

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1000-4-3**

Première édition
First edition
1995-02

Compatibilité électromagnétique (CEM) –

Partie 4:

Techniques d'essai et de mesure –

Section 3: Essai d'immunité aux champs
électromagnétiques rayonnés aux fréquences
radioélectriques

Electromagnetic compatibility (EMC) –

Part 4:

Testing and measurement techniques –

Section 3: Radiated, radio-frequency,
electromagnetic field immunity test



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1000-4-3: 1995

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

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 27: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*;
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*;
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas*;

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale*.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

Validity of this publication

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

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)*, which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology*;
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets*;
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams*;

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice*.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1000-4-3**

Première édition
First edition
1995-02

Compatibilité électromagnétique (CEM) –

Partie 4:

Techniques d'essai et de mesure –

Section 3: Essai d'immunité aux champs
électromagnétiques rayonnés aux fréquences
radioélectriques

Electromagnetic compatibility (EMC) –

Part 4:

Testing and measurement techniques –

Section 3: Radiated, radio-frequency,
electromagnetic field immunity test

© CEI 1995 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 pro-
cédé, 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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

U

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
 Articles	
1 Domaine d'application et objet	8
2 Références normatives	8
3 Généralités	10
4 Définitions	10
5 Niveaux d'essai	14
6 Matériel d'essai	14
7 Montage d'essai	20
8 Procédures d'essai	24
9 Résultats d'essai et compte-rendu d'essai	26
 Figures	
1 Définition du niveau d'essai et des formes d'onde apparaissant à la sortie du générateur de signaux (niveau d'essai 1)	30
2 Exemple d'installation d'essai	32
3 Etalonnage du champ	34
4 Etalonnage du champ, dimensions de la zone uniforme	36
5 Exemple de montage d'essai pour un matériel posé au sol	38
6 Exemple de montage d'essai pour un matériel de table	40
 Annexes	
A Émetteurs/récepteurs portatifs (talkies-walkies)	42
B Antennes émettrices	44
C Utilisation des chambres anéchoïques	46
D Autres méthodes d'essai – Cellules TEM et lignes TEM à plaques	48
E Autres installations d'essai	50
F Choix des niveaux d'essai	52
G Mesures spéciales	54
H Choix des méthodes d'essai	54

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1 Scope and object	9
2 Normative references	9
3 General	11
4 Definitions	11
5 Test levels	15
6 Test equipment	15
7 Test set-up	21
8 Test procedures	25
9 Test results and test report	27
Figures	
1 Definition of the test level and the waveshapes occurring at the output of the signal generator (test level 1)	31
2 Example of suitable test facility	33
3 Calibration of field	35
4 Calibration of field, dimensions of the uniform area	37
5 Example of test set-up for floor-standing equipment	39
6 Example of test set-up for table-top equipment	41
Annexes	
A Portable transceivers (walkie-talkies)	43
B Field generating antennas	45
C Use of anechoic chambers	47
D Other test methods – TEM cells and striplines	49
E Other test facilities	51
F Selection of the test levels	53
G Special measures	55
H Selection of test methods	55

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

**Partie 4: Techniques d'essai et de mesure –
Section 3: Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés
aux fréquences radioélectriques**

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 en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles 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.

La Norme internationale CEI 1000-4-3 a été établie par le sous-comité 65A: Aspects systèmes, du comité d'études 65 de la CEI: Mesure et commande dans les processus industriels.

Elle constitue la section 3 de la partie 4 de la norme CEI 1000 et remplace la première édition de la CEI 801-3, parue en 1984. Elle a le statut de publication fondamentale en CEM en accord avec le guide 107 de la CEI.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
65A 40 77B (BC) 24	77B/148/RVD 77B/148A/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.

Les annexes A à H sont données uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –**Part 4: Testing and measurement techniques –
Section 3: Radiated, radio-frequency, electromagnetic field
immunity test**

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 cooperation 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, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, 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.

International Standard IEC 1000-4-3 has been prepared by sub-committee 65A: System aspects, of IEC technical committee 65: Industrial-process measurement and control.

It forms section 3 of part 4 of IEC 1000 and replaces the first edition of IEC 801-3 issued in 1984. It has the status of a basic EMC publication in accordance with IEC Guide 107.

The text of this standard is based on the following documents.

DIS	Report on voting
65A ⁴⁰ 77B (CO) ₂₄	77B/148/RVD 77B/148A/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.

Annexes A to H are for information only.

INTRODUCTION

La présente norme fait partie de la série des normes 1000 de la CEI, selon la répartition suivante:

Partie 1: Généralités

Considérations générales (introduction, principes fondamentaux)

Définitions, terminologie

Partie 2: Environnement

Description de l'environnement

Classification de l'environnement

Niveaux de compatibilité

Partie 3: Limites

Limites d'émission

Limites d'immunité (dans la mesure où elles ne relèvent pas des comités de produit)

Partie 4: Techniques d'essai et de mesure

Techniques de mesure

Techniques d'essai

Partie 5: Guide d'installation et d'atténuation

Guide d'installation

Méthodes et dispositifs d'atténuation

Partie 9: Divers

Chaque partie est à son tour subdivisée en sections qui seront publiées soit comme Normes internationales soit comme rapports techniques.

La présente section constitue une norme internationale qui traite des prescriptions en matière d'immunité et des procédures d'essai qui s'appliquent aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques.

INTRODUCTION

This standard is part of the IEC 1000 series, according to the following structure:

Part 1: General

General considerations (introduction, fundamental principles)

Definitions, terminology

Part 2: Environment

Description of the environment

Classification of the environment

Compatibility levels

Part 3: Limits

Emission limits

Immunity limits (in so far as they do not fall under the responsibility of the product committees)

Part 4: Testing and measurement techniques

Measurement techniques

Testing techniques

Part 5: Installation and mitigation guidelines

Installation guidelines

Mitigation methods and devices

Part 9: Miscellaneous

Each part is further subdivided into sections which are to be published either as International Standards or as technical reports.

This section is an international standard which gives immunity requirements and test procedures related to radiated, radio-frequency, electromagnetic fields.

COMPATIBILITÉ ÉLECTROMAGNÉTIQUE (CEM) –

Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 3: Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques

1 Domaine d'application et objet

La présente section de la CEI 1000-4 traite de l'immunité des matériels électriques et électroniques à l'énergie électromagnétique rayonnée. Elle définit les niveaux d'essai et les procédures d'essai nécessaires.

Cette section a pour objet d'établir une référence commune d'évaluation des performances des matériels électriques et électroniques soumis à des champs électromagnétiques aux fréquences radioélectriques.

NOTE – Cette section définit des méthodes d'essai pour mesurer l'incidence des rayonnements électromagnétiques sur le matériel concerné. La simulation et les mesures des rayonnements électromagnétiques ne sont pas suffisamment exactes pour déterminer quantitativement les effets. Les méthodes d'essai définies ont été principalement mises au point pour obtenir une bonne reproductibilité des résultats sur différentes installations d'essai en vue d'une analyse qualitative des effets.

Cette section ne vise pas à spécifier les essais devant s'appliquer à des appareils ou systèmes particuliers. Le but principal est de donner une référence de base d'ordre général à tous les comités de produits CEI concernés. Les comités de produits (ou les utilisateurs et fabricants de matériel) restent responsables du choix approprié des essais et du niveau de sévérité à appliquer à leur matériel.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente section de la CEI 1000-4. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision, et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente section de la CEI 1000-4 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 50(161): 1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 161 : Compatibilité électromagnétique*

CEI/DIS 1000-4-6, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 6: Essai d'immunité aux perturbations conduites, induites par les champs électromagnétiques aux fréquences radioélectriques*¹⁾

¹⁾ Actuellement au stade de projet de Norme internationale.

ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY (EMC) –

Part 4: Testing and measurement techniques – Section 3: Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test

1 Scope and object

This section of IEC 1000-4 is applicable to the immunity of electrical and electronic equipment to radiated electromagnetic energy. It establishes test levels and the required test procedures.

The object of this section is to establish a common reference for evaluating the performance of electrical and electronic equipment when subjected to radio-frequency electromagnetic fields.

NOTE – Test methods are defined in this section for measuring the effect that electromagnetic radiation has on the equipment concerned. The simulation and measurement of electromagnetic radiation is not adequately exact for quantitative determination of effects. The test methods defined are structured for the primary objective of establishing adequate repeatability of results at various test facilities for qualitative analysis of effects.

This section does not intend to specify the tests to be applied to particular apparatus or systems. Its main aim is to give a general basic reference to all concerned product committees of the IEC. The product committees (or users and manufacturers of equipment) remain responsible for the appropriate choice of the tests and the severity level to be applied to their equipment.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this section of IEC 1000-4. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this section of IEC 1000-4 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 50(161): 1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*

IEC/DIS 1000-4-6, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 6: Immunity to conducted disturbances induced by radio-frequency fields*¹⁾.

¹⁾ At present, at the stage of draft International Standard.

3 Généralités

La plupart des matériels électroniques sont, dans une certaine mesure, perturbés par les rayonnements électromagnétiques. Ces rayonnements proviennent souvent de petits émetteurs/récepteurs radio portatifs utilisés par le personnel d'exploitation, de maintenance et de sécurité, des émetteurs fixes de radio et télévision, des émetteurs radio utilisés à bord des véhicules et de diverses sources électromagnétiques industrielles.

En dehors de cette énergie électromagnétique rayonnée de façon délibérée, il existe également des rayonnements parasites provoqués par des appareils de soudure, des thyristors, des éclairages fluorescents, des commutateurs de charges inductives, etc. Pour la plus grande part, ces perturbations se manifestent sous forme de perturbations électriques conduites et, en tant que telles, sont traitées dans d'autres parties de la présente norme. Les méthodes utilisées pour prévenir les effets des champs électromagnétiques réduisent aussi normalement les effets provoqués par ces sources.

L'environnement électromagnétique est déterminé par la valeur du champ électromagnétique (la valeur du champ est exprimée en volts par mètre). Les structures environnantes ou la proximité d'autres matériels déformant et/ou réfléchissant les ondes électromagnétiques rendent la mesure du champ difficile sans l'utilisation d'instruments sophistiqués et son calcul n'est pas aisé avec les équations et les formules classiques.

4 Définitions

Pour les besoins de la présente section de la CEI 1000-4, les définitions suivantes et celles de la CEI 50(161) s'appliquent.

4.1 modulation d'amplitude: Opération par laquelle on fait varier l'amplitude d'une onde porteuse suivant une loi spécifiée.

4.2 chambre anéchoïque: Enceinte blindée revêtue d'un matériau absorbant les ondes radioélectriques afin de réduire les réflexions provenant des surfaces internes.

4.2.1 chambre totalement anéchoïque: Enceinte blindée dont les surfaces internes sont totalement revêtues d'un matériau absorbant.

4.2.2 chambre semi-anéchoïque: Enceinte blindée dont toutes les surfaces internes sont revêtues d'un matériau absorbant à l'exception du sol, qui doit être réfléchissant (plan de sol).

4.2.3 chambre semi-anéchoïque modifiée: Chambre semi-anéchoïque dans laquelle des absorbants supplémentaires sont disposés sur le plan de sol.

4.3 antenne: Transducteur servant soit à l'émission de puissance aux fréquences radioélectriques dans l'espace à partir d'une source de signaux, soit à intercepter l'arrivée d'un champ électromagnétique en le convertissant en un signal électrique.

4.4 symétriseur: Dispositif transformant une tension symétrique par rapport à la masse en une tension asymétrique ou inversement. [VEI 161-04-34]

3 General

Most electronic equipment is, in some manner, affected by electromagnetic radiation. This radiation is frequently generated by such sources as the small hand-held radio transceivers that are used by operating, maintenance and security personnel, fixed-station radio and television transmitters, vehicle radio transmitters, and various industrial electromagnetic sources.

In addition to electromagnetic energy deliberately generated, there is also spurious radiation caused by devices such as welders, thyristors, fluorescent lights, switches operating inductive loads, etc. For the most part, this interference manifests itself as conducted electrical interference and, as such, is dealt with in other parts of this standard. Methods employed to prevent effects from electromagnetic fields will normally also reduce the effects from these sources.

The electromagnetic environment is determined by the strength of the electromagnetic field (field strength in volts per metre). The field strength is not easily measured without sophisticated instrumentation nor is it easily calculated by classical equations and formulae because of the effect of surrounding structures or the proximity of other equipment that will distort and/or reflect the electromagnetic waves.

4 Definitions

For the purposes of this section of IEC 1000-4, the following definitions, together with those in IEC 50(161) apply.

4.1 amplitude modulation: Process by which the amplitude of a carrier wave is varied following a specified law.

4.2 anechoic chamber: Shielded enclosure which is lined with radio-frequency absorbers to reduce reflections from the internal surfaces.

4.2.1 fully anechoic chamber: Shielded enclosure whose internal surfaces are totally lined with anechoic material.

4.2.2 semi-anechoic chamber: Shielded enclosure where all internal surfaces are covered with anechoic material with the exception of the floor, which shall be reflective (ground plane).

4.2.3 modified semi-anechoic chamber: Semi-anechoic chamber which has additional absorbers installed on the ground plane.

4.3 antenna: Transducer which either emits radio-frequency power into space from a signal source or intercepts an arriving electromagnetic field, converting it into an electrical signal.

4.4 balun: Device for transforming an unbalanced voltage to a balanced voltage or vice versa. [IEV 161-04-34]

4.5 ondes entretenues: Ondes électromagnétiques dont les oscillations successives sont identiques en régime établi et qui peuvent être interrompues ou modulées pour transmettre des informations.

4.6 onde électromagnétique: Energie rayonnante créée par l'oscillation d'une charge électrique caractérisée par l'oscillation des champs électrique et magnétique.

4.7 champ lointain: Région dans laquelle la puissance surfacique émise par une antenne obéit approximativement à la loi de l'inverse du carré de la distance.

Pour un dipôle, cela correspond à des distances supérieures à $\lambda/2\pi$ où λ désigne la longueur d'onde du rayonnement.

4.8 valeur du champ: Le terme «valeur du champ» n'est utilisé que pour les mesures effectuées en champ lointain. Ces mesures peuvent concerner soit la composante électrique, soit la composante magnétique du champ et peuvent être exprimées en V/m, A/m ou W/m², chacune de ces unités pouvant être convertie dans les autres unités.

NOTE – Pour les mesures effectuées en champ proche, on utilisera le terme de «champ électrique» ou de «champ magnétique» suivant que le champ résultant, électrique ou magnétique, est mesuré. Dans cette région du champ, la relation entre les valeurs des champs électrique et magnétique et la distance est complexe et difficile à prévoir puisqu'elle dépend des configurations spécifiques. Dans la mesure où il n'est généralement pas possible de déterminer la relation de phase spatio-temporelle des différentes composantes du champ complexe, la puissance surfacique est, de la même manière, indéterminée.

4.9 bande de fréquences: Gamme continue de fréquences située entre deux limites.

4.10 champ d'induction: Champ électrique et/ou magnétique prédominant à une distance $d < \lambda/2\pi$, où λ désigne la longueur d'onde.

4.11 isotrope: Ayant des propriétés d'égale valeur dans toutes les directions.

4.12 polarisation: Orientation du vecteur de champ électrique d'un champ rayonné.

4.13 enceinte blindée: Structure métallique étanche ou à écran, expressément conçue dans le but d'isoler l'intérieur de l'environnement électromagnétique extérieur. Le but est d'empêcher les champs électromagnétiques ambiants extérieurs de provoquer une dégradation des performances et d'empêcher l'émission interne de provoquer des perturbations pour les activités extérieures.

4.14 ligne TEM à plaques: Ligne de transmission adaptée formée de deux plaques parallèles entre lesquelles une onde se propage en mode électromagnétique transverse afin de produire un champ spécifié pour des essais. [VEI 161-04-31]

4.15 rayonnements parasites: Toute émission électromagnétique indésirable émanant d'un dispositif électrique.

4.16 balayage: Vobulation continue ou incrémentale sur une gamme de fréquences.

4.17 émetteur/récepteur: Association dans un boîtier commun de matériel d'émission et de réception radio.

4.5 continuous waves (CW): Electromagnetic waves, the successive oscillations of which are identical under steady-state conditions, which can be interrupted or modulated to convey information.

4.6 electromagnetic (EM) wave: Radiant energy produced by the oscillation of an electric charge characterized by oscillation of the electric and magnetic fields.

4.7 far field: Region where the power flux density from an antenna approximately obeys an inverse square law of the distance.

For a dipole this corresponds to distances greater than $\lambda/2\pi$, where λ is the wavelength of the radiation.

4.8 field strength: The term "field strength" is applied only to measurements made in the far field. The measurement may be of either the electric or the magnetic component of the field and may be expressed as V/m, A/m or W/m²; any one of these may be converted into the others.

NOTE – For measurements made in the near field, the term "electric field strength" or "magnetic field strength" is used according to whether the resultant electric or magnetic field, respectively, is measured. In this field region, the relationship between the electric and magnetic field strength and distance is complex and difficult to predict, being dependent on the specific configuration involved. Inasmuch as it is not generally feasible to determine the time and space phase relationship of the various components of the complex field, the power flux density of the field is similarly indeterminate.

4.9 frequency band: Continuous range of frequencies extending between two limits.

4.10 induction field: Predominant electric and/or magnetic field existing at a distance, $d < \lambda/2\pi$, where λ is the wavelength.

4.11 isotropic: Having properties of equal values in all directions.

4.12 polarization: Orientation of the electric field vector of a radiated field.

4.13 shielded enclosure: Screened or solid metal housing designed expressly for the purpose of isolating the internal from the external electromagnetic environment. The purpose is to prevent outside ambient electromagnetic fields from causing performance degradation and to prevent emission from causing interference to outside activities.

4.14 stripline: Terminated transmission line consisting of two parallel plates between which a wave is propagated in the transverse electromagnetic mode to produce a specified field for testing purposes. [IEV 161-04-31]

4.15 spurious radiation: Any undesired electromagnetic emission from an electrical device.

4.16 sweep: Continuous or incremental traverse over a range of frequencies.

4.17 transceiver: Combination of radio transmitting and receiving equipment in a common housing.

5 Niveaux d'essai

La gamme préférentielle des niveaux d'essai est indiquée dans le tableau 1.

Gamme de fréquences: de 80 MHz à 1 000 MHz.

Tableau 1 – Niveaux d'essai

Niveau	Valeur du champ d'essai V/m
1	1
2	3
3	10
x	Spécial
NOTE – x est un niveau à déterminer. Ce niveau peut être donné dans la spécification de produit.	

Le tableau 1 indique la valeur de champ du signal non modulé. Pour l'essai du matériel, ce signal est modulé en amplitude à 80 % avec une onde sinusoïdale de 1 kHz pour simuler les menaces réelles (voir figure 1). Pour la description de l'essai, se reporter à l'article 8.

NOTES

- 1 Les comités de produit peuvent décider de choisir une fréquence frontière plus basse ou plus élevée que 80 MHz entre la CEI 1000-4-3 et la CEI 1000-4-6 (voir annexe H).
- 2 Les comités de produit peuvent adopter un autre type de modulation.
- 3 La future IEC 1000-4-6 (en préparation) définira également des méthodes d'essai d'immunité des matériels électriques et électroniques aux rayonnements électromagnétiques. Elle couvrira les fréquences en dessous de 80 MHz.

6 Matériel d'essai

Les types de matériel d'essai suivants sont recommandés:

- **Chambre anéchoïque:** d'une taille adéquate pour permettre de maintenir un champ uniforme de dimensions suffisantes par rapport au matériel à essayer (EST). Des absor-bants supplémentaires peuvent être utilisés pour atténuer les réflexions dans les chambres qui ne sont pas entièrement revêtues de matériau absorbant.

NOTE – D'autres méthodes de génération de champs électromagnétiques utilisent des cellules TEM et des lignes TEM à plaques, des chambres blindées non revêtues ou partiellement revêtues de matériau absorbant et des emplacements d'essai en champ libre.

Ces dispositifs imposent des limitations de taille pour le matériel à installer dans le champ uniforme, des limitations de gamme de fréquences, ou impliquent une infraction aux réglementations locales.

Il convient de prendre des précautions pour s'assurer que les conditions d'essai soient équivalentes à celles en chambre anéchoïque.

- **Filtres de réjection des perturbations électromagnétiques:** des précautions doivent être prises pour que ces filtres n'introduisent aucun effet de résonance sur les lignes.

5 Test levels

The preferential range of test levels is given in table 1.

Frequency range: 80 MHz to 1 000 MHz.

Table 1 – Test levels

Level	Test field strength V/m
1	1
2	3
3	10
x	Special
NOTE – x is an open test level. This level may be given in the product specification.	

Table 1 gives details of the field strength of the unmodulated signal. For testing of equipment, this signal is 80 % amplitude modulated with a 1 kHz sinewave to simulate actual threats (see figure 1). Details of how the test is performed are given in clause 8.

NOTES

- 1 Product committees may decide to choose a lower or higher transition frequency than 80 MHz between IEC 1000-4-3 and IEC 1000-4-6 (see annex H).
- 2 Product committees may select alternative modulation schemes.
- 3 The future IEC 1000-4-6 (in preparation) will also define test methods for establishing the immunity of electrical and electronic equipment against radiated electromagnetic energy. It will cover frequencies below 80 MHz.

6 Test equipment

The following types of test equipment are recommended:

- *Anechoic chamber*: of a size adequate to maintain a uniform field of sufficient dimensions with respect to the equipment under test (EUT). Additional absorbers may be used to damp reflections in chambers which are not fully lined.

NOTE – Alternative methods of generating EM fields include TEM cells and stripline circuits, unlined screened rooms, partially lined shielded rooms, and open area test sites.

These devices have limitations in the size of equipment which can be accommodated in the uniform field, the frequency range, or infringement of local regulations.

Care should be taken to ensure that the conditions of test are equivalent to those in the anechoic chamber.

- *EMI filters*: care shall be taken to ensure that the filters introduce no additional resonance effects on the connected lines.

– *Générateurs de signaux à fréquences radioélectriques (r.f.)* capables de couvrir la bande de fréquences concernée et d'être modulés en amplitude par une onde sinusoïdale de 1 kHz avec un taux de modulation de 80 %. Ils doivent comporter, soit une fonction de balayage automatique de $1,5 \times 10^{-3}$ décade/s ou plus lente, ou bien, dans le cas de synthétiseurs r.f., pouvoir être programmés par pas de fréquence et temps de maintien. Ils doivent également pouvoir être réglés manuellement.

L'utilisation de filtres passe-bas ou passe-bande peut être nécessaire pour éviter des problèmes dus aux harmoniques sur les matériels de contrôle recevant les signaux.

– *Amplificateurs de puissance*: pour amplifier le signal (non modulé et modulé) et fournir à l'antenne émettrice la puissance nécessaire pour obtenir le niveau de champ souhaité. Les harmoniques et la distorsion produits par les amplificateurs doivent avoir un niveau inférieur ou égal à 15 dB en dessous du niveau de la porteuse.

– *Antennes émettrices (voir annexe B)*: biconique, log-périodique ou tout autre antenne à polarisation linéaire répondant aux exigences de fréquence. L'utilisation des antennes à polarisation circulaire est à l'étude.

– *Sonde de contrôle de champ à polarisations horizontale et verticale ou isotropique* munie de doublets d'environ 0,1 m de long ou moins, dont les amplificateurs de tête et l'optoélectronique présentent une immunité correcte aux champs à mesurer, et une liaison à fibre optique avec l'indicateur situé à l'extérieur de la chambre. Il est également possible d'utiliser une liaison correctement filtrée.

– *Matériel associé pour enregistrer les niveaux de puissance* nécessaires à la valeur du champ requis et pour contrôler la génération de ce signal pour les essais.

Des précautions doivent être prises pour que les matériels auxiliaires présentent une immunité suffisante.

6.1 Description des installations d'essai

Etant donné l'amplitude des champs produits, et afin de ne pas enfreindre les réglementations nationales et internationales interdisant de brouiller les systèmes de radiocommunication, les essais doivent être réalisés dans une chambre blindée. De plus, étant donné que la plupart des matériels d'essai utilisés pour recueillir des données sont sensibles au champ électromagnétique ambiant local généré pendant l'exécution de l'essai d'immunité, la chambre blindée fournit la «barrière» indispensable entre le matériel à essayer (EST) et les instruments d'essai nécessaires. Des précautions doivent être prises pour s'assurer que le câblage d'interconnexion pénétrant dans la chambre blindée atténue convenablement l'émission conduite et rayonnée et préserve l'intégrité du signal et de la puissance de l'EST.

L'installation d'essai recommandée consiste en une chambre blindée, revêtue d'un matériau absorbant, qui doit être suffisamment grande en regard de l'EST tout en permettant le contrôle correct du champ. Des chambres blindées associées doivent loger les matériels générateurs et contrôleurs de champ ainsi que le matériel mettant l'EST à l'épreuve. Cette installation d'essai comprend des chambres anéchoïques ou des chambres semi-anéchoïques modifiées dont un exemple est illustré par la figure 2.

Les chambres anéchoïques sont moins efficaces aux basses fréquences. Des précautions particulières doivent être prises pour assurer l'uniformité du champ généré aux basses fréquences. Pour plus d'informations, se reporter à l'annexe C.

- *RF signal generator(s)* capable of covering the frequency band of interest and which can be amplitude modulated by a 1 kHz sinewave to 80 % depth. They shall have either an automated sweep capability of $1,5 \times 10^{-3}$ decade/s or slower or, in the case of r.f. synthesizers, be capable of being programmed with frequency-dependent step-sizes and dwell times. They shall also be capable of being set manually.

The use of low-pass or band-pass filters may be necessary to avoid problems caused by harmonics to equipment which is intended to receive signals for monitoring purposes.

- *Power amplifiers:* to amplify signal (unmodulated and modulated) and provide antenna drive to the necessary field level. The harmonics and distortion produced by the power amplifier shall be at a level less than or equal to 15 dB below carrier level.

- *Field generating antennas (see annex B):* biconical, log periodic or any other linearly polarized antenna system capable of satisfying frequency requirements. Circularly polarized antennas are under consideration.

- *A horizontally and vertically polarized or an isotropic field strength monitoring antenna* with dipoles about 0,1 m total length or less, adequate immunity of any head amplifier and opto-electronics to the field strength to be measured, and a fibre optic link to the indicator outside the chamber. An adequately filtered signal link may also be used.

- *Associated equipment to record the power levels* necessary for the required field strength and to control the generation of that level for testing.

Care shall be taken to ensure adequate immunity of the auxiliary equipment.

6.1 Description of the test facility

Because of the magnitude of the field strengths generated, the tests shall be made in a shielded enclosure in order to comply with various national and international laws prohibiting interference to radio communications. In addition, since most test equipment used to collect data is sensitive to the local ambient electromagnetic field generated during the execution of the immunity test, the shielded enclosure provides the necessary "barrier" between the EUT and the required test instrumentation. Care shall be taken to ensure that the interconnection wiring penetrating the shielded enclosure adequately attenuates the conducted and radiated emission and preserves the integrity of the EUT's signal and power responses.

The preferred test facility consists of an absorber-lined shielded enclosure that shall be large enough to accommodate the EUT whilst allowing adequate control over the field strengths. Associated shielded enclosures shall accommodate the field generating and monitoring equipment, and the equipment which exercises the EUT. This includes anechoic chambers or modified semi-anechoic chambers, an example of which is shown in figure 2.

Anechoic chambers are less effective at lower frequencies. Particular care shall be taken to ensure the uniformity of the generated field at the lower frequencies. Further guidance is given in annex C.

6.2 Etalonnage du champ

Le but de l'étalonnage du champ est de s'assurer que l'uniformité du champ sur l'ensemble de l'échantillon soumis à l'essai est suffisante afin d'obtenir des résultats d'essai corrects. La modulation n'est pas présente lors de l'étalonnage pour obtenir une indication correcte des sondes de champ.

Cette section de la CEI 1000-4 utilise la notion de «zone uniforme» (voir figure 3) qui représente un plan vertical hypothétique du champ dans lequel les variations sont assez faibles pour être considérées comme acceptables. Cette zone uniforme est de 1,5 m × 1,5 m, mais elle peut être plus petite si l'EST et ses câbles se trouvent entièrement illuminés. Lors de l'essai, la face illuminée de l'EST doit être en coïncidence avec ce plan (voir figures 5 et 6).

Etant donné qu'il est impossible d'établir un champ uniforme près d'un plan de sol de référence, la zone étalonnée est établie à une hauteur d'au moins 0,8 m au-dessus du plan de sol de référence. Dans la mesure du possible, l'EST est placé à cette hauteur.

Afin d'établir la sévérité de l'essai des EST et des câbles qui doivent être essayés près du plan de sol de référence, ou dont les dimensions sont supérieures à 1,5 m × 1,5 m, la valeur du champ est également mesurée à 0,4 m de hauteur, et sur toute la largeur et la hauteur de l'EST. Les résultats seront notés dans le compte-rendu d'essai.

La zone uniforme est étalonnée avec la chambre vide. L'installation et la position de l'antenne, des absorbants supplémentaires (éventuellement), etc. sont enregistrées et conservées. Elles peuvent alors être utilisées pour la vérification de la chambre qui est réalisée avant chaque campagne d'essai (voir article 7). Il est admis qu'un étalonnage complet soit réalisé seulement annuellement ou lorsque des changements ont été effectués dans la configuration de la chambre (absorbant remplacé, zone modifiée, matériel changé, etc.).

L'antenne d'émission doit être placée à une distance suffisante pour que la zone d'étalonnage, 1,5 m × 1,5 m, se situe dans le faisceau du champ émis. Si la zone destinée à être occupée par la face de l'EST réel dépasse 1,5 m × 1,5 m, il est alors nécessaire d'effectuer un étalonnage avec différents emplacements de l'antenne émettrice pour permettre à l'EST d'être entièrement illuminé en plusieurs fois.

La sonde de champ doit être à une distance minimale de 1 m de l'antenne émettrice. Une distance de 3 m entre l'antenne et l'EST est préférée. Cette distance est prise à partir du centre d'une antenne biconique, ou de l'extrémité d'une antenne log-périodique. Le compte-rendu d'essai doit indiquer la distance d'essai utilisée entre l'antenne émettrice et la zone étalonnée.

En cas de litige, les mesures effectuées à 3 m ont préséance.

Un champ est considéré comme uniforme si son amplitude sur toute la zone définie ne dépasse pas de -0 dB à +6 dB de la valeur nominale, sur 75 % de la surface (c'est-à-dire si au moins 12 des 16 points mesurés sont dans la tolérance).

NOTE – Pour des fréquences différentes, des points de mesure différents peuvent se trouver dans la tolérance.

6.2 Calibration of field

The purpose of field calibration is to ensure that the uniformity of the field over the test sample is sufficient to ensure the validity of the test results. Modulation is not present during the calibration to ensure the proper indication of any field sensor.

This section of IEC 1000-4 uses the concept of a "uniform area" (see figure 3) which is a hypothetical vertical plane of the field in which variations are acceptably small. This uniform area is 1,5 m × 1,5 m, unless the EUT and its wires can be fully illuminated within a smaller surface. In the test set-up, the EUT shall have its face to be illuminated coincident with this plane (see figures 5 and 6).

Because it is impossible to establish a uniform field close to an earth reference plane, the calibrated area is established at a height no closer than 0,8 m above the earth reference plane, and where possible the EUT is located at this height.

In order to establish the severity of the test for EUTs and wires which must be tested close to the earth reference plane or which have larger sides than 1,5 m × 1,5 m, the intensity of the field is also recorded at 0,4 m height, and for the full width and height of the EUT, and reported in the test report.

The uniform area is calibrated in the empty enclosure. The set-up and positioning of the antenna, additional absorber (if used), etc. are recorded and kept. These can then be used in the chamber verification that is carried out before each batch of testing (see clause 7). It is intended that the full area calibration only be carried out annually or when changes have been made in the enclosure configuration (absorber replaced, area moved, equipment changed, etc.).

The transmitting antenna shall be placed at a distance sufficient to allow a calibration area, 1,5 m × 1,5 m, to fall within the beam width of the transmitted field. If the area intended to be occupied by the face of the actual EUT is larger than 1,5 m × 1,5 m then a calibration will be necessary at different radiating antenna locations to allow the EUT to be illuminated in a series of tests.

The field sensor shall be at least 1 m from the field generating antenna. A distance of 3 m between antenna and EUT is preferred. This dimension is taken from the centre of a biconical antenna, or from the tip of a log periodic antenna. The test report shall state the test distance from field generating antenna to the calibrated area used.

In cases of dispute, measurements at 3 m take precedence.

A field is considered uniform if its magnitude over the defined area is within -0 dB to +6 dB of nominal value, over 75 % of the surface (i.e. if at least 12 of the 16 points measured are within the tolerance).

NOTE – At different frequencies, different measuring points may be within the tolerance.

La tolérance de -0 dB à $+6$ dB a été choisie pour être sûr que la valeur du champ ne devienne pas inférieure à la valeur nominale. La tolérance de 6 dB est considérée dans la pratique comme étant le minimum réalisable pour les installations d'essai.

La procédure pour effectuer l'étalonnage est la suivante:

- a) Placer la sonde de champ à un des 16 points de la grille (voir figure 4).
- b) Appliquer une puissance incidente à l'antenne émettrice de manière que la valeur du champ obtenue soit dans la gamme 3 V/m à 10 V/m et enregistrer les deux lectures (puissance et valeur du champ).
- c) Avec la même puissance incidente, mesurer et enregistrer la valeur du champ aux 15 autres points.
- d) Prendre les 16 points en considération et supprimer au maximum 25 % des points (c'est-à-dire 4 des 16 points) qui présentent l'écart le plus important.
- e) Les points restants doivent se trouver dans la tolérance de ± 3 dB.
- f) Des points restants, prendre comme référence la position de celui qui présente la valeur du champ la plus faible (cela pour satisfaire à la tolérance de -0 dB à $+6$ dB).
- g) A partir de la connaissance de la puissance d'entrée et de la valeur du champ, la puissance incidente nécessaire pour la valeur du champ d'essai requis peut être calculée (c'est-à-dire que si à un point donné 1 mW donne 0,5 V/m, alors 36 mW sont nécessaires pour obtenir 3 V/m). Cela est noté.
- h) Répéter les étapes a) à g) avec des pas de fréquence inférieurs ou égaux à 10 % de la fréquence de départ (et ensuite de la précédente fréquence) pour les polarisations horizontale et verticale.

L'étalonnage est valide pour tous les EST dont les faces individuelles (y compris le câblage) peuvent être totalement contenues dans la «zone uniforme».

Les antennes et câbles utilisés lors de l'étalonnage du champ doivent être utilisés pour les essais. Les mêmes antennes et les mêmes câbles étant utilisés pour l'étalonnage et les essais, les pertes dues aux câbles et les facteurs d'antenne des antennes émettrices n'entrent pas en ligne de compte.

La position exacte des antennes émettrices et des câbles doit être consignée. De légers déplacements pouvant affecter le champ de façon significative, la même position doit être respectée pour les essais.

7 Montage d'essai

Le matériel doit être essayé dans une configuration aussi proche que possible d'un cas réel. Le câblage doit être conforme aux recommandations du fabricant et le matériel doit être dans son enveloppe, équipé de tous ses capots et panneaux d'accès, sauf spécification contraire.

Si le matériel est destiné à être monté sur panneau, baie ou armoire, il doit être essayé dans cette configuration.

Il n'est pas nécessaire de disposer d'un plan de sol métallique. Si le matériel à essayer doit être installé sur un support, ce dernier doit être non métallique et non conducteur. Toutefois, la mise à la terre de l'enveloppe ou du boîtier du matériel doit être conforme aux recommandations d'installation du fabricant.

The tolerance has been expressed as -0 dB to $+6$ dB to ensure that the field strength does not fall below nominal. The tolerance of 6 dB is considered to be the minimum achievable in practical test facilities.

The procedure for carrying out the calibration is as follows:

- a) Position the field sensor at one of the 16 points in the grid (see figure 4).
- b) Apply a forward power to the field generating antenna so that the field strength obtained is in the range 3 V/m to 10 V/m and record both (power and field strength) readings.
- c) With the same forward power, measure and record the field strength at the remaining 15 points.
- d) Taking all 16 points into consideration, delete a maximum of 25 % (i.e. 4 of the 16) of those with the greatest deviation.
- e) The remaining points shall lie within ± 3 dB.
- f) Of the remaining points, take the location with the lowest field strength as reference (this ensures the -0 dB to $+6$ dB requirement is met).
- g) From knowledge of the input power and the field strength, the necessary forward power for the required test field strength can be calculated (e.g. if at a given point 1 mW gives 0,5 V/m, then 36 mW is needed for 3 V/m). This is recorded.
- h) Repeat steps a) to g) in frequency steps no greater than 10 % of the start frequency (and thereafter the preceding frequency) for both horizontal and vertical polarizations.

The calibration is valid for all EUTs whose individual faces (including any cabling) can be fully enclosed by the "uniform area".

The antennas and cables which have been used to establish the calibrated field shall be used for the testing. Since the same antennas and cables are used, the cable losses and antenna factors of the field generating antennas are not relevant.

The exact position of the generating antennas and cables shall be recorded. Since even small displacements will significantly affect the field, the identical position shall be used for testing.

7 Test set-up

All testing of equipment shall be performed in a configuration as close as possible to the installed case. Wiring shall be consistent with the manufacturer's recommended procedures, and the equipment shall be in its housing with all covers and access panels in place, unless otherwise stated.

If the equipment is designed to be mounted in a panel, rack or cabinet, it shall be tested in this configuration.

A metallic ground plane is not required. When a means is required to support the test sample, it shall be constructed of a non-metallic, non-conducting material. However, grounding of housing or case of the equipment shall be consistent with the manufacturer's installation recommendations.

Lorsqu'un EST comprend à la fois des éléments posés au sol et sur une table, les positions relatives de ces éléments doivent être conservées.

Les figures 5 et 6 illustrent des montages typiques d'EST.

7.1 Installation d'un matériel de table

Le matériel à essayer est placé sur une table en matériau non conducteur de 0,8 m de hauteur.

NOTE – L'utilisation de supports non conducteurs évite la mise à la masse accidentelle de l'EST et la distorsion du champ. En ce qui concerne ce dernier point, il est recommandé d'utiliser un support entièrement constitué d'un matériau non conducteur plutôt que d'un revêtement isolant sur une structure métallique.

Le matériel est ensuite connecté aux câbles d'alimentation et de signaux conformément aux instructions d'installation applicables.

7.2 Installation d'un matériel posé au sol

Le matériel à essayer doit être placé sur un support non conducteur de 0,1 m au-dessus du plan de sol. L'utilisation de supports non conducteurs évite la mise à la masse accidentelle de l'EST et la distorsion du champ. En ce qui concerne ce dernier point, le support doit être entièrement constitué d'un matériau non conducteur plutôt que d'un revêtement isolant sur une structure métallique. Il peut être possible d'installer, sur une plate-forme non conductrice de 0,8 m de hauteur, un matériel destiné à être posé au sol dans la mesure où celui-ci n'est pas trop encombrant ou trop lourd, ou si sa hauteur n'est pas susceptible de nuire à la sécurité et si cette solution est expressément demandée par les comités de produit. Cette variante de la méthode d'essai normalisée doit être consignée dans le compte-rendu d'essai.

Le matériel est ensuite connecté aux câbles d'alimentation et de signaux conformément aux instructions d'installation applicables.

7.3 Disposition du câblage

Si le type de câblage d'entrée et de sortie de l'EST n'est pas spécifié, des conducteurs parallèles non blindés doivent être utilisés.

Les câbles restent exposés au champ électromagnétique sur une distance de 1 m à partir de l'EST.

Le câblage reliant les différentes enveloppes de l'EST doit être traité de la façon suivante:

- les types de câbles et de connecteur spécifiés par le fabricant doivent être utilisés;
- si la spécification du fabricant exige un câblage d'une longueur égale ou inférieure à 3 m, la longueur spécifiée doit alors être utilisée. Le câblage doit être mis en faisceau, faiblement inductif, de 1 m de longueur;
- si la longueur de câble spécifiée est supérieure à 3 m, ou si elle n'est pas spécifiée, la longueur illuminée doit alors être de 1 m. Le reste du câble est découplé, par exemple à travers des tubes de ferrite à pertes r.f.

Le filtre de réjection des perturbations électromagnétiques utilisé ne doit pas modifier le fonctionnement de l'EST. La méthode utilisée doit être consignée dans le compte-rendu d'essai.

When an EUT consists of floor-standing and table-top components, the correct relative positions shall be maintained.

Typical EUT set-ups are shown in figures 5 and 6.

7.1 Arrangement of table-top equipment

The equipment to be tested is placed in the test facility on a non-conducting table 0,8 m high.

NOTE – The use of non-conducting supports prevents accidental earthing of the EUT and distortion of the field. To ensure the latter, the support should be bulk non-conducting, rather than an insulating coating on a metallic structure.

The equipment is then connected to power and signal wires according to relevant installation instructions.

7.2 Arrangement of floor-standing equipment

Floor-standing equipment shall be mounted on a non-conducting support 0,1 m above the supporting plane. The use of non-conducting supports prevents accidental earthing of the EUT and distortion of the field. To ensure the latter, the support shall be bulk non-conducting, rather than an insulating coating on a metallic structure. Floor-standing equipment which is capable of being stood on a non-conducting 0,8 m high platform, i.e. equipment which is not too large or heavy, or where its elevation would not create a safety hazard, may be so arranged, if specifically required by the product committees. This variation in the standard method of test shall be recorded in the test report.

The equipment is then connected to power and signal wires according to relevant installation instructions.

7.3 Arrangement of wiring

If the wiring to and from the EUT is not specified, unshielded parallel conductors shall be used.

Wiring is left exposed to the electromagnetic field for a distance of 1 m from the EUT.

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

- the manufacturer's specified wiring types and connectors shall be used;
- if the manufacturer's specification requires a wiring length of less than or equal to 3 m, then the specified length shall be used. The wiring shall be bundled low-inductively to 1 m length;
- if the specified length is greater than 3 m, or is not specified, then the illuminated length shall be 1 m. The remainder is decoupled, for instance via lossy r.f. ferrite tubes.

The EMI filtering used shall not impair the operation of the EUT. The method used shall be recorded in the test report.

Pour une position de l'EST, les câbles doivent être disposés parallèlement à la surface uniforme du champ afin de minimiser l'immunité.

Tout ensemble de résultats doit être accompagné d'une description complète de la position du câblage et du matériel, ainsi que de leur orientation de façon que ces résultats puissent être répétés.

La configuration de la partie exposée des câbles, rassemblée en faisceau, sert à simuler un câblage normal, c'est-à-dire que le câblage longe le côté de l'EST, puis remonte ou redescend, suivant les instructions d'installation. La disposition horizontale/verticale permet de se placer dans les conditions les plus défavorables.

8 Procédures d'essai

L'EST doit être essayé dans les conditions de fonctionnement et climatiques pour lesquelles il a été conçu. La température et l'humidité relative doivent être consignées dans le compte-rendu d'essai.

Les procédures d'essai décrites dans cet article concernent l'utilisation d'antennes bi-conique et log-périodique dans une chambre semi-anéchoïque modifiée. Des informations sur d'autres procédures d'essai sont données dans l'annexe D.

Avant l'essai, l'intensité de la valeur du champ établi doit être contrôlée en plaçant la sonde de champ en un point de la grille utilisée pour l'étalonnage, et avec l'antenne émettrice et les câbles dans la même position que celle utilisée lors de l'étalonnage, la puissance incidente nécessaire pour obtenir la valeur du champ étalonné peut être mesurée. Cette puissance doit être la même que celle enregistrée lors de l'étalonnage. Des points de contrôle doivent être faits pour différents points de la grille dans la gamme de fréquences 80 MHz à 1 000 MHz. Les deux polarisations doivent être contrôlées.

Après que l'étalonnage a été vérifié, le champ d'essai peut être généré en utilisant les valeurs obtenues lors de l'étalonnage (voir 6.2).

L'EST est initialement disposé avec une face en coïncidence avec le plan d'étalonnage.

La gamme de fréquences est balayée de 80 MHz à 1 000 MHz avec le signal modulé en amplitude à 80 % par une onde sinusoïdale de 1 kHz, en respectant des pauses pour ajuster le niveau du signal r.f. ou pour commuter les oscillateurs et les antennes comme il convient. La vitesse de balayage ne doit pas dépasser $1,5 \times 10^{-3}$ décades/s. Lorsque la gamme de fréquences est balayée par pas d'incrément, la valeur des pas ne doit pas dépasser 1 % de la fréquence fondamentale en effectuant une interpolation linéaire entre les points étalonnés.

NOTE – L'expression «ne doit pas dépasser 1 % de la fréquence fondamentale» signifie que la fréquence à chaque pas est égale ou inférieure à la fréquence du précédent pas multipliée par un facteur de 1,01 (pour un pas de 1 %).

Le temps de palier à chaque fréquence ne doit pas être inférieur au temps nécessaire à l'EST pour être mis à l'épreuve et pour pouvoir réagir. Les fréquences sensibles (par exemple la ou les fréquences d'horloge) doivent être analysées séparément.

L'essai doit être normalement réalisé avec l'antenne émettrice en regard de chacun des quatre côtés de l'EST. Lorsqu'un matériel peut être utilisé dans des orientations différentes (c'est-à-dire verticale ou horizontale), l'essai doit être effectué sur tous les cotés.

In one EUT position, the wires shall be arranged parallel to the uniform area of the field to minimize immunity.

All results shall be accompanied by a complete description of the wiring and equipment position and orientation so that results can be repeated.

The bundled length of exposed wiring is run in a configuration which essentially simulates normal wiring; that is, the wiring is run to the side of the EUT, then either up or down as specified in the installation instructions. The horizontal/vertical arrangement helps to ensure worst-case conditions.

8 Test procedures

The EUT shall be tested within its intended operating and climatic conditions. The temperature and relative humidity shall be recorded in the test report.

The test procedures described in this clause are for the use of biconical and log-periodic antennas, in a modified semi-anechoic chamber. Guidance on alternative test procedures is given in annex D.

Before testing, the intensity of the established field strength shall be checked by placing the field sensor at a calibration grid point, and with the field generating antenna and cables in the same positions as used for the calibration, the forward power needed to give the calibrated field strength can be measured. This shall be the same as recorded during the calibration. Spot checks shall be made at a number of calibration grid points over the frequency range 80 MHz to 1 000 MHz. Both polarizations shall be checked.

After the calibration has been verified, the test field can be generated using the values obtained from the calibration (see 6.2).

The EUT is initially placed with one face coincident with the calibration plane.

The frequency range is swept from 80 MHz to 1 000 MHz, with the signal 80 % amplitude modulated with a 1 kHz sinewave, pausing to adjust the r.f. signal level or to switch oscillators and antennas as necessary. The rate of sweep shall not exceed $1,5 \times 10^{-3}$ decades/s. Where the frequency range is swept incrementally, the step size shall not exceed 1 % of fundamental with linear interpolation between calibrated points.

NOTE – The expression "not exceeding 1 % of fundamental" means that the frequency of each step is less than, or equal to, the frequency of the previous step after multiplication by a factor of 1,01 (for a 1 % step size).

The dwell time at each frequency shall be not less than the time necessary for the EUT to be exercised and be able to respond. The sensitive frequencies (e.g. the clock frequency(ies)) shall be analysed separately.

The test shall normally be performed with the generating antenna facing each of the four sides of the EUT. When equipment can be used in different orientations (i.e. vertical or horizontal), the test shall be performed on all sides.

NOTE – Lorsque l'EST est constitué de plusieurs éléments, il n'est pas nécessaire de modifier la position relative de chacun des éléments lors de l'illumination de ses différents côtés.

La polarisation du champ généré par chaque antenne nécessite d'essayer chaque côté deux fois, une fois avec l'antenne positionnée verticalement, et une seconde fois avec l'antenne positionnée horizontalement.

Tous les efforts doivent être faits pour mettre totalement l'EST à l'épreuve afin de vérifier son immunité dans tous les modes de fonctionnement critiques sélectionnés.

Il est recommandé d'utiliser des programmes d'essai spéciaux.

Les essais doivent être effectués conformément à un plan d'essai qui doit figurer dans le compte-rendu d'essai.

Il doit préciser:

- les dimensions de l'EST;
- les conditions de fonctionnement représentatives de l'EST;
- si l'EST doit être essayé comme un matériel de table ou comme un matériel posé au sol, ou une combinaison des deux. Pour les matériels destinés à être posés au sol, indiquer s'ils doivent être essayés à 0,1 m ou à 0,8 m au-dessus du plan de sol;
- le type d'installation d'essai à utiliser et la position des antennes émettrices;
- le type d'antennes à utiliser;
- la vitesse de balayage de la fréquence, le temps de palier et le pas de fréquence;
- le niveau d'essai à appliquer;
- le ou les types et le nombre de câbles d'interconnexion utilisés et les accès (de l'EST) auxquels ils doivent être connectés;
- les critères de performance acceptables;
- une description de la méthode de mise à l'épreuve de l'EST.

Il peut s'avérer nécessaire d'effectuer des essais d'investigation pour établir certains aspects du plan d'essai.

La documentation d'essai doit comprendre les conditions d'essai, un état de l'étalonnage et les résultats d'essai.

9 Résultats d'essai et compte-rendu d'essai

Cet article sert de guide pour l'évaluation des résultats d'essai et pour le compte-rendu d'essai relatif à la présente section de la CEI 1000-4.

La variété et la diversité des matériels et systèmes à essayer rendent difficile la tâche qui vise à constater les effets des rayonnements électromagnétiques sur ces matériels et systèmes.

Les résultats d'essai doivent être classés comme suit, selon les conditions de fonctionnement et les spécifications fonctionnelles du matériel soumis à l'essai, à moins que d'autres spécifications n'aient été proposées par les comités de produit ou dans les spécifications de produit:

NOTE – If an EUT consists of several components, it is not necessary to modify the position of each component within the EUT while illuminating it from different sides.

The polarization of the field generated by each antenna necessitates testing each side twice, once with the antenna positioned vertically and again with the antenna positioned horizontally.

Attempts shall be made to fully exercise the EUT during testing, and to interrogate all the critical exercise modes selected for the immunity test.

The use of special exercising programmes is recommended.

Testing shall be performed according to a test plan, which shall be included in the test report.

This shall include:

- the size of the EUT;
- representative operating conditions of the EUT;
- whether the EUT shall be tested as table-top or floor-standing, or a combination of the two. For floor-standing equipment, whether it is to be tested at a height above the ground plane of 0,1 m or 0,8 m;
- the type of test facility to be used and the position of the radiating antennas;
- the type of antennas to be used;
- the rate of sweep of frequency, dwell time and frequency steps;
- the test level to be applied;
- the type(s) and number of interconnecting wires used and the interface port (of the EUT) to which these are to be connected;
- the performance criteria which are acceptable;
- a description of the EUT exercising method.

It may be necessary to carry out some investigatory testing in order to establish some aspects of the test plan.

The test documentation shall include the test conditions, a statement of calibration and the test results.

9 Test results and test report

This clause gives a guide for the evaluation of the test results and for the test report related to this section of IEC 1000-4.

The variety and diversity of equipment and systems to be tested make the task of establishing the effects of electromagnetic radiation on equipment and systems difficult.

The test results shall be classified on the basis of the operating conditions and the functional specifications of the equipment under test, as in the following, unless different specifications are given by product committees or product specifications:

- a) comportement normal dans les limites des spécifications;
- b) dégradation temporaire ou perte de fonction ou comportement autorécupérable;
- c) dégradation temporaire ou perte de fonction ou comportement nécessitant l'intervention d'un opérateur ou la réinitialisation du système;
- d) dégradation ou perte de fonction non récupérable du fait d'une avarie du matériel (composants) ou du logiciel ou d'une perte de données.

Les matériels ne doivent pas devenir dangereux ni affecter la sécurité du fait de la mise en oeuvre des essais définis dans cette section de la CEI 1000-4.

Dans le cas d'essais de réception, le programme d'essais et l'interprétation des résultats obtenus doivent être décrits dans la norme spécifique de produit.

En règle générale, le résultat d'essai est positif si le matériel montre son immunité pendant toute la période d'exposition à l'essai et si, à la fin de l'essai, l'EST remplit les prescriptions fonctionnelles fixées dans la spécification technique.

La spécification technique peut définir les effets exercés sur l'EST pouvant être considérés comme non significatifs et par conséquent acceptables.

Dans ces conditions on doit vérifier que le matériel est capable de retrouver par lui-même sa capacité de fonctionnement à la fin de la période d'essai; on doit donc enregistrer l'intervalle de temps pendant lequel le matériel ne dispose plus de la totalité de sa capacité de fonctionnement. Ces vérifications sont obligatoires pour l'évaluation finale du résultat d'essai.

Le compte-rendu d'essai doit comprendre les conditions d'essai et les résultats d'essai.

- a) normal performance within the specification limits;
- b) temporary degradation or loss of function or performance which is self-recoverable;
- c) temporary degradation or loss of function or performance which requires operator intervention or systems reset;
- d) degradation or loss of function which is not recoverable due to damage of equipment (components) or software, or loss of data.

Equipment shall not become dangerous or unsafe as a result of the application of the tests defined in this section of IEC 1000-4.

In the case of acceptance tests, the test programme and the interpretation of the test results have to be described in the specific product standard.

As a general rule, the test result is positive if the equipment shows its immunity, for all the period of application of the test, and at the end of the tests the EUT fulfils the functional requirements established in the technical specification.

The technical specification may define effects on the EUT, that may be considered insignificant and therefore acceptable.

For these conditions it shall be verified that the equipment is able to recover its operative capabilities by itself at the end of the test; the time interval during which the equipment has lost its functional capabilities shall therefore be recorded. These verifications are binding for the definitive evaluation of the test result.

The test report shall include the test conditions and the test results.

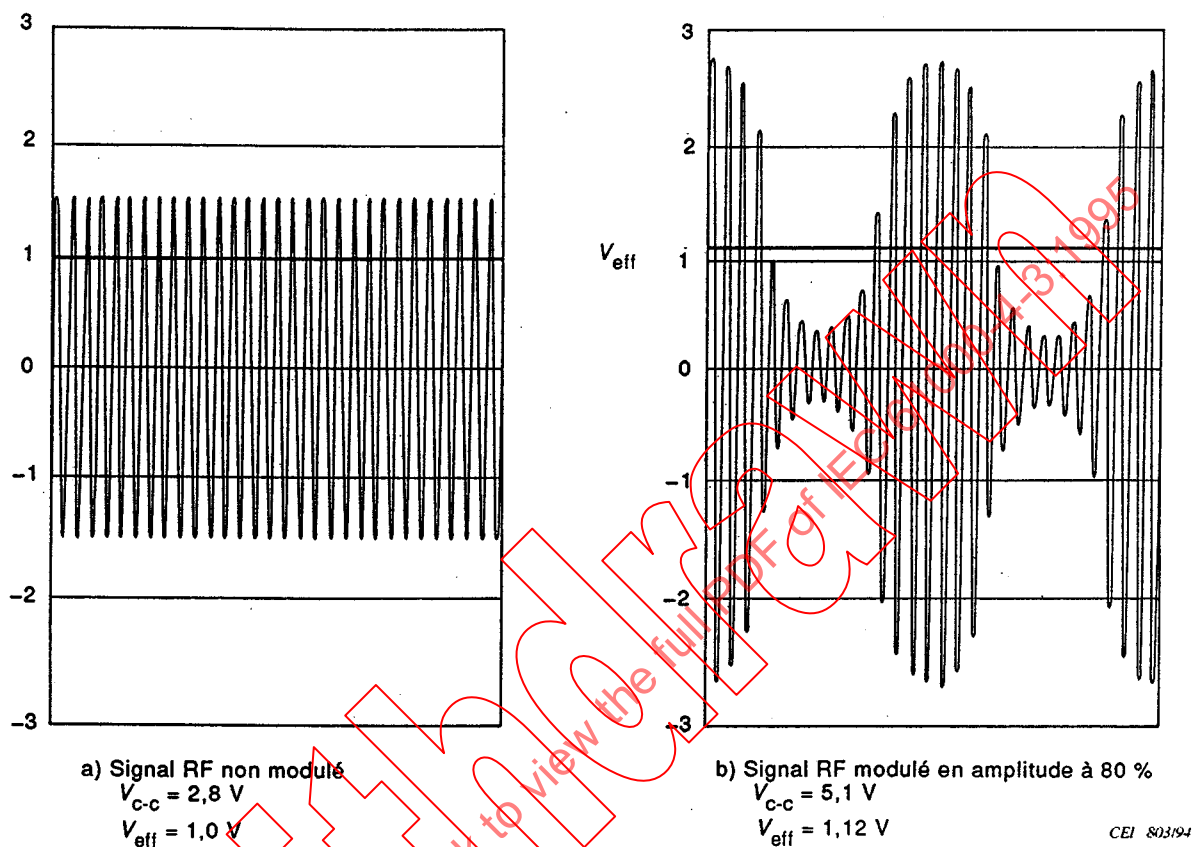


Figure 1 – Définition du niveau d'essai et des formes d'onde apparaissant à la sortie du générateur de signaux (niveau d'essai 1)

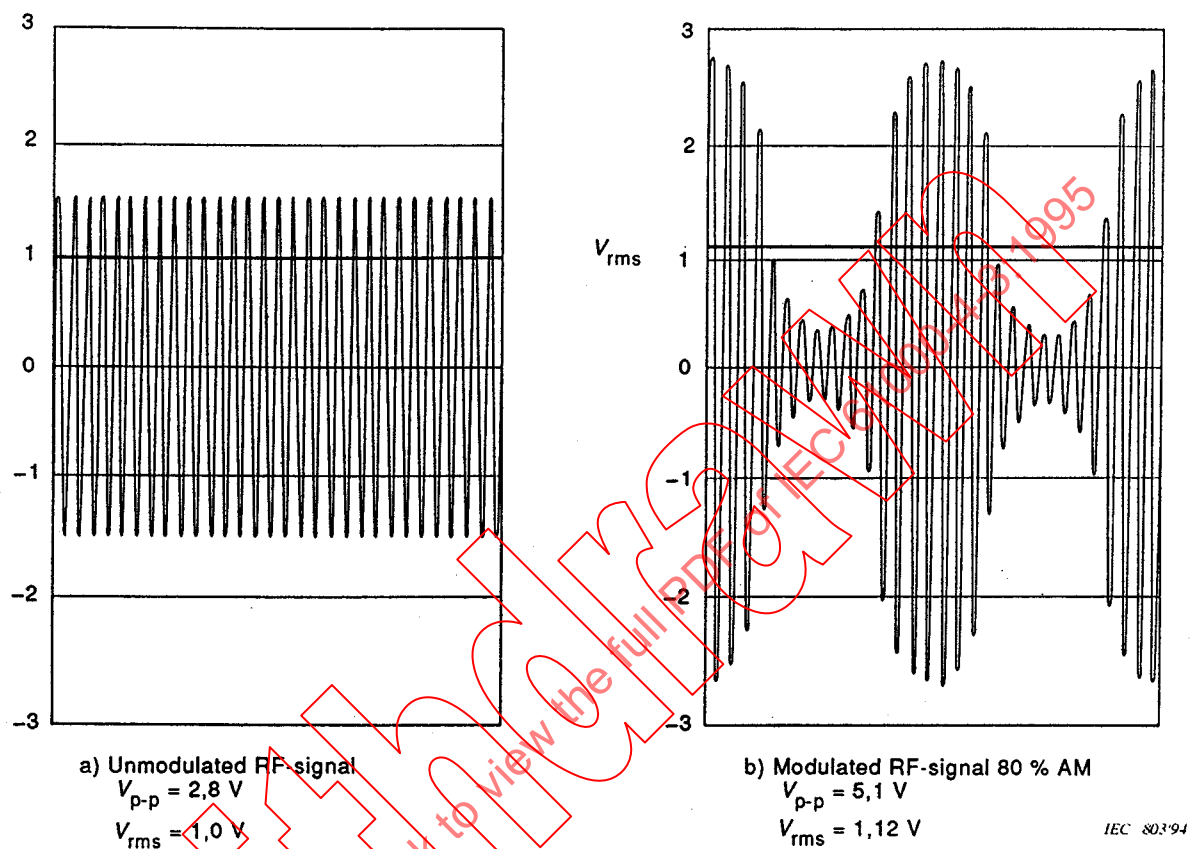
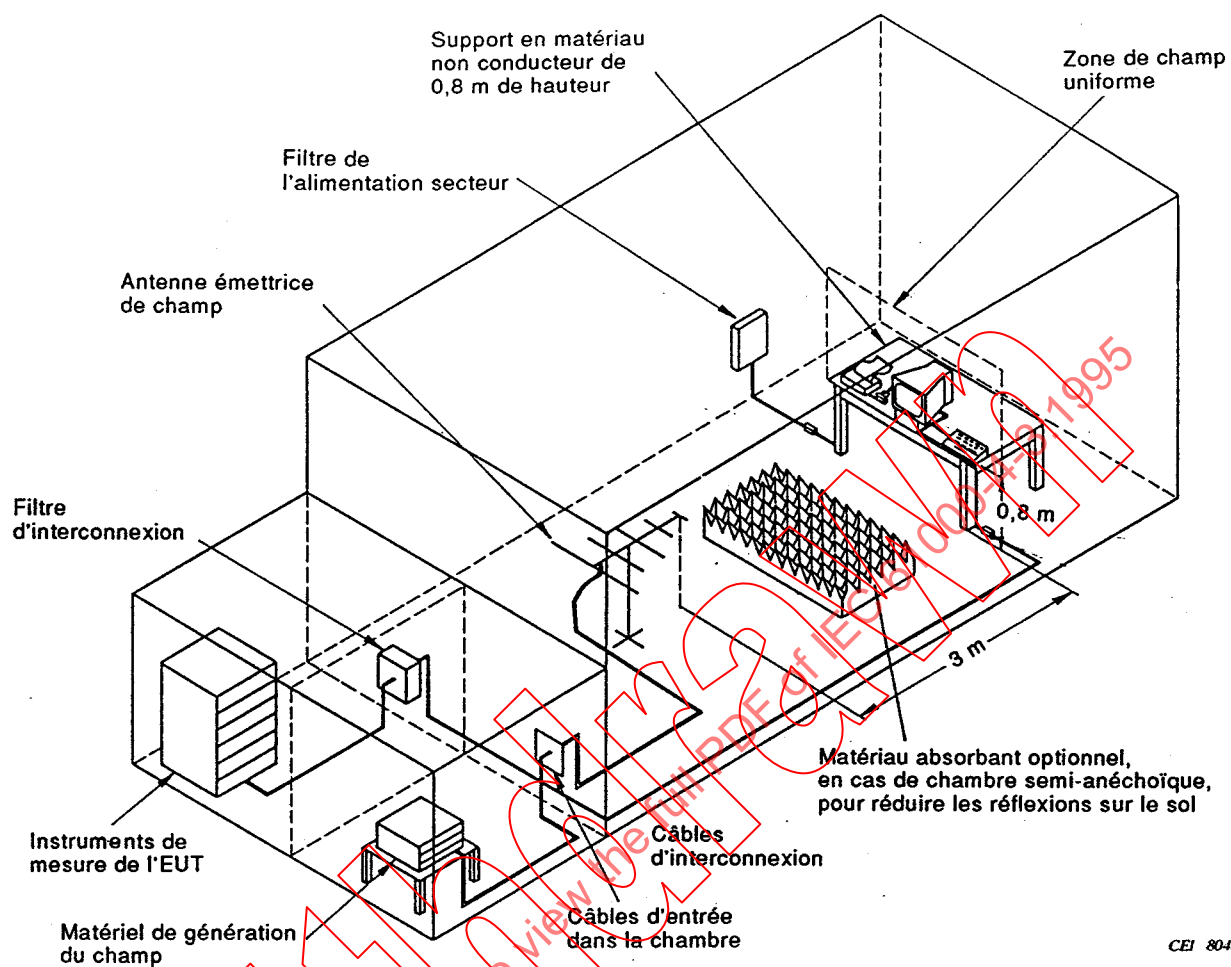


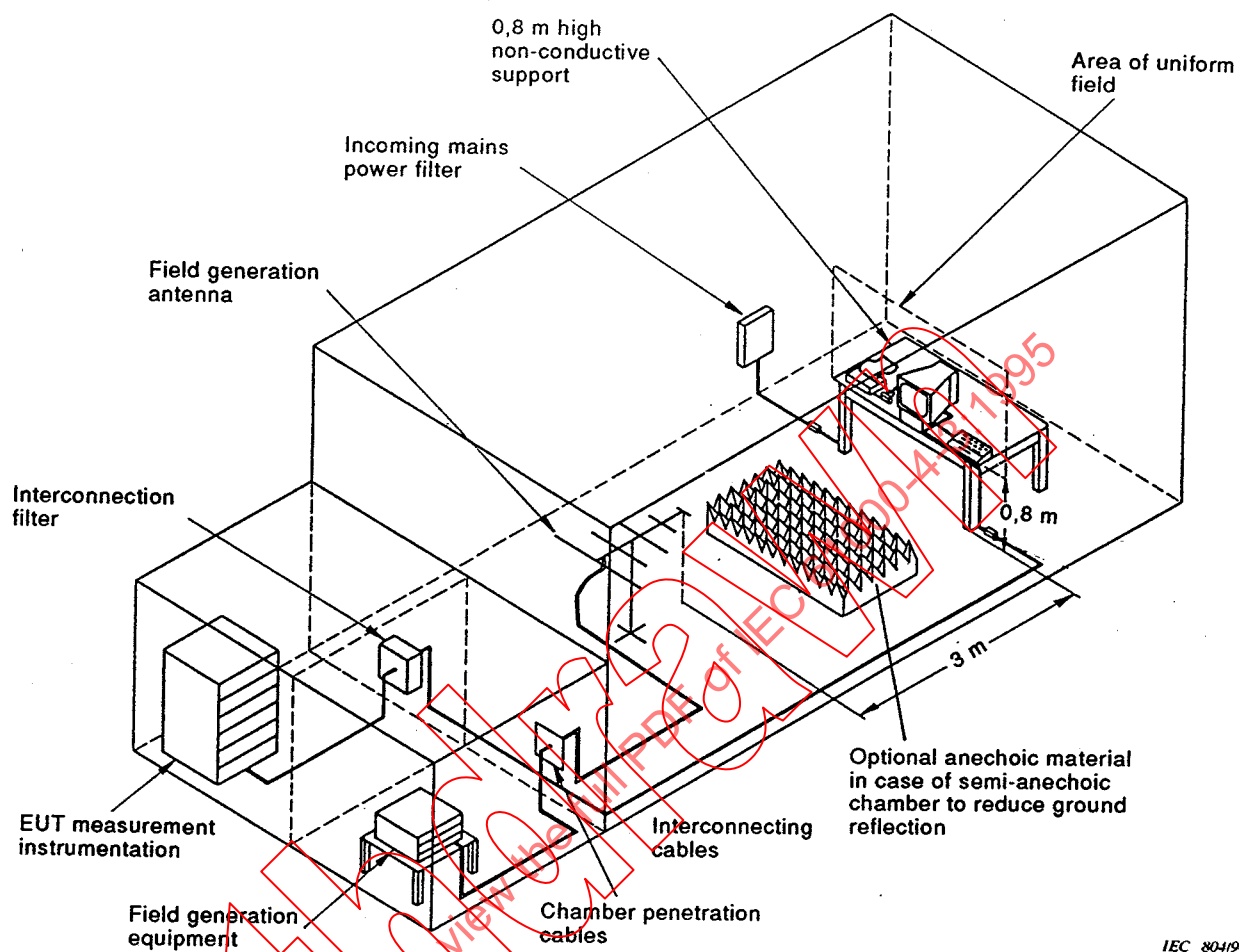
Figure 1 – Definition of the test level and the waveshapes occurring at the output of the signal generator (test level 1)



CEI 804/94

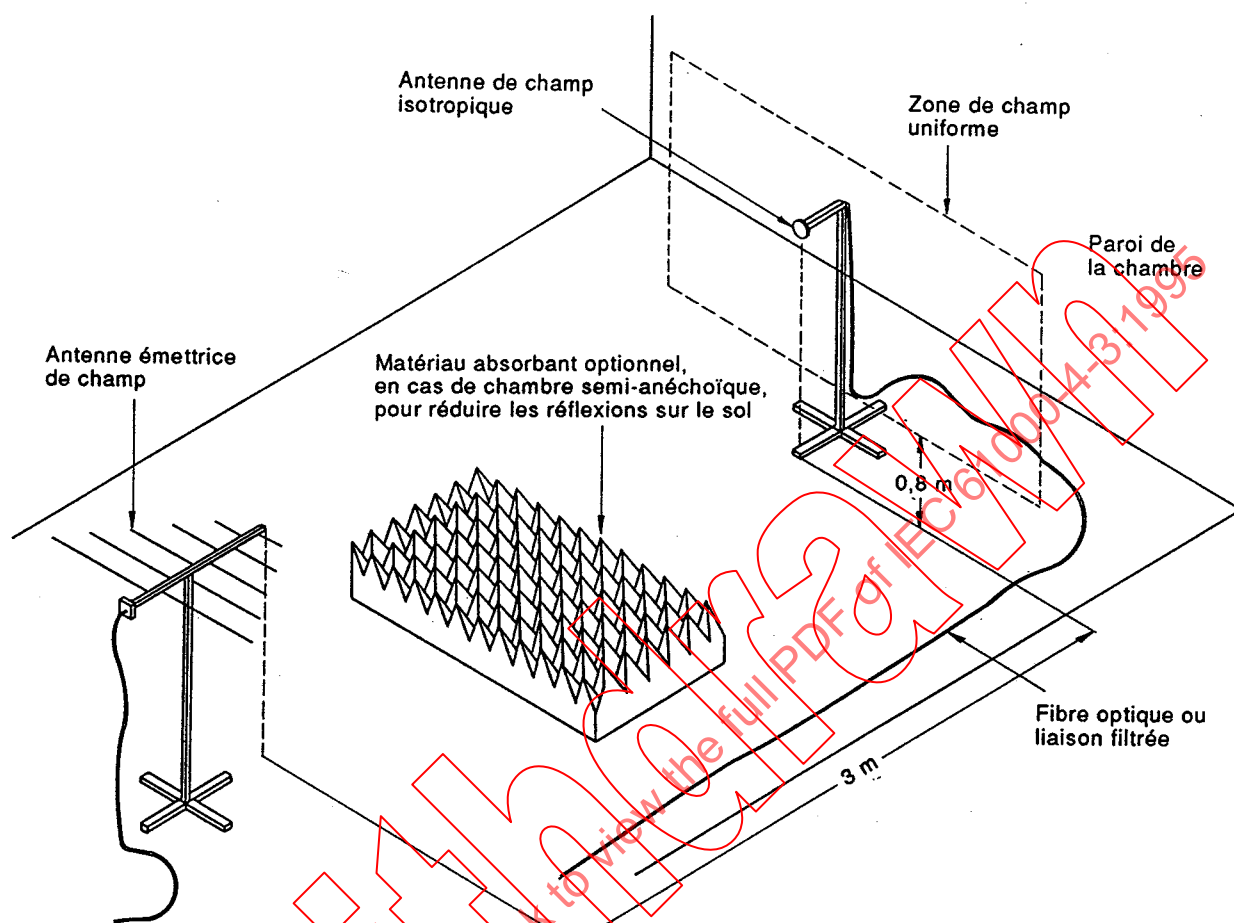
NOTE – Pour plus de clarté le revêtement anéchoïque des parois et du plafond a été omis.

Figure 2 – Exemple d'installation d'essai



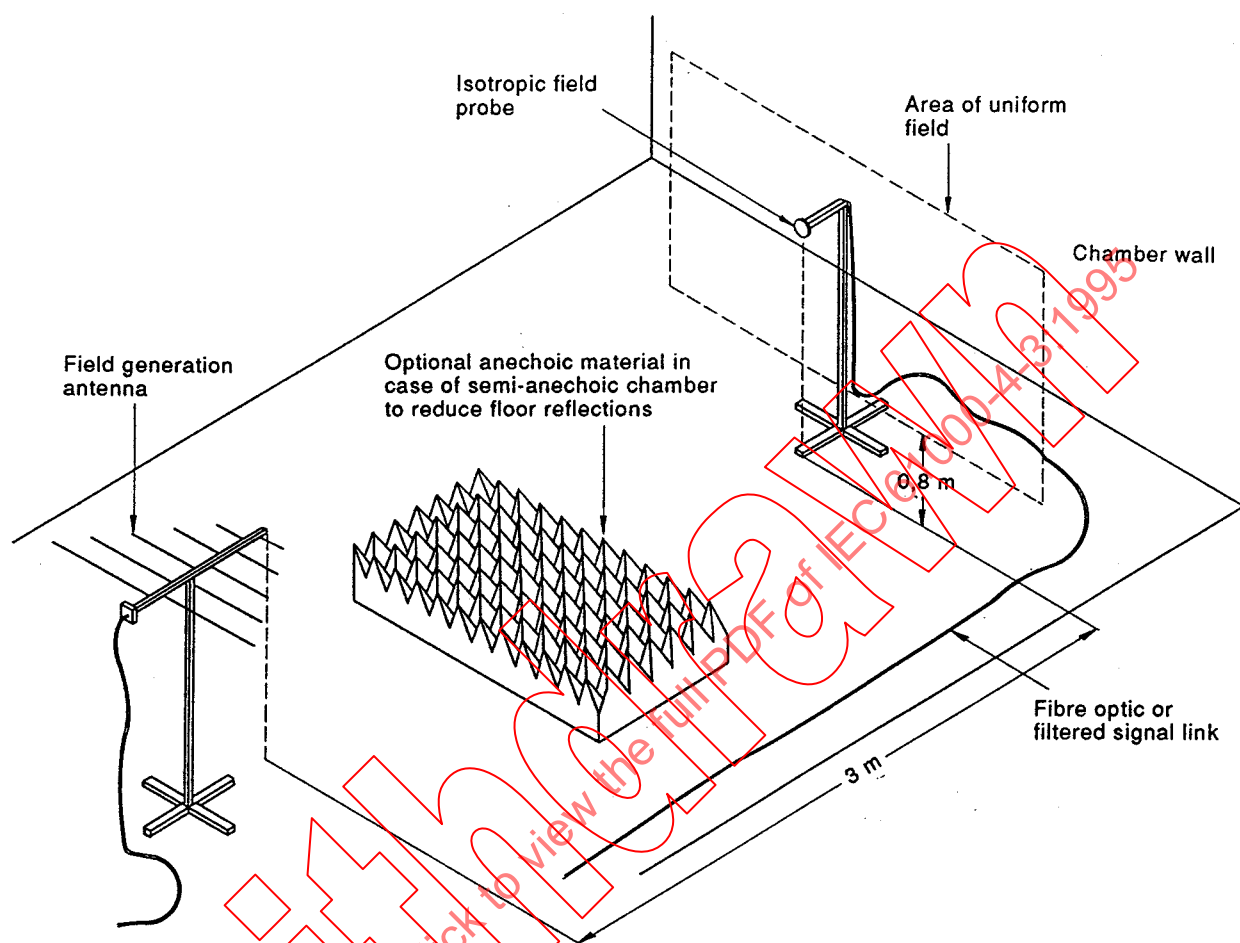
NOTE - Anechoic lining material on walls and ceiling has been omitted for clarity.

Figure 2 - Example of suitable test facility



CEI 805194

Figure 3 – Etalonnage du champ



IEC 805/94

Figure 3 – Calibration of field

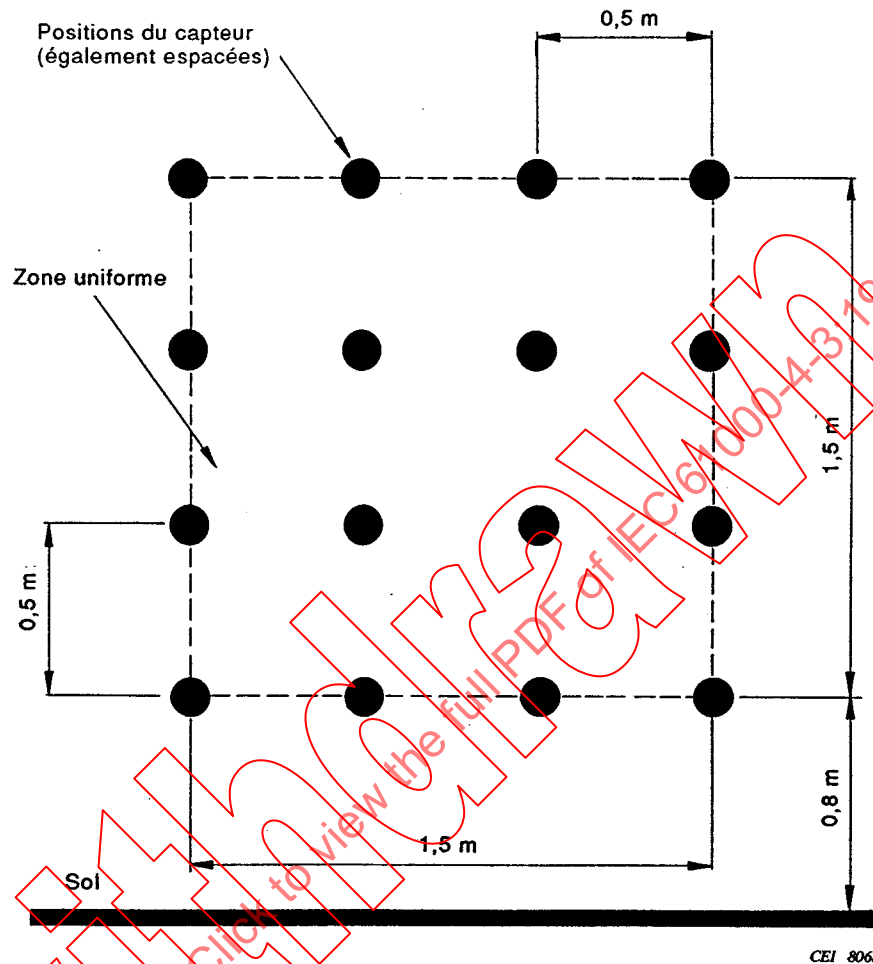


Figure 4 – Etalonnage du champ, dimensions de la zone uniforme

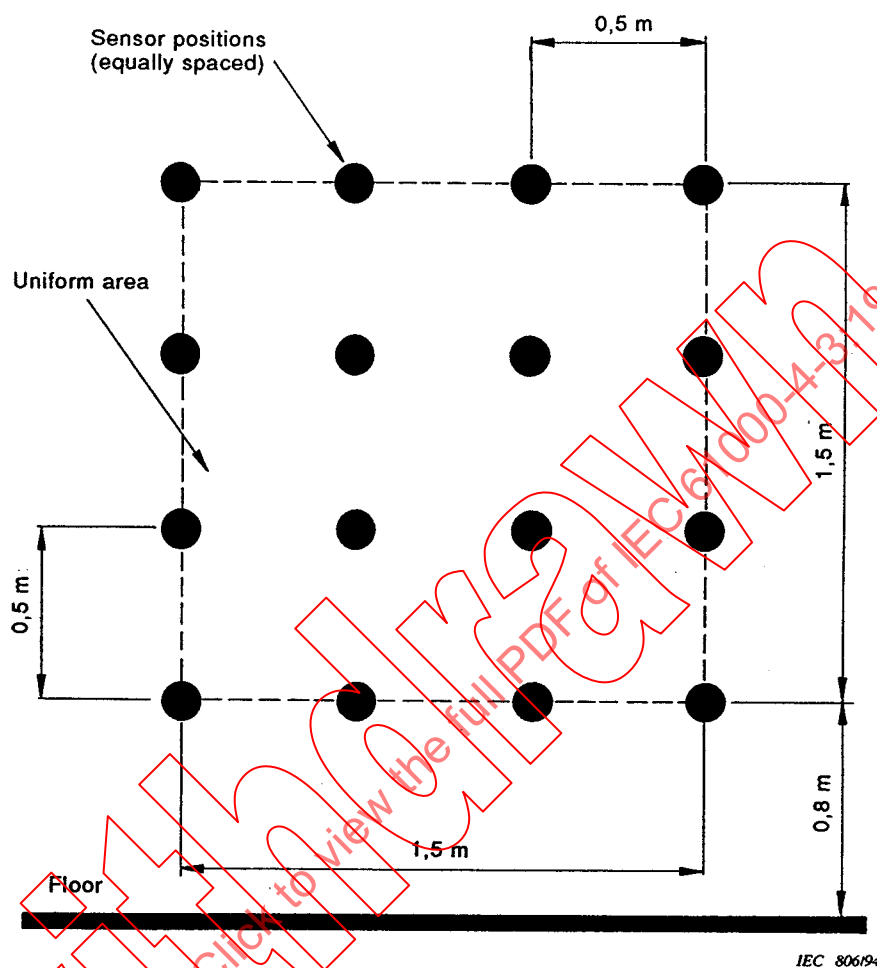
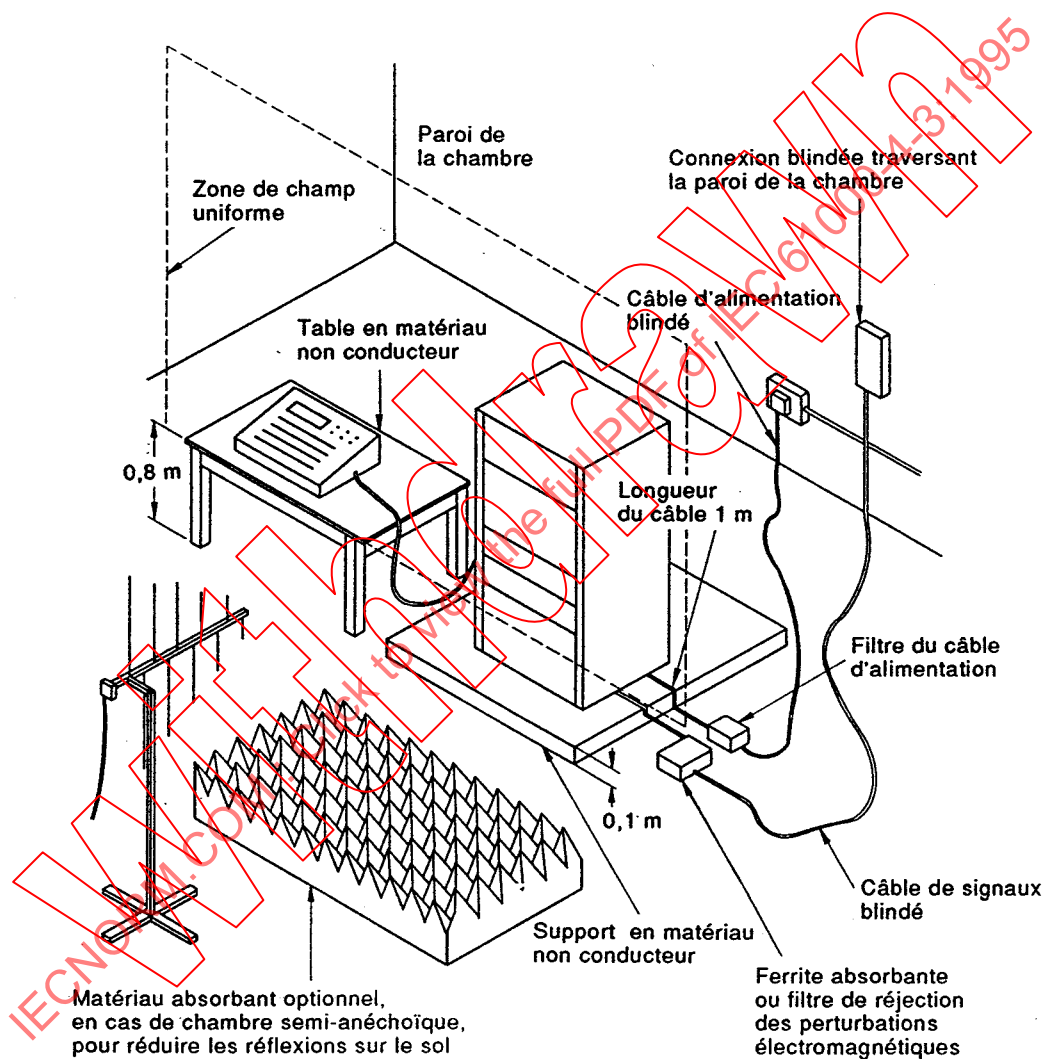


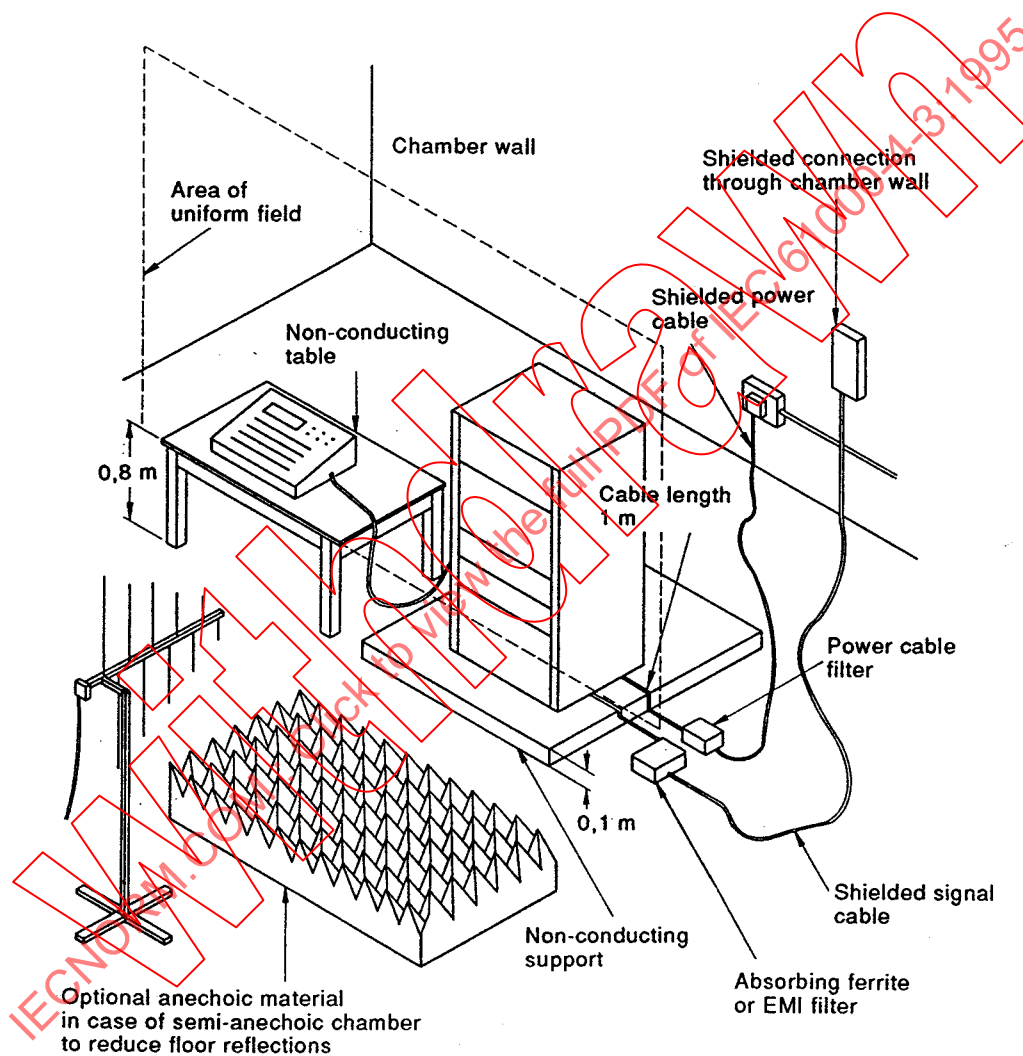
Figure 4 – Calibration of field, dimensions of the uniform area



CEI 807/94

NOTE – Pour plus de clarté, le revêtement anéchoïque des parois a été omis

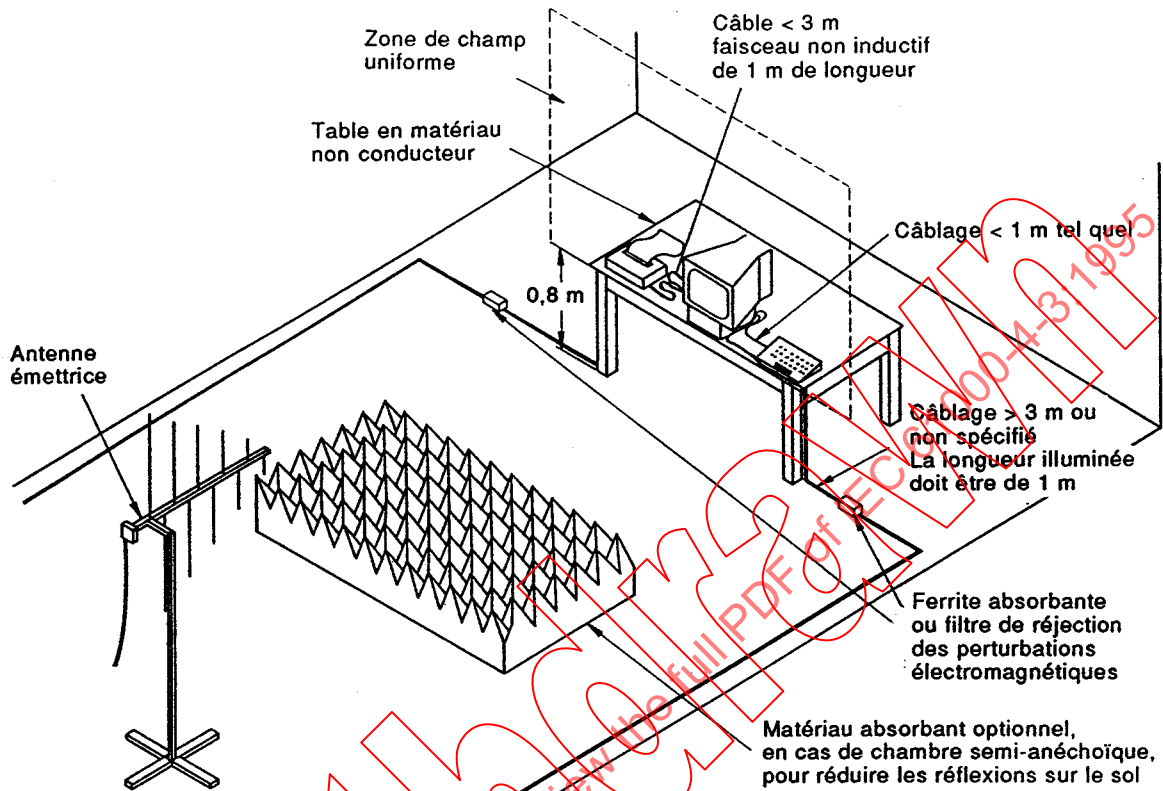
Figure 5 – Exemple de montage d'essai pour un matériel posé au sol



IEC 807/94

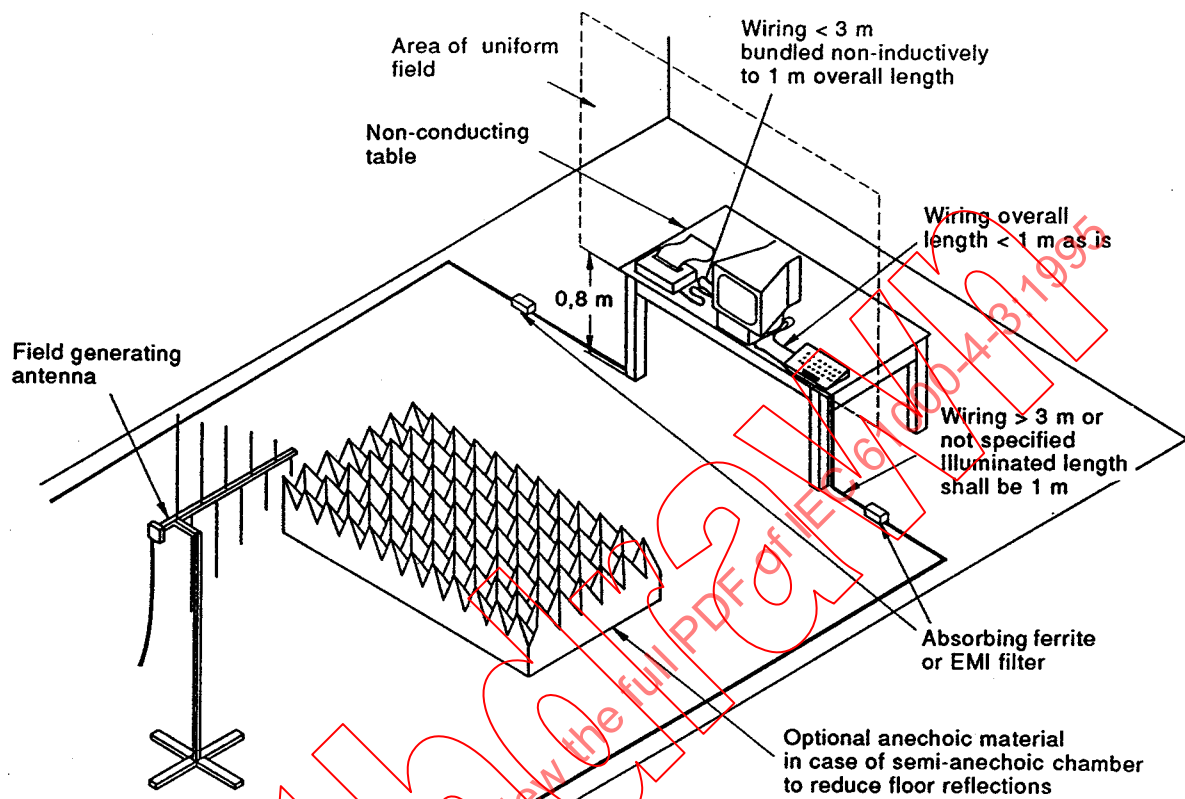
NOTE – Anechoic lining material has been omitted from walls for clarity.

Figure 5 – Example of test set-up for floor-standing equipment



CEI 808/94

Figure 6 – Exemple de montage d'essai pour un matériel de table



IEC 80894

Figure 6 – Example of test set-up for table-top equipment

Annexe A (informative)

Emetteurs/récepteurs portatifs (talkies-walkies)

La question concernant les valeurs de champ que l'on peut attendre d'émetteurs/récepteurs commerciaux portatifs est fréquemment posée. Cette question se fonde sur le fait que ces dispositifs de communication constituent la source dominante des perturbations rayonnées affectant les matériels électroniques.

Les émetteurs/récepteurs portatifs peuvent être considérés comme une antenne dipôle où le boîtier de l'émetteur/récepteur constitue la deuxième branche.

Une analyse des mesures effectuées par l'ERA* Technology et la direction études et recherches d'Electricité de France (EdF) sur les talkies-walkies provenant de six constructeurs différents et ayant des puissances assignées comprises entre 0,5 W et 12 W aux fréquences UHF et VHF, révèle une disparité des coefficients allant de $k = 0,45$ à $k = 3,35$, dépendant principalement de la longueur de l'antenne en fonction de la longueur d'onde. Les antennes des talkies-walkies ont généralement une longueur comparable à $\lambda/4$, ce qui correspond à $k = 3,0$.

Ainsi, la moyenne statistique peut être exprimée par l'équation suivante:

$$E = \frac{k \sqrt{P}}{d} = \frac{3,0 \sqrt{P}}{d}$$

où

P est la puissance annoncée par le constructeur de l'émetteur/récepteur, en watts (W);

d est la distance (supérieure à $\lambda/2\pi$), en mètres (m);

E est la valeur du champ électrique, en volts par mètre (V/m).

Etant donné que les expériences (sauf celles faites par l'ERA) ont été effectuées dans une chambre blindée, on peut supposer que le plan de sol était suffisant. Dans la pratique, l'émetteur/récepteur portatif est utilisé par le personnel d'exploitation. De ce fait, on peut s'attendre à des pertes supplémentaires.

A la lumière de ce qui précède, la moyenne statistique revêt une forme de guide plus réaliste pour estimer les valeurs du champ.

* Electrical Research Association.

Annex A (informative)

Portable transceivers (walkie-talkies)

The question regarding what field strengths may be expected from commercial portable transceivers frequently arises. The basis of the question centres around the fact that these communication devices are a dominant radiating interference source affecting electronic equipment.

The portable transceivers can be treated as a dipole with the case of the transceiver being the second limb.

An analysis of measurement conducted by the ERA* Technology and the Research Department of Electricité de France (EdF) on walkie-talkies from six different manufacturers with power ratings ranging from 0,5 W to 12 W at VHF and UHF frequencies reveals a spread of coefficients ranging from $k = 0,45$ to $k = 3,35$ depending mainly on the length of the antenna with respect to wavelength. Walkie-talkie antennas typically have a length compared to $\lambda/4$ corresponding to $k = 3,0$.

Thus the statistical average can be expressed as:

$$E = \frac{k \sqrt{P}}{d} = \frac{3,0 \sqrt{P}}{d}$$

where

P is the manufacturer's advertised rating of the transceiver, in watts (W);

d is the distance (greater than $\lambda/2\pi$), in metres (m);

E is the electric field strength, in volts per metre (V/m).

Since the experiments (except those performed by ERA) were performed in a shielded enclosure, it can be assumed that a sufficiently adequate ground plane existed. In actual practice, the portable transceiver is held and keyed by operating personnel. As such, additional losses can be expected.

In the light of the above, the statistical average assumes a more realistic guideline for approximating field strengths.

* Electrical Research Association.

Annexe B (informative)

Antennes émettrices

B.1 Antenne biconique (20 MHz – 300 MHz)

Cette antenne consiste en un symétriseur d'antenne enroulé coaxialement et d'un élément tridimensionnel fournissant une large gamme de fréquences utilisables à la fois pour l'émission et pour la réception. La courbe du facteur d'antenne est une courbe assez lisse augmentant avec la fréquence.

Grâce à leur encombrement réduit ces antennes sont particulièrement bien adaptées aux zones exiguës telles que les chambres anéchoïques, puisque les effets de proximité sont réduits. Les dimensions typiques sont: largeur 1 430 mm, profondeur 810 mm et diamètre 530 mm.

B.2 Antenne log-périodique (80 MHz – 1 000 MHz)

Une antenne log-périodique est composée d'un ensemble de dipôles de différentes longueurs reliés à une ligne de transmission.

Ces antennes à large bande présentent un gain relativement élevé et un taux d'ondes stationnaires (TOS) faible.

Les dimensions typiques sont: hauteur 60 mm, largeur 1 500 mm et profondeur 1 500 mm.

NOTE – Avant de choisir une antenne pour la génération de champs, il convient de s'assurer que le symétriseur peut supporter la puissance nécessaire.

B.3 Antennes à polarisation circulaire

Les antennes générant des champs électromagnétiques à polarisation circulaire, comme les antennes à spirale conique logarithmique, ne peuvent être utilisées qu'après une augmentation de la puissance délivrée par l'amplificateur de puissance équivalente à 3 dB.

Annex B (informative)

Field generating antennas

B.1 Biconical antenna (20 MHz – 300 MHz)

This antenna consists of a coaxially wound balun and three-dimensional element which provide a broad frequency range which can be used both for transmitting and receiving. The antenna factor curve is a substantially smooth line, typically increasing with frequency.

The compact size of these antenna makes them ideal for use in restricted areas such as anechoic chambers as proximity effects are minimized. Typical dimensions are: width 1 430 mm, depth 810 mm and diameter 530 mm.

B.2 Log-periodic antenna (80 MHz – 1 000 MHz)

A log-periodic antenna is an array of dipoles of different lengths connected to a transmission line.

These broadband antennas have a relatively high gain and low VSWR.

Typical dimensions are height 60 mm, width 1 500 mm and depth 1 500 mm.

NOTE – When choosing an antenna for the generation of fields, it should be established that the balun can handle the necessary power.

B.3 Circularly polarized antenna

Antennas which produce electromagnetic fields of circular polarization, such as conical log spiral antennas, may only be used after an increase equivalent to 3 dB has been made to the output power from the power amplifier.

Annexe C (informative)

Utilisation des chambres anéchoïques

Une chambre semi-anéchoïque est une enceinte blindée dont les parois et le plafond sont revêtus d'un matériau absorbant les ondes aux fréquences radioélectriques (r.f.). Les chambres anéchoïques ont également le sol revêtu d'un tel matériau.

Ce revêtement est prévu pour absorber l'énergie r.f., évitant ainsi les réflexions à l'intérieur de la chambre. De telles réflexions, en interférant de façon complexe avec le champ rayonné direct, peuvent provoquer des pics et des creux dans la valeur du champ généré.

La réduction des réflexions due au matériau absorbant dépend généralement de la fréquence de l'onde incidente et de son angle par rapport à la normale. La perte (par absorption) est généralement plus grande à incidence normale et diminue quand l'angle d'incidence augmente.

Afin de briser les réflexions et d'augmenter l'absorption, le matériau absorbant se présente souvent sous forme de coins ou de cônes.

Pour les chambres semi-anéchoïques, l'installation d'un revêtement absorbant supplémentaire sur le sol permet d'obtenir une meilleure uniformité du champ à toutes les fréquences. Le meilleur emplacement pour ce revêtement supplémentaire sera révélé après quelques expérimentations.

Il convient de ne pas placer le revêtement absorbant supplémentaire sur le trajet direct du champ rayonné allant de l'antenne au matériel à essayer, mais il convient que son emplacement et son orientation soient identiques pendant les essais et lors de la procédure d'étalonnage.

Il est également possible d'améliorer l'uniformité du champ en positionnant l'antenne émettrice dans un axe différent de celui de la chambre, de manière que les réflexions ne soient pas symétriques.