été déclaré que les recommandations ne jouent pas le rôle qui devrait être le leur, c'est-à-dire constituer une base solide pour l'élimination des barrières techniques aux échanges commerciaux.

Il est donc urgent de réviser les valeurs limites du C.I.S.P.R. pour les appareils ISM.
