

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC  
1010-1

1990

AMENDEMENT 1  
AMENDMENT 1

1992-09

---

---

PUBLICATION GROUPEE DE SÉCURITÉ  
GROUP SAFETY PUBLICATION

---

---

Amendement 1

**Règles de sécurité pour appareils électriques  
de mesurage, de régulation et de laboratoire**

**Partie 1:**  
Prescriptions générales

Amendment 1

**Safety requirements for electrical equipment for  
measurement, control, and laboratory use**

**Part 1:**  
General requirements

© CEI 1992 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

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

W

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

## AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le Sous-Comité 66E: Sécurité des appareils de mesurage, de régulation et des matériels de laboratoire, du Comité d'Etudes n° 66 de la CEI: Instruments, systèmes et accessoires électriques et électroniques d'essai et de mesure.

Il a le statut d'une publication groupée de sécurité conformément au Guide CEI 104.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote	Amendement au DIS	Rapport de vote
66E(BC)12	66E(BC)14	66E(BC)15 et 15A	66E(BC)19

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cet amendement.

Les corrections (corrigenda) relatives à l'introduction et aux paragraphes 2.1, 3.2.1, 3.5.8, 4.1, 4.4.1, 4.4.2, 4.4.2.1, 4.4.2.11, 5.1.5, 6.8.2, 6.8.4, 6.10.3, 9.1, 9.4, 12.5.1 et 12.5.2 sont incluses pour plus de commodité, à la suite, dans cet amendement de la CEI 1010-1, et elles sont indiquées par un trait vertical discontinu dans la marge.

Page 6

## SOMMAIRE

*Modifier le titre de l'article 8, page 4, comme suit:*

Résistance mécanique aux chocs, aux vibrations et aux impacts.

*Ajouter le nouvel article et les nouveaux paragraphes suivants:*

- 14.7 Transformateurs d'alimentation réseau
- 15 Protection par systèmes de verrouillage
- 15.1 Généralités
- 15.2 Prévention de réactivation
- 15.3 Fiabilité

Page 8

## AVANT-PROPOS

*Ajouter le texte suivant:*

Avec cet amendement, la CEI 1010-1 annule et remplace la CEI 348.

## FOREWORD

This amendment has been prepared by Sub-Committee 66E: Safety of measuring, control, and laboratory equipment, of IEC Technical Committee No. 66: Electrical and electronic test and measuring instruments, systems and accessories.

It has the status of a group safety publication in accordance with IEC Guide 104.

The text of this amendment is based on the following documents:

DIS	Report on Voting	Amendment to DIS	Report on Voting
66E(CO)12	66E(CO)14	66E(CO)15 and 15A	66E(CO)19

Full information on the voting for the approval of this amendment can be found in the Voting Reports indicated in the above table.

Corrigenda for the introduction, and subclauses 2.1, 3/2.1, 3.5.8, 4.4.1, 4.4.2, 4.4.2.1, 4.4.2.11, 5.1.5, 6.8.2, 6.8.4, 6.10.3, 9.1, 9.4, 12.5.1 and 12.5.2 are included in sequence, for convenience, in this amendment to IEC 1010-1 and are indicated by a discontinuous vertical line in the margin.

Page 7

## CONTENTS

This correction applies to the French text only.

*Add the following new clause and subclauses:*

- 14.7 Mains transformers
- 15 Protection by interlocks
- 15.1 General
- 15.2 Prevention of reactivation
- 15.3 Reliability

Page 9

## FOREWORD

*Add the following text:*

With this amendment, IEC 1010-1 supersedes IEC 348 which is withdrawn.

Page 10

*Dans l'introduction, troisième alinéa, troisième tiret, au lieu de:*

- appareils de chauffage pour laboratoires;

*lire:*

- appareils de laboratoires pour l'échauffement des matières;

Page 16

#### 1.4 Conditions d'environnement

*Remplacer le texte du deuxième tiret par le suivant:*

- altitude jusqu'à 2 000 m, ou supérieure à 2 000 m si spécifiée par le constructeur (voir article D.9 pour plus d'information);

Page 18

*Modifier, en 2.1, la référence à la CEI 529 comme suit:*

529: 1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP).*

La deuxième correction ne concerne que le texte anglais.

*Au lieu de:*

664: 1980

*lire:*

664, *Coordination de l'isolement dans les systèmes (réseaux) à basse tension.*

*Supprimer la référence à la CEI 664A.*

*Insérer dans la liste existante les publications suivantes:*

799: 1984, *Cordons-connecteurs*

947-1: 1988, *Appareillage à basse tension - Première partie: Règles générales.*

Page 11

*In the Introduction, third paragraph, third dash, instead of:*

- laboratory heating equipment;

*read:*

- laboratory equipment for the heating of materials;

Page 17

#### 1.4 *Environmental conditions*

*Replace the text of the second dash by the following:*

- altitude up to 2 000 m, or above 2 000 m if specified by the manufacturer (see clause D.9 for further information);

Page 19

*Modify, in 2.1, the reference to IEC 529 as follows:*

529: 1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*.

*Instead of:*

612-2

*read:*

617-2

*Instead of:*

664: 1980

*read:*

664, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems*.

*Delete the reference to IEC 664A.*

*Insert, in the existing list, the following publications:*

799: 1984, *Cord sets*

947-1: 1988, *Low-voltage switchgear and controlgear - Part 1: General rules*.

947-3: 1990, *Appareillage à basse tension - Troisième partie: Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-fusibles.*

990: 1990, *Méthodes de mesure du courant de contact et du courant dans le conducteur de protection.*

Page 20

La correction de 3.2.1 ne concerne que le texte anglais (voir page 21).

Page 22

*En 3.5.8 après "défectueux" ajouter:*

*ou dans lequel un seul défaut présent peut causer un danger (voir 1.2).*

Page 24

*Supprimer, en 3.7.1, la référence à la CEI 664A à la fin de l'alinéa.*

Page 26

#### 4.1 Généralités

*A la dernière ligne de l'alinéa de conformité supprimer le mot "spécifiées".*

Page 28

#### 4.3.5 Couvercles et éléments amovibles

*Remplacer la deuxième phrase par la suivante:*

*Il n'est pas nécessaire de retirer les couvercles dont le démontage ne nécessite pas l'utilisation d'un OUTIL s'ils disposent d'un système de verrouillage répondant aux prescriptions de l'article 15.*

Page 32

#### 4.4.1 Généralités

*Dans le troisième tiret, au lieu de:*

947-3: 1990, *Low-voltage switchgear and controlgear - Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units.*

990: 1990, *Methods of measurement of touch-current and protective conductor current.*

Page 21

*In 3.2.1 instead of:*

[IEV 151-01-05].

*read:*

[IEV 151-01-03].

Page 23

*In 3.5.8, after the word "defective", add:*

or one fault is present which could cause a hazard (see 1.2).

Page 25

*Delete, in 3.7.1, the reference to IEC 664A at the end of the paragraph.*

Page 27

#### 4.1 General

*In the last line of the compliance paragraph, delete the word "specified".*

Page 29

#### 4.3.5 Covers and removable parts

*Replace the second sentence by the following:*

Covers which do not require the use of a TOOL for removal need not be removed if they have interlock systems meeting the requirements of clause 15.

Page 33

#### 4.4.1 General

*In the third dash, instead of:*

(voir 4.3.3)

*lire:*

(voir 4.3).

#### 4.4.2 Application des conditions de défaut

*Dans la première ligne, au lieu de:*

être appliquées conformément aux

*lire:*

inclure celles spécifiées de.

Page 34

##### 4.4.2.1 IMPÉDANCE DE PROTECTION

*Transférer la dernière phrase du deuxième tiret pour qu'elle devienne un nouveau deuxième alinéa de 4.4.2.1.*

##### 4.4.2.6 Transformateurs d'alimentation

*Remplacer le texte existant par le suivant:*

Les enroulements secondaires des transformateurs d'alimentation soumis à l'essai comme partie de l'équipement doivent être mis en court-circuit et également soumis à toutes les surcharges pouvant survenir suite à une condition de défaut selon 4.4.

Les enroulements et sections d'enroulements, en charge en UTILISATION NORMALE doivent être essayés à tour de rôle pour simuler des court-circuits de la charge. Tous les autres enroulements sont chargés ou non, selon la charge la moins favorable en UTILISATION NORMALE.

Dans le cas où des impédances destinées à limiter le courant ou des dispositifs de protection contre les surintensités sont connectés directement à l'enroulement, les court-circuits doivent être effectués côté charge.

Les prescriptions et essais pour transformateurs d'alimentation essayés en tant que composants séparés sont spécifiés en 14.7.

Page 36

En 4.4.2.11 *au lieu de:*

10.1

*lire:*

9.1.

(see 4.3.3)

*read:*

(see 4.3).

#### 4.4.2 *Application of fault conditions*

*In line 1, instead of:*

be applied as

*read:*

include those.

Page 35

##### 4.4.2.1 *PROTECTIVE IMPEDANCE*

*Transfer the last sentence of the second dash to become a new second paragraph of 4.4.2.1.*

##### 4.4.2.6 *Mains transformers*

*Replace the existing text by the following:*

The secondary windings of mains transformers tested as part of the equipment shall be short-circuited and also subjected to any overloads arising from any fault condition according to 4.4.

Windings, and sections of tapped windings, which are loaded in NORMAL USE, shall be tested in turn, one at a time, to simulate short circuits in the load. All other windings are loaded or not loaded, whichever load condition of NORMAL USE is the least favourable.

Short-circuits shall be made on the load side of any current-limiting impedance or over-current protective device which is connected directly to the winding.

Requirements and tests for mains transformers tested as separate components are specified in 14.7.

Page 37

##### 4.4.2.11 *Instead of:*

10.1

*read:*

9.1

#### 4.4.2.12 Verrouillage

*Remplacer le texte existant par le suivant:*

Chaque partie d'un système de verrouillage de protection de l'OPÉRATEUR doit être court-circuitée ou mise en circuit ouvert à tour de rôle si ce système empêche l'accès d'un danger (voir 1.2), lorsqu'un couvercle, etc. est démontable sans l'aide d'un OUTIL.

Il n'est pas nécessaire de court-circuiter ou de mettre en circuit ouvert les composants de HAUTE INTÉGRITÉ des systèmes de verrouillage (voir 14.6 et 15.3).

Page 38

#### 4.4.4.4

*Remplacer le paragraphe existant par le suivant:*

*La conformité aux prescriptions de protection contre les autres dangers mentionnés sous 1.2 est vérifiée comme spécifié dans les articles 7 à 15.*

Page 42

Tableau 1

*Ajouter "(voir note)" sous le texte de la deuxième colonne situé à droite des symboles 12 et 14 et ajouter la note suivante au bas du tableau:*

NOTE - Les prescriptions de couleurs relatives aux symboles 12 et 14 ne s'appliquent pas aux marquages sur l'appareil si le symbole est moulé ou gravé à une profondeur ou une élévation de 0,5 mm. Le symbole doit être suffisamment grand pour être remarqué quand il est nécessaire.

Page 44

#### 5.1.5 BORNES des circuits de mesure

*Remplacer le premier alinéa par le suivant:*

Sauf indication claire sur un instrument de mesure montrant qu'il n'est pas prévu pour être connecté à des tensions par rapport à la terre supérieures à 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu, les BORNES des circuits de mesure destinées à être connectées par un OPÉRATEUR et utilisées pour des mesures de tension ou de courant, doivent porter la marque de la tension ASSIGNÉE maximale par rapport à la terre. Une exception est autorisée pour les BORNES (connecteurs) qui sont uniquement destinées à la connexion de BORNES spécifiques d'autres équipements, pourvu qu'il existe un moyen d'identification de ces BORNES.

Exemples d'indications autorisées, mentionnant que les entrées, dans tous les cas, sont prévues pour être inférieures à 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu, par rapport à la terre:

#### 4.4.2.12 Interlocks

*Replace the existing text by the following:*

Each part of an interlock system for the protection of OPERATORS shall be short-circuited or open-circuited in turn if the system prevents access to hazards (see 1.2) when a cover, etc. is removed without the use of a TOOL.

HIGH INTEGRITY components of interlock systems (see 14.6 and 15.3) need not be short-circuited or open-circuited.

Page 39

#### 4.4.4.4

*Replace the existing subclause by the following:*

*Compliance with the requirements for protection against the other hazards listed in 1.2 is checked as specified in clauses 7 to 15.*

Page 43

#### Table 1

*Insert "(see note)" under the text at the right of the symbols 12 and 14 in column 2, and add the following note underneath the table.*

NOTE - Colour requirements for symbols 12 and 14 do not apply to markings on equipment, providing that the symbol is moulded or engraved to a depth or raised height of 0,5 mm. The symbol should be sufficiently large to ensure that it will be noticed when necessary.

Page 45

#### 5.1.5 Measuring circuit TERMINALS

*Replace the first paragraph by the following:*

Unless a clear indication is provided on a measuring instrument that it is not intended to be connected to voltages to earth above 50 V a.c. or 120 V d.c., the measuring input circuit TERMINALS for connection by an OPERATOR and used for voltage or current measurement shall be marked with the maximum RATED voltage to earth. An exception is permitted for circuit TERMINALS (connectors) which are dedicated only for connection to specific TERMINALS of other equipment if a means for identifying these TERMINALS is provided.

Examples of acceptable indications that the inputs in all cases are intended to be less than 50 V a.c. or 120 V d.c. to earth include:

- l'indication de l'échelle totale balayée par l'aiguille d'un voltmètre indicateur à simple gamme ou l'indication maximale d'un voltmètre multigamme;
- l'indication de l'échelle maximale portée sur un sélecteur de tension;
- l'information indiquée de la fonction prévue, (par exemple: "millivoltmètre").

La correction ne concerne que l'anglais.

Page 48

## 5.2 Avertissements

*Ajouter le nouvel alinéa suivant avant la note existante et repérer cette note en NOTE 1.*

Des indications doivent aviser l'OPÉRATEUR en cas de danger (voir 1.2) d'une durée supérieure à 2 s après le fonctionnement d'un système de verrouillage (voir 15.1).

*Ajouter la nouvelle note 2 comme suit:*

NOTE 2 - Les indications d'avertissement concernant les batteries sont spécifiées en 5.1.8 et 13.2.2.

Page 64

## 6.4 Protection en CONDITION NORMALE

*Ajouter, après le troisième alinéa, les notes suivantes:*

### NOTES

- 1 Les DISTANCES DANS L'AIR et les LIGNES DE FUITE nécessaires à la sécurité peuvent être vérifiées par mesure, sauf comme précisé en D.5 et D.7.
- 2 L'isolation par matériau solide nécessaire à la sécurité peut être vérifiée en appliquant une tension d'essai correspondant à la tension d'utilisation et définie à l'annexe D. L'épaisseur requise pour assurer l'isolation par matériau solide peut être déterminée en fonction de la tension d'essai à laquelle elle doit résister; un essai de décharge partielle peut aussi être approprié (voir la CEI 664).
- 3 Soumise à des contraintes mécaniques ou thermiques, l'isolation par matériau solide peut devoir être renforcée pour satisfaire aux spécifications des articles 7, 8 et 9.

### 6.5.1 Mise à la terre de protection

*Ajouter le texte suivant à la fin du premier alinéa:*

Pour les équipements de mesure et d'essai, une connexion indirecte est autorisée, permettant une alternative possible à la connexion directe (voir 6.5.1.4).

- the full scale deflection marking of a single range indicating voltmeter or maximum marking of a multi-range voltmeter;
- the maximum range marking of a voltage selector switch;
- the marked intended function of the instrument (e.g. "millivoltmeter").

*In the second paragraph, second line, instead of:*

rating

read:

RATING.

Page 49

## 5.2 Warning markings

*Add the following new paragraph before the existing note and modify this note to read NOTE 1.*

Warnings shall advise OPERATORS if a hazard (see 1.2) will continue for more than 2 s after the activation of an interlock system (see 15.1).

*Add new note 2 as follows:*

NOTE 2 - Warning markings relating to batteries are specified in 5.1.8 and 13.2.2.

Page 65

## 6.4 Protection in NORMAL CONDITION

*Add, after the third paragraph, the following notes:*

### NOTES

- 1 CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES necessary for safety can be checked by measurement, except as specified in D.5 and D.7.
- 2 Solid insulation necessary for safety can be checked by applying the test voltage of annex D appropriate to the working voltage. The thickness required for solid insulation can be determined from the test voltage it must withstand. Partial discharge testing may also be appropriate (see IEC 664).
- 3 Under mechanical or thermal stress conditions, insulation may have to be increased to meet the requirements of clauses 7, 8 and 9.

### 6.5.1 Protective earthing

*Add the following text at the end of the first paragraph:*

For measuring and test equipment, indirect bonding is permitted as an alternative to direct bonding (see 6.5.1.4).

Page 66

6.5.1.2 *Impédance de la LIAISON PROTECTRICE des appareils raccordés par une fiche*

*Remplacer, dans le deuxième alinéa, le texte du second tiret par le suivant:*

- un courant égal à deux fois la valeur du courant ASSIGNÉ de l'équipement.

Page 68

*Ajouter le nouveau paragraphe suivant:*

6.5.1.4 *Liaison indirecte pour équipement de mesure et d'essai*

La liaison indirecte établit une connexion entre la BORNE DE TERRE DE PROTECTION et les parties conductrices ACCESSIBLES lorsqu'elles passent sous TENSION DANGEREUSE à la suite d'une faute. Les dispositifs pouvant établir cette liaison indirecte sont:

- a) Les dispositifs destinés à limiter la tension, qui deviennent conducteurs quand la tension est supérieure à 50 V efficaces, 70 V crête, ou 120 V continu, avec protection de surintensité pour éviter la destruction du dispositif.

*La conformité est vérifiée en connectant les parties conductrices ACCESSIBLES aux BORNES d'alimentation et en branchant l'équipement à la source d'alimentation comme en UTILISATION NORMALE. La tension entre les parties conductrices ACCESSIBLES et la BORNE DE PROTECTION ne doit pas être supérieure à 50 V efficaces, 70 V crête ou 120 V continu, pendant plus de 0,2 s.*

- b) Les dispositifs de déclenchement sensibles à la tension qui coupent tous les pôles de la source d'alimentation, et qui connectent les parties conductrices ACCESSIBLES à la BORNE DE TERRE DE PROTECTION dans les cas où la tension entre elles devient supérieure à 50 V efficaces, 70 V crête ou 120 V continu.

*La conformité est vérifiée en appliquant une tension de 50 V efficaces, 70 V crête, ou 120 V continu entre les parties conductrices ACCESSIBLES et la BORNE DE TERRE DE PROTECTION. L'action de déclenchement doit se produire dans un délai de 0,2 s.*

Page 68

6.5.2 *ISOLATION DOUBLE et ISOLATION RENFORCÉE*

*Ajouter, après le premier alinéa, les notes suivantes:*

NOTES

- 1 Les DISTANCES DANS L'AIR et les LIGNES DE FUITE nécessaires à la sécurité peuvent être vérifiées par mesure, sauf comme précisé en D.5 et D.7.
- 2 L'isolation par matériau solide nécessaire à la sécurité peut être vérifiée en appliquant une tension d'essai correspondant à la tension d'utilisation et définie à l'annexe D. L'épaisseur requise pour assurer l'isolation par matériau solide peut être déterminée en fonction de la tension d'essai à laquelle elle doit résister; un essai de décharge partielle peut aussi être approprié (voir la CEI 664).
- 3 Soumise à des contraintes mécaniques ou thermiques, l'isolation par matériau solide peut devoir être renforcée pour satisfaire aux spécifications des articles 7, 8 et 9.

Page 67

**6.5.1.2 BONDING IMPEDANCE of plug-connected equipment**

Replace, in the second paragraph, the text of the second dash by the following:

- a current equal to twice the RATED current of the equipment.

Page 69

Add the following new subclause:

**6.5.1.4 Indirect bonding for measuring and test equipment**

Indirect bonding establishes a connection between the PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL and ACCESSIBLE conductive parts when these become HAZARDOUS LIVE as a result to a fault. Devices to establish indirect bonding are:

- a) Voltage limiting devices which become conductive when the voltage across them exceeds 50 V r.m.s., 70 V peak, or 120 V d.c., with overcurrent protection to prevent breakdown of the device.

*Compliance is checked by connecting the ACCESSIBLE conductive parts to the mains supply TERMINALS while the equipment is connected to the mains supply as in NORMAL USE. The voltage between the ACCESSIBLE conductive parts and the PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL shall not exceed 50 V r.m.s., 70 V peak, or 120 V d.c., for more than 0,2 s.*

- b) Voltage-sensitive tripping devices which interrupt all poles of the mains supply, and connect the ACCESSIBLE conductive parts to the PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL whenever the voltage across them exceeds 50 V r.m.s., 70 V peak, or 120 V d.c.

*Compliance is checked by applying a voltage of 50 V r.m.s., 70 V peak, or 120 V d.c. between the ACCESSIBLE conductive parts and the PROTECTIVE CONDUCTOR TERMINAL. The tripping action shall take place within 0,2 s.*

Page 69

**6.5.2 DOUBLE INSULATION and REINFORCED INSULATION**

Add, after the first paragraph, the following notes:

**NOTES**

- 1 CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES necessary for safety can be checked by measurement, except as specified in D.5 and D.7.
- 2 Solid insulation necessary for safety can be checked by applying the test voltage of annex D appropriate to the working voltage. The thickness required for solid insulation can be determined from the test voltage it must withstand. Partial discharge testing may also be appropriate (see IEC 664).
- 3 Under mechanical or thermal stress conditions, insulation may have to be increased to meet the requirements of clauses 7, 8 and 9.

Page 74

*En 6.8.2, quatrième alinéa, au lieu de:*

92,5 % ± 2,5 % h.r.

*lire:*

92,5 % h.r. ± 2,5 % h.r.

*au lieu de:*

42 °C ± 2 °C

*lire:*

40 °C ± 2 °C

Page 76

*En 6.8.4, deuxième phrase, au lieu de:*

*Aucune perforation*

*lire:*

*Aucun claquage.*

6.9.1 Généralités

*A la page 78, ajouter le nouveau troisième tiret suivant:*

- un desserrage ou une libération accidentelle des câbles, vis, etc. ne doit pas risquer de mettre les parties ACCESSIBLES sous TENSION DANGEREUSE.

Page 80

6.10.1 Cordons d'alimentation réseau

*Ajouter les deuxième et troisième alinéas suivants:*

Les cordons d'alimentation réseau débranchables avec prises réseau conformes à la CEI 320 doivent soit correspondre aux prescriptions de la CEI 799, soit être de calibre ASSIGNÉ au moins pour le courant ASSIGNÉ de la prise réseau fixée au cordon d'alimentation.

La terminologie pour les cordons d'alimentation au réseau est donnée à la figure 3.

Page 75

*In 6.8.2, fourth paragraph, instead of:*

92,5 % ± 2,5 % r.h.

*read:*

92,5 % r.h. ± 2,5 % r.h.

*Instead of:*

42 °C ± 2 °C

*read:*

40 °C ± 2 °C

Page 77

6.8.4 *This correction applies to the French text only.*

6.9.1 *General*

*On page 79, add the following new third dash:*

- accidental loosening or freeing of the wiring, screws, etc., shall not cause ACCESSIBLE parts to become HAZARDOUS LIVE.

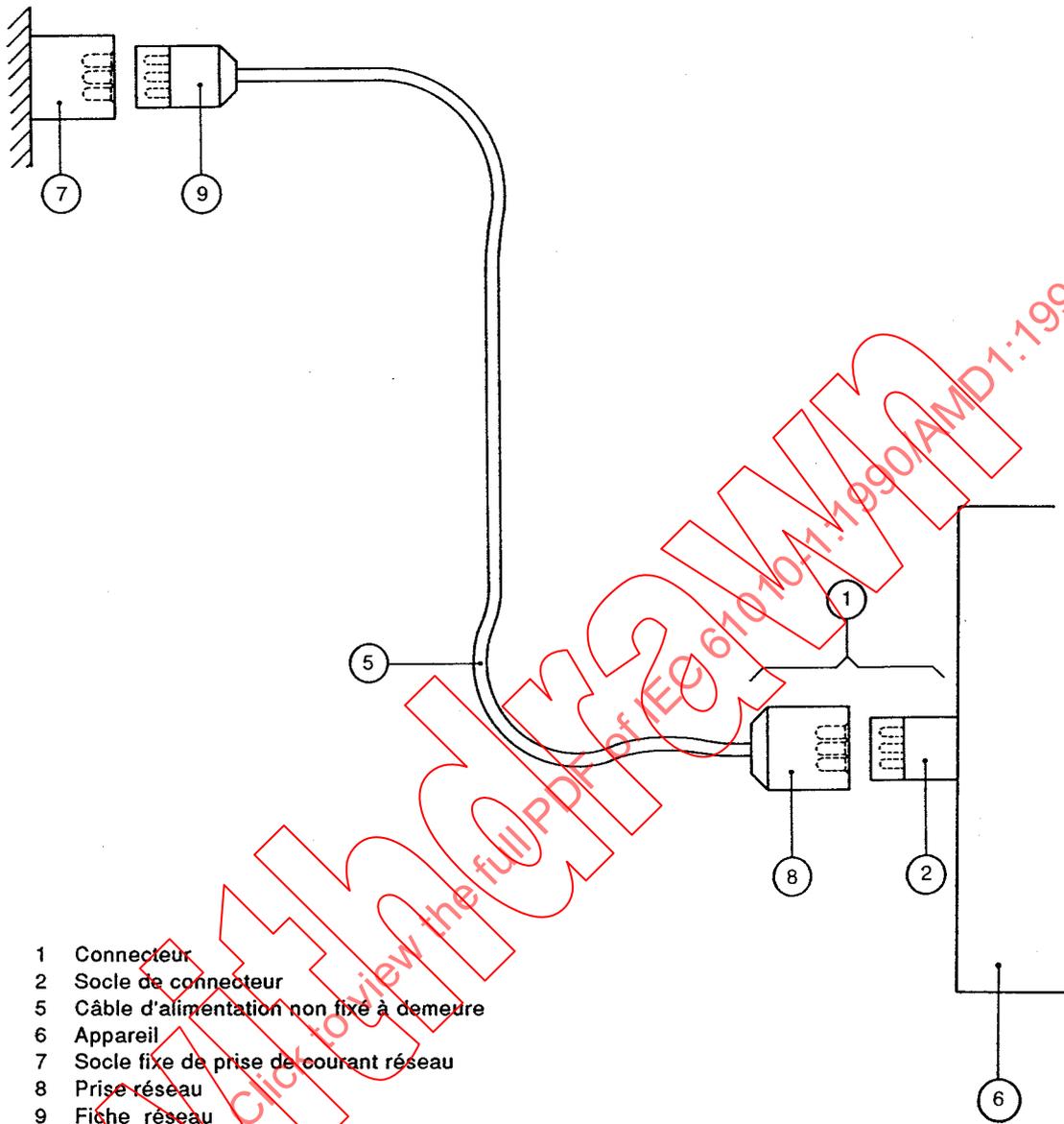
Page 81

6.10.1 *Mains supply cords*

*Add the following new second and third paragraphs:*

Detachable mains supply cords with mains connectors according to IEC 320 shall either comply with the requirements of IEC 799, or shall be RATED at least for the current RATING of the mains connector which is fitted to the cord.

The terminology for mains supply cords is given in figure 3.



755/88

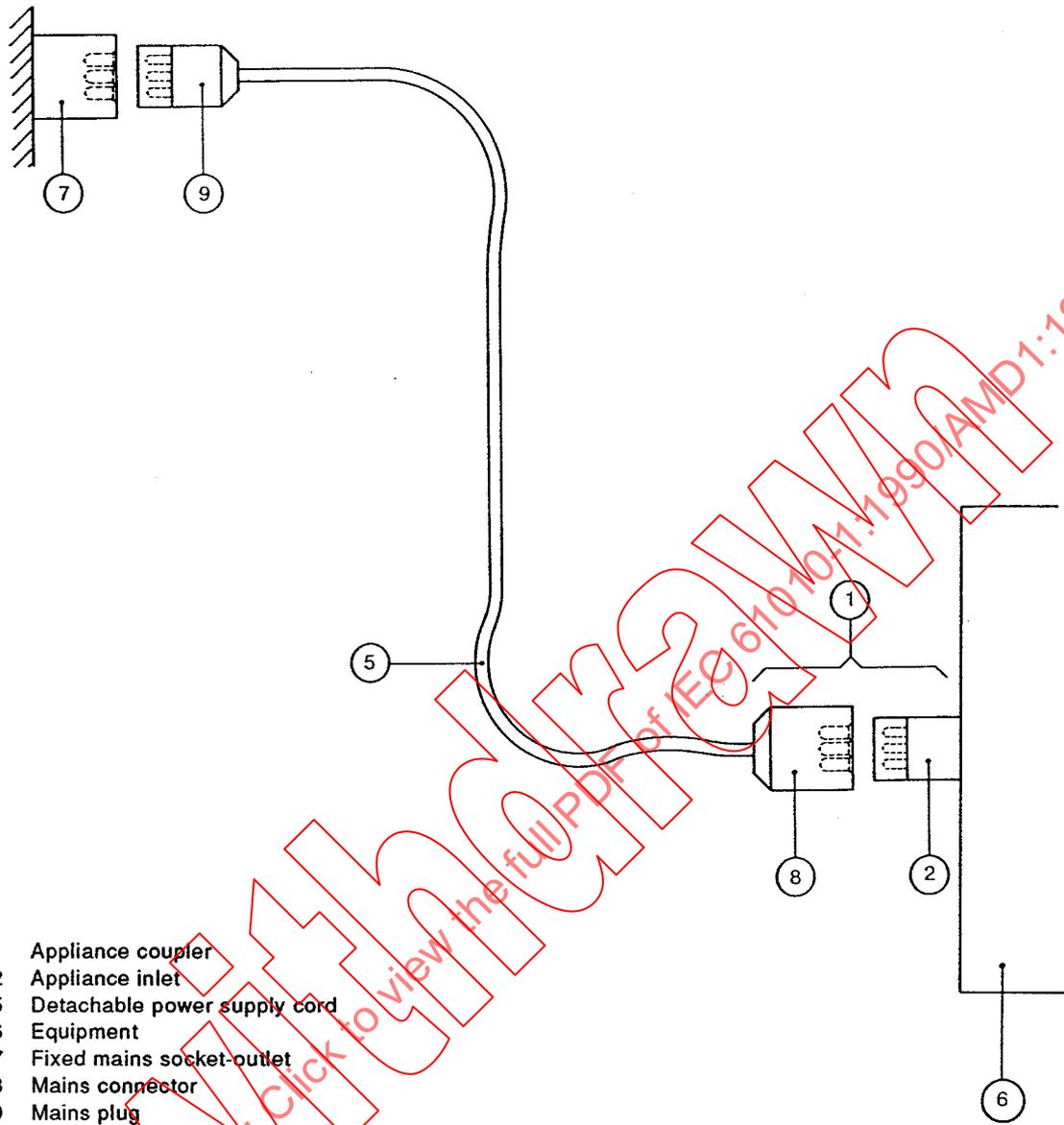
Figure 3 - Cordons et connecteurs réseau débranchables

Page 84

6.10.3 Fiches et connecteurs

Ajouter à la fin du point b) la phrase suivante:

Les fiches et socles de type réseau ne doivent pas être utilisés autrement que comme dispositifs de connexion de l'alimentation réseau.



- 1 Appliance coupler
- 2 Appliance inlet
- 5 Detachable power supply cord
- 6 Equipment
- 7 Fixed mains socket-outlet
- 8 Mains connector
- 9 Mains plug

755/88

Figure 3 - Detachable mains supply cords and connections

Page 85

6.10.3 *Plugs and connectors*

*Add, at the end of Item b) the following sentence:*

**Mains-type plugs and sockets shall not be used for purposes other than connection of a mains supply.**

*Supprimer, à la première phrase du paragraphe de la conformité:*

*et par mesurage selon 6.3.1.3.*

Page 88

#### 6.12.2.1 APPAREILS BRANCHÉS EN PERMANENCE

*Remplacer le second alinéa par le suivant:*

Lorsqu'un interrupteur ne fait pas partie de l'appareil, la documentation relative à l'installation de l'appareil (voir 5.4.3) doit spécifier que:

- un interrupteur ou un disjoncteur doit être inclus dans l'installation électrique du bâtiment;
- il doit se trouver à proximité immédiate de l'appareil et doit être facilement accessible par l'OPÉRATEUR;
- il doit être marqué comme étant le dispositif de coupure de l'appareil.

Page 90

#### 6.12.3.1 Interrupteurs et disjoncteurs

*Remplacer le premier alinéa par les trois nouveaux alinéas suivants:*

Tout interrupteur ou disjoncteur utilisé comme dispositif de sectionnement doit correspondre aux prescriptions de la CEI 947-1 et de la CEI 947-3.

Les parties de la CEI 947-3 concernées définissent les prescriptions qui traitent de la séparation des contacts et de la mise en évidence de l'ouverture ou de la fermeture des contacts lorsque l'indicateur est en position «arrêt».

Si un interrupteur ou un disjoncteur est utilisé comme dispositif de sectionnement, il doit avoir un marquage précisant cette fonction. Dans le cas où il n'y a qu'un seul dispositif – un interrupteur ou un disjoncteur – les symboles 9 et 10 du tableau 1 sont suffisants.

Page 96

### 8 Résistance mécanique aux chocs et aux vibrations

*Modifier le titre comme suit:*

**Résistance mécanique aux chocs, aux vibrations et aux impacts.**

*The correction to the last paragraph applies to the French text only.*

Page 89

#### 6.12.2.1 PERMANENTLY CONNECTED EQUIPMENT

*Replace the second paragraph by the following:*

Where a switch is not part of the equipment, documentation for equipment installation (see 5.4.3) shall specify that:

- a switch or circuit-breaker shall be included in the building installation;
- it shall be in close proximity to the equipment and within easy reach of the OPERATOR;
- it shall be marked as the disconnecting device for the equipment.

Page 91

#### 6.12.3.1 Switches and circuit-breakers

*Replace the first paragraph by the following three new paragraphs:*

An equipment switch or circuit-breaker employed as a disconnecting device shall meet the relevant requirements of IEC 947-1 and IEC 947-3.

The relevant parts of IEC 947-3 include those requirements which relate to contact separation and to ensuring that it is always evident whether the contacts are open or closed when the indicator is in the "off" position.

If a switch or a circuit-breaker is used as a disconnecting device, it shall be marked to indicate this function. If there is only one device – one switch or one circuit-breaker –, symbols 9 and 10 of table 1 are sufficient.

Page 97

*This correction applies to the French text only.*

Page 100

### 9.1 Généralités

*Ajouter la note suivante après le troisième alinéa:*

NOTE - Voir également 13.2.2 pour ce qui concerne la protection contre le feu causé par des batteries.

*A la deuxième ligne du quatrième alinéa, au lieu de:*

4.4.2.10

*lire:*

4.4.

Page 102

Tableau 3 – Températures maximales en UTILISATION NORMALE et à la température ambiante maximale (voir note 1)

*Remplacer les trois premières catégories et les cinq premières valeurs de température par le texte et les valeurs suivants:*

Surface extérieure de l'ENVELOPPE (voir note 2)

métallique	70 °C
non métallique	80 °C
petite surface de l'ENVELOPPE (par exemple, petits radiateurs faciles à discerner) et qui ne risquent pas d'être touchés en UTILISATION NORMALE	100 °C

Boutons et poignées

métalliques	55 °C
non métalliques	70 °C
Parties non métalliques tenues en UTILISATION NORMALE pendant de courtes périodes seulement	85 °C

Page 104

*En 9.4, troisième ligne, au lieu de:*

température nominale,

*lire:*

température ASSIGNÉE.

Page 101

### 9.1 General

*Add the following note after the third paragraph:*

NOTE - See also 13.2.2 concerning protection against fire caused by batteries.

*In the second line of the fourth paragraph, instead of:*

4.4.2.10

*read:*

4.4.

Page 103

Table 3 - Maximum temperatures in NORMAL USE and at maximum ambient temperature (see note 1)

*Replace the first three categories and first five temperature values by the following text and values:*

Outer surface of ENCLOSURE (see note 2)

metal	70 °C
non-metallic	80 °C
small areas of the ENCLOSURE (e.g. easily discernible heat sinks) not likely to be touched in NORMAL USE	100 °C

Knobs and handles

metal	55 °C
non-metallic	70 °C
Non-metallic parts held during NORMAL USE for short periods only	85 °C

Page 105

*In 9.4, second line, instead of:*

Temperature rating,

*read:*

RATED temperature.

Page 114

#### 12.5.1 Niveau de pression acoustique

*Au lieu de:*

*mesure à la position*

*lire:*

mesurée à la fois à la position

#### 12.5.2 Pression ultrasonique

*Au lieu de:*

*effectuée à la position*

*lire:*

effectuée à la fois à la position

Page 116

#### 13.2.2 Compartiment de batteries

*Remplacer le titre et le texte par ce qui suit:*

#### 13.2.2 Batteries

Les batteries ne doivent pas causer d'explosion ou être à l'origine d'un risque d'incendie en cas de charge excessive ou de décharge trop poussée, ou si la batterie est installée avec une polarité incorrecte. Si nécessaire, une protection doit être incorporée à l'appareil, sauf si les instructions du constructeur spécifient que l'appareil ne peut être utilisé qu'avec des batteries à protection intégrée.

Si l'installation d'une batterie de type inadéquat peut provoquer un risque d'explosion ou d'incendie, (par exemple dans le cas où une batterie à protection intégrée est spécifiée), il doit y avoir une indication visible sur ou à proximité du compartiment ou du support de batteries, ainsi qu'une mention dans les instructions du constructeur. Un marquage acceptable peut être le symbole n° 14 du tableau 1.

Le compartiment de batteries doit être conçu de telle sorte qu'il n'y ait pas de possibilité d'explosion due à l'accumulation de gaz inflammable (voir également 5.1.8 en ce qui concerne les indications vis-à-vis de toute tentative de charge de batteries non rechargeables).

*La conformité est vérifiée par examen incluant l'examen des spécifications techniques de la batterie, afin d'établir que chaque composant, par lui-même, ne peut entraîner un risque d'explosion ou d'incendie. Si nécessaire, un court-circuit et un circuit-ouvert seront effectués sur chaque composant (à l'exception de la batterie elle-même), dont une panne éventuelle pourrait entraîner un tel risque.*

Page 115

#### 12.5.1 *Sound pressure level*

*Instead of:*

*when measured at*

*read:*

*when measured both at*

#### 12.5.2 *Ultrasonic pressure*

*Instead of:*

*when measured at*

*read:*

*when measured both at*

Page 117

#### 13.2.2 *Battery compartments*

Replace the title and text by the following:

#### 13.2.2 *Batteries*

Batteries shall not cause explosion or produce a fire hazard as a result of excessive charge or discharge, or if a battery is installed with incorrect polarity. Where necessary, protection shall be incorporated in the equipment, unless the manufacturer's instructions specify that it is for use only with batteries which have built-in protection.

If an explosion or fire hazard could occur through fitting a battery of the wrong type (e.g. where a battery with built-in protection is specified) there shall be a warning marking on or near the battery compartment or mounting and a warning in the manufacturer's instructions. An acceptable marking is symbol No. 14 of table 1.

The battery compartment shall be designed so that there is no possibility of explosion or fire caused by build-up of flammable gases. (See also 5.1.8 concerning warning against attempting to charge non-rechargeable batteries).

*Compliance is checked by inspection, including inspection of battery data, to establish that failure of any single component cannot lead to an explosion or fire hazard. Where necessary, a short circuit and open circuit is made on any single component (except the battery itself) whose failure could lead to such a hazard.*

*Dans le cas des batteries pouvant être remplacées par l'OPÉRATEUR, il faut essayer de brancher la batterie en polarité inversée. Aucun danger (voir 1.2) ne doit arriver.*

Page 122

*Ajouter le nouveau paragraphe 14.7 suivant:*

#### **14.7 Transformateurs d'alimentation réseau**

Les transformateurs d'alimentation réseau non essayés en tant que partie de l'appareil selon 4.4.2.6 doivent satisfaire aux prescriptions et essais suivants:

- les essais doivent être effectués avec le transformateur installé soit dans l'appareil, soit à l'extérieur de l'appareil;
- les essais extérieurs à l'appareil doivent être effectués dans les mêmes conditions qu'à l'intérieur de l'appareil lorsque cela peut affecter les résultats de l'essai;
- un transformateur endommagé durant un essai peut être réparé ou remplacé avant l'essai suivant;
- les dispositifs destinés à protéger le transformateur doivent être intégrés durant les essais de court-circuit et de surcharge. Par exemple, les essais de court-circuit et de surcharge d'un enroulement de sortie sont effectués du côté charge de tout dispositif de limitation de courant par impédance ou de protection de surintensité de l'enroulement de sortie.

*La conformité est vérifiée par les essais de court-circuit et de surcharge spécifiés sous 14.7.1 et 14.7.2 et les essais spécifiés sous 4.4.4.1 à 4.4.4.3.*

##### **14.7.1 Essais de court-circuit**

*Les enroulements et sections d'enroulement en charge en UTILISATION NORMALE doivent être essayés à tour de rôle pour simuler des court-circuits de la charge. Tous les autres enroulements sont chargés ou non selon la charge la moins favorable en UTILISATION NORMALE.*

##### **14.7.2 Essais de surcharge**

*Tout enroulement de sortie ou section d'enroulement sera surchargé, à tour de rôle, pour la durée spécifiée sous 4.4.3.1, les autres enroulements étant chargés ou non, selon la condition de charge en UTILISATION NORMALE la moins favorable.*

*La surcharge s'effectue en connectant une résistance variable aux sorties de l'enroulement. La résistance est ajustée le plus rapidement possible et ajustée à nouveau, si nécessaire, après 1 min, de manière à maintenir la surcharge prévue. Ensuite, aucun nouvel ajustement ne sera autorisé.*

*En cas de protection de surintensité par un dispositif de coupure de courant, le courant pour l'essai de surcharge est le courant maximal que le dispositif de protection de surintensité est capable de supporter sans déclencher pendant 1 h. Si l'on ne peut trouver cette valeur en se basant sur la spécification, il faudra l'établir par un essai.*

*Dans le cas d'appareils où la tension de sortie est appelée à chuter lorsqu'une surcharge de courant atteint une limite spécifiée, la surcharge est appliquée en progression lente jusqu'au niveau provoquant la chute de la tension de sortie.*

*For batteries intended to be replaced by the OPERATOR, an attempt is made to install a battery with its polarity reversed. No hazard (see 1.2) shall arise.*

Page 123

*Add the following new subclause 14.7:*

#### **14.7 Mains transformers**

**Mains transformers not tested as part of the equipment according to 4.4.2.6 shall comply with the following requirements and tests:**

- tests shall be conducted with the transformer either installed in the equipment or outside the equipment;
- tests outside the equipment shall be carried out in the same conditions as exist inside the equipment where these could affect the test results;
- a transformer damaged during one test may be repaired or replaced before the next test;
- devices protecting the transformer shall be included during the short-circuit and overload tests. For example, short-circuit and overload tests of an output winding are performed on the load side of any current limiting impedance or overcurrent protection device for the output winding.

*Compliance is checked by the short-circuit and overload tests specified in 14.7.1 and 14.7.2 and the tests specified in 4.4.4.1 to 4.4.4.3.*

##### **14.7.1 Short-circuit tests**

*Windings, and sections of tapped windings which are loaded in NORMAL USE, are tested in turn, one at a time, to simulate short-circuits in the load. All other windings are loaded or not loaded, whichever load condition of NORMAL USE is the least favourable.*

##### **14.7.2 Overload tests**

*Each output winding, or section of a tapped winding, is overloaded in turn, one at a time, for the duration specified in 4.4.3.1, with the other windings loaded or not loaded, whichever load condition of NORMAL USE is the least favourable.*

*Overloading is carried out by connecting a variable resistor across the winding. The resistor is adjusted as quickly as possible and readjusted, if necessary, after 1 min to maintain the applicable overload. No further readjustments are then permitted.*

*If overcurrent protection is provided by a current-breaking device, the overload test current is the maximum current which the overcurrent protection device is just capable of passing for 1 h. If this value cannot be derived from the specification, it is to be established by test.*

*In the case of equipment in which the output voltage is designed to collapse when a specified overload current is reached, the overload is slowly increased to the point which causes the output voltage to collapse.*

*Dans tous les autres cas, la charge est la puissance de sortie maximale que le transformateur peut fournir.*

*Les transformateurs avec une protection contre les surtempératures qui répond aux prescriptions de 14.3, durant les essais de court-circuits de 14.7.1, n'ont pas à être soumis à des essais de surcharge.*

Page 122

*Ajouter le nouvel article 15 suivant:*

## **15 Protection par systèmes de verrouillage**

Si des systèmes de verrouillage destinés à protéger les OPÉRATEURS des dangers spécifiés en 1.2 sont utilisés, ils doivent répondre aux prescriptions données de 15.1 à 15.3.

### **15.1 Généralités**

Les systèmes de verrouillage doivent être conçus pour supprimer un danger (voir 1.2) avant que l'OPÉRATEUR n'y soit exposé. Cependant, un délai maximum de 2 s après que l'accès soit possible, ou un délai plus long, si une indication écrite (voir 5.2) signale à l'OPÉRATEUR d'attendre plus longtemps, sont admis pour les cas suivants:

- les parties qui peuvent être touchées facilement et dont la température peut être supérieure à celle prévue dans le tableau 3;
- les parties en mouvement; dans le cas, les prescriptions prévues en 7.2 ne sont pas obligatoires pendant cette période.

Les indications écrites doivent être placées sur les couvercles, ou toutes pièces qu'il faut déplacer pour rendre l'accès possible, de même que sur ou à proximité de toute pièce dangereuse.

*La conformité est vérifiée par examen et en effectuant tous les essais appropriés de cette norme après déplacement des couvercles, ou toutes autres pièces assimilées.*

### **15.2 Prévention de réactivation**

Tout système de verrouillage destiné à la protection de l'OPÉRATEUR doit être conçu pour que le danger (voir 1.2) ne puisse pas réapparaître lors d'une réactivation manuelle avant que la cause du déclenchement du système de verrouillage n'ait été inversée ou supprimée.

*La conformité est vérifiée par examen et, si nécessaire, par action manuelle des parties du système de verrouillage qui peuvent être touchées par le doigt d'épreuve articulé (voir la figure B2).*

### **15.3 Fiabilité**

Tout système de verrouillage, pour la protection de l'OPÉRATEUR, doit être conçu de telle façon qu'un premier défaut ne puisse pas se produire au cours de la durée de vie prévue de l'appareil ou ne puisse pas être à l'origine d'un danger (voir 1.2).

*In all other cases, the loading is the maximum power output obtainable from the transformer.*

*Transformers with overtemperature protection which meets the requirements of 14.3 during the short-circuit tests of 14.7.1, need not be subjected to overload tests.*

Page 123

*Add the following new clause 15:*

## **15 Protection by interlocks**

If interlocks are used to protect OPERATORS from any of the hazards specified in 1.2, they shall meet the requirements of 15.1 to 15.3.

### **15.1 General**

Interlocks shall be designed to remove a hazard (see 1.2) before the OPERATOR is exposed to it. The following exceptions are, however, permitted for a maximum of 2 s after access is possible, or a longer period if there is a warning marking (see 5.2) which tells the OPERATOR to wait for a longer period:

- temperatures of easily touched parts may exceed the values of table 3;
- for moving parts, the requirements of 7.2 need not be met during this period.

Warning markings shall be placed on covers or other parts which have to be removed to obtain access, and also on or beside the hazardous part.

*Compliance is checked by inspection and by performing all relevant tests of this standard after removing the covers or other parts.*

### **15.2 Prevention of reactivation**

Any interlock for the protection of an OPERATOR shall be designed so that the hazard (see 1.2) cannot be re-established by reactivation by hand until the action which caused the interlock to operate has been reversed or cancelled.

*Compliance is checked by inspection and where necessary by operation by hand of the interlock parts which can be touched by the jointed test finger (see figure B2).*

### **15.3 Reliability**

Any interlock system for the protection of OPERATORS shall be designed so that a single fault is either unlikely to occur during the expected life of the equipment, or cannot cause a hazard (see 1.2).

*La conformité est vérifiée par l'évaluation du système. En cas de doute, le système de verrouillage ou les parties concernées de ce système sont vérifiées par des cycles de commutation de la charge la moins favorable en UTILISATION NORMALE; le nombre de cycles est égal à deux fois le nombre maximal susceptible d'arriver au cours de la durée de vie prévue de l'appareil. Les commutateurs sont essayés sur au moins 10 000 cycles d'utilisation. Les parties ayant satisfait à cet essai sont considérées comme des composants de HAUTE INTÉGRITÉ (voir 4.4.2.12).*

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61010-1:1990/AMD1:1992  
Withdrawn

*Compliance is checked by assessment of the system. In case of doubt, the interlock system or relevant parts of the system, are cycled to switch the least favourable load in NORMAL USE. The number of cycles is twice the maximum number likely to occur during the expected life of the equipment. Switches are tested for not less than 10 000 cycles of operation. Parts passing this test are considered to be HIGH INTEGRITY components (see 4.4.2.12).*

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61010-1:1990/AMD1:1992  
Withdrawn

Page 124

## Annexe A

*Ajouter le nouveau alinéa suivant avant A.1.*

Pour les procédures de mesure de courant ACCESSIBLE, voir la CEI 990 qui spécifie également les caractéristiques des voltmètres d'essai.

Page 126

## Figure A.2

*Dans le dessin, sous la valeur 2 000  $\Omega$ , insérer «(voir note)».*

*Ajouter la note suivante sous le dessin:*

NOTE - La valeur 2 000  $\Omega$  tient compte de l'impédance de l'instrument de mesure.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61010-1:1990/AMD1:1992  
Withdrawn

Page 125

**Annex A**

*Add the following new paragraph before A.1.*

For procedures for measuring ACCESSIBLE current, see IEC 990, which also specifies the characteristics of test voltmeters.

Page 127

**Figure A.2**

*In the drawing, underneath the value 2 000 Ω, insert '(see note)'.*

*Add the following note underneath the figure:*

NOTE - The value 2 000 Ω includes the impedance of the measuring instrument.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61010-1:1990/AMD1:1992  
Withdrawn

Page 136

## Annexe D

### Tableaux des DISTANCES DANS L'AIR et LIGNES DE FUITE dans les appareils et sur les cartes imprimées et tensions d'essai

*Supprimer le texte après le titre de l'annexe ainsi que les articles D.1 à D.4 inclus (pages 136 et 138)*

*Dans les tableaux D.1 à D.4 et D.7 à D.10, supprimer toutes les valeurs mentionnées pour des tensions de service supérieures à 1 000 V.*

*Insérer le sommaire comme suit:*

#### Sommaire

- D.1 Généralités
  - D.1.1 Tension de service (locale)
  - D.1.2 Notes concernant les tableaux
- D.2 Détermination des DISTANCES DANS L'AIR et des LIGNES DE FUITE si la tension de service est inférieure ou égale à 1 000 V et si les CATÉGORIES D'INSTALLATION (CATÉGORIES DE SURTENSION) sont applicables
  - D.2.1 Tableau applicable
  - D.2.2 Application des tableaux D.1 à D.12
- D.3 Détermination des DISTANCES DANS L'AIR pour une tension de service supérieure à 1 000 V (valeur en courant continu ou valeur efficace en courant alternatif)
  - D.3.1 DISTANCES DANS L'AIR pour une ISOLATION PRINCIPALE ou pour une ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE
  - D.3.2 DISTANCES DANS L'AIR pour une ISOLATION RENFORCÉE
- D.4 DISTANCES DANS L'AIR dans la partie primaire des alimentations à découpage
- D.5 Détermination des DISTANCES DANS L'AIR lorsque ni l'article D.2 ni le tableau D.13 n'est applicable
  - D.5.1 Généralités
  - D.5.2 Calcul des DISTANCES DANS L'AIR pour une ISOLATION PRINCIPALE ou pour une ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE
  - D.5.3 DISTANCES DANS L'AIR pour une ISOLATION RENFORCÉE
- D.6 Tensions d'essai pour une isolation où les DISTANCES DANS L'AIR sont déterminées conformément aux articles D.3 ou D.5
- D.7 DISTANCES DANS L'AIR en cas de construction homogène
  - D.7.1 Généralités
  - D.7.2 Essais d'une ISOLATION PRINCIPALE ou d'une ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE
  - D.7.3 Essai d'une ISOLATION RENFORCÉE
  - D.7.4 Correction, due à l'altitude, des tensions d'essai en cas de construction homogène

Page 137

**Annex D****Tables for CLEARANCES and CREEPAGE DISTANCES in equipment and on printed wiring boards, and test voltages**

*Delete all text underneath the title including clauses D.1 to D.4 (pages 137 and 139).*

*In tables D.1 to D.4 and D.7 to D.10 delete all values shown for working voltages above 1 000 V.*

*Insert a contents list as follows:*

**Contents**

- D.1 General
  - D.1.1 Working voltage
  - D.1.2 Notes on tables
- D.2 Determination of CLEARANCE and CREEPAGE DISTANCE if the working voltage is up to 1 000 V and if INSTALLATION CATEGORIES (OVERVOLTAGE CATEGORIES) are applicable
  - D.2.1 Applicable table
  - D.2.2 Application of tables D.1 to D.12
- D.3 Determination of CLEARANCE for working voltage above 1 000 V r.m.s. or d.c.
  - D.3.1 CLEARANCE for BASIC INSULATION or SUPPLEMENTARY INSULATION
  - D.3.2 CLEARANCE for REINFORCED INSULATION
- D.4 CLEARANCE in the primary of switching power supplies
- D.5 Determination of CLEARANCE when neither clause D.2 nor table D.13 applies
  - D.5.1 General
  - D.5.2 Calculation of CLEARANCE for BASIC INSULATION or SUPPLEMENTARY INSULATION
  - D.5.3 CLEARANCE for REINFORCED INSULATION
- D.6 Test voltages for insulations where the CLEARANCES are determined according to clause D.3 or D.5
- D.7 CLEARANCE, when homogeneous construction is employed
  - D.7.1 General
  - D.7.2 Testing of BASIC INSULATION or SUPPLEMENTARY INSULATION
  - D.7.3 Testing of REINFORCED INSULATION
  - D.7.4 Altitude correction of test voltages for testing homogeneous construction

- D.8 Détermination des LIGNES DE FUITE si l'article D.2 n'est pas applicable
- D.8.1 Généralités
- D.8.2 LIGNE DE FUITE pour une ISOLATION PRINCIPALE OU une ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE
- D.8.3 LIGNE DE FUITE pour une ISOLATION RENFORCÉE
- D.9 DISTANCES DANS L'AIR et LIGNES DE FUITE pour appareils dont l'utilisation est prévue à une altitude supérieure à 2 000 m
- D.10 Essais de circuits ou composants utilisés pour la protection contre les surtensions (voir l'article D.4 et D.5.1)
- D.11 Justification
- D.11.1 Déduction du tableau D.13
- D.11.2 Méthode de détermination des DISTANCES DANS L'AIR conformément à l'article D.5
- D.11.3 DISTANCES DANS L'AIR en cas de construction homogène (voir article D.7)
- D.11.4 Coefficients de correction en fonction de l'altitude (voir D.7.4)

*Ajouter les nouveaux articles D.1 à D.11.4, les tableaux D.13 à D.18 et les figures D.1 et D.2 comme suit:*

NOTE - Correspondance des textes:

- le nouveau D.1.1 est identique au premier alinéa de l'article supprimé D.2;
- le nouveau D.1.2 est identique à l'article supprimé D.4;
- le nouveau D.2.1 est identique à l'article supprimé D.1 et comprend la note 5, qui était la note de l'article supprimé D.2;
- le nouveau D.2.2 comprend les alinéas un et deux de l'article supprimé D.3 et les deuxième et troisième alinéas de l'article supprimé D.2.

## **D.1 Généralités**

Cette annexe spécifie les DISTANCES DANS L'AIR, les LIGNES DE FUITE et les surtensions pour les essais diélectriques, dérivées de la CEI 664.

Les DISTANCES DANS L'AIR et les LIGNES DE FUITE doivent être mesurées conformément à la CEI 664.

Les circuits, autres que les circuits de réseau, ne correspondant pas aux prescriptions de cette annexe pour DISTANCES DANS L'AIR et LIGNE DE FUITE peuvent être acceptés s'ils sont conformes aux conditions de défaut décrites sous 4.4, et si les parties sous TENSION DANGEREUSE ne sont pas ACCESSIBLES après le défaut.

### **D.1.1 Tension de service (locale)**

Les tableaux indiquent les valeurs par rapport à la tension de service, qui est définie dans la CEI 664 comme "la valeur efficace la plus élevée de la tension en courant alternatif ou valeur la plus élevée de la tension en courant continu qui peut apparaître (localement) à travers n'importe quelle isolation, à la tension ASSIGNÉE d'alimentation, les surtensions transitoires étant négligées", en circuit ouvert ou en CONDITION NORMALE. Les tableaux relatifs aux tensions d'essai et aux DISTANCES DANS L'AIR tiennent compte des transitoires (surtensions transitoires) telles que déterminées dans la CEI 664 pour la coordination de l'isolement.

- D.8 Determination of CREEPAGE DISTANCES if clause D.2 does not apply
  - D.8.1 General
  - D.8.2 CREEPAGE DISTANCE for BASIC INSULATION or SUPPLEMENTARY INSULATION
  - D.8.3 CREEPAGE DISTANCE for REINFORCED INSULATION
- D.9 CLEARANCE and CREEPAGE DISTANCE for equipment for use above an altitude of 2 000 m
- D.10 Testing of circuits or components used to control overvoltage (see clause D.4 and D.5.1)
- D.11 Rationale
  - D.11.1 Derivation of table D.13
  - D.11.2 Method for determination of CLEARANCE according to clause D.5
  - D.11.3 CLEARANCES for homogeneous construction (see clause D.7)
  - D.11.4 Altitude correction factors (see D.7.4).

*Add new clauses D.1 to D.11.4, tables D.13 to D.18, and figures D.1 and D.2 as follows:*

NOTE - Derivation of texts:

- the new D.1.1 is identical to the first paragraph of the deleted clause D.2;
- the new D.1.2 is identical to the deleted clause D.4;
- the new D.2.1 is identical to the deleted clause D.1 with the addition of note 5 which was the note of the deleted clause D.2;
- the new D.2.2 incorporates paragraphs one and two of the deleted clause D.3 and paragraphs 2 and 3 of the deleted clause D.2.

## D.1 General

This annex specifies CLEARANCES, CREEPAGE DISTANCES and overvoltages for dielectric strength tests, derived from IEC 664.

CLEARANCE and CREEPAGE DISTANCES shall be measured according to IEC 664.

Circuits, other than mains circuits, that fail to comply with the requirements of this annex for CLEARANCE and CREEPAGE DISTANCE may be accepted, if compliance is achieved under the fault conditions described in 4.4, and if HAZARDOUS LIVE parts are not ACCESSIBLE after a fault.

### D.1.1 Working voltage

The tables specify values in relation to working voltage, which is defined in IEC 664 as "the highest r.m.s. value of the a.c. or d.c. voltage which may occur (locally) across any insulation at RATED supply voltage, transients being disregarded", in open circuit conditions or in NORMAL USE. The tables for test voltages and CLEARANCES take into account the effect of transients (transient over-voltages) as determined for insulation coordination in IEC 664.

### D.1.2 Notes concernant les tableaux

Dans la CEI 664, les matériaux d'isolation sont divisés en quatre groupes en fonction de la valeur de leurs Indices Comparatifs de Résistance au Cheminement (IRC) tels que spécifiés dans la CEI 112. Pour plus ample information, voir la CEI 664.

Groupe de matériaux I	$600 \leq \text{IRC}$
Groupe de matériaux II	$400 \leq \text{IRC} < 600$
Groupe de matériaux IIIa	$175 \leq \text{IRC} < 400$
Groupe de matériaux IIIb	$100 \leq \text{IRC} < 175$

Les valeurs des LIGNES DE FUITE pour les cartes à circuits imprimés enrobées sont celles requises pour les matières enrobantes de type A définies dans la CEI 664-3.

L'essai de tension crête de choc prescrit dans les tableaux D.1 à D.12 est l'essai au "choc de foudre normal", tel qu'il est spécifié dans la CEI 60-2, où il est défini comme étant un choc de foudre plein ayant une durée conventionnelle du front de 1,2  $\mu\text{s}$  et une durée conventionnelle jusqu'à la mi-valeur de 50  $\mu\text{s}$ .

Les informations relatives aux détails des mesures, à l'estimation des erreurs, etc., sont données dans la CEI 60.

## D.2 Détermination des DISTANCES DANS L'AIR et des LIGNES DE FUITE si la tension de service est inférieure ou égale à 1 000 V et si les CATÉGORIES D'INSTALLATION (CATÉGORIES DE SURTENSION) sont applicables

### D.2.1 Tableau applicable

Le tableau applicable dépend:

- du type d'isolation. Les tableaux D.1 à D.6 s'appliquent à une ISOLATION PRINCIPALE ou à une ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE, les tableaux D.7 à D.12 à une ISOLATION DOUBLE ou à une ISOLATION RENFORCÉE (voir 6.4 à 6.6);
- de la CATÉGORIE D'INSTALLATION (CATÉGORIE DE SURTENSION) (voir annexe J);
- du DEGRÉ DE POLLUTION (voir 3.7.2 et 3.7.3). C'est le DEGRÉ DE POLLUTION du micro-environnement près de la DISTANCE DANS L'AIR ou de la LIGNE DE FUITE en question.

#### NOTES

- 1 C'est le micro-environnement de la DISTANCE DANS L'AIR ou de la LIGNE DE FUITE qui détermine l'effet de l'isolation, et non l'environnement de l'ensemble de l'appareil. Le micro-environnement comprend tous les facteurs ayant une influence sur l'isolation, y compris les facteurs climatiques, électromagnétiques, la production de POLLUTION, etc.
- 2 Aucune DISTANCE DANS L'AIR ni LIGNE DE FUITE ne peut exister dans des pièces moulées par injection exemptes de soufflures (voir définitions 3.7.4 et 3.7.5). L'environnement des composants hermétiques est considéré comme un DEGRÉ DE POLLUTION 1.
- 3 Les valeurs indiquées aux tableaux D.1 à D.12 sont valables jusqu'à une altitude de 2 000 m au-dessus du niveau de la mer. La DISTANCE DANS L'AIR pour des altitudes plus élevées doit obligatoirement être corrigée conformément à la loi de Paschen (voir annexe A de la CEI 664).

### D.1.2 Notes on tables

In IEC 664 insulating materials are separated into four groups by their Comparative Tracking Index (CTI) values as specified in IEC 112. For more information see IEC 664.

Material Group I	$600 \leq \text{CTI}$
Material Group II	$400 \leq \text{CTI} < 600$
Material Group IIIa	$175 \leq \text{CTI} < 400$
Material Group IIIb	$100 \leq \text{CTI} < 175$

Values of CREEPAGE DISTANCES for coated printed wiring boards apply to boards whose coatings meet the requirements for type A coatings given in IEC 664-3.

The peak impulse voltage test prescribed in tables D.1 to D.12 is the "standard lightning impulse" test as specified in IEC 60-2. This is defined as a full lightning impulse having a virtual front time of 1,2  $\mu\text{s}$  and a virtual time to half-value of 50  $\mu\text{s}$ .

Information on the details of measurement, assessment of errors, etc. is given in IEC 60.

## D.2 Determination of CLEARANCE and CREEPAGE DISTANCE if the working voltage is up to 1 000 V and if INSTALLATION CATEGORIES (OVERVOLTAGE CATEGORIES) are applicable

### D.2.1 Applicable table

The applicable table depends on:

- type of insulation. Tables D.1 to D.6 apply to BASIC INSULATION or SUPPLEMENTARY INSULATION, tables D.7 to D.12 to DOUBLE INSULATION or REINFORCED INSULATION (see 6.4 to 6.6);
- INSTALLATION CATEGORY (OVERVOLTAGE CATEGORY) (see annex J);
- POLLUTION DEGREE (see 3.7.2 and 3.7.3). This is the POLLUTION DEGREE of the micro-environment of the CLEARANCE or CREEPAGE DISTANCE under consideration.

#### NOTES

1 It is the micro-environment of the CLEARANCE or CREEPAGE DISTANCE which determines the effect on insulation, not the environment of the equipment as a whole. Micro-environment includes all factors affecting insulation, including climatic, electromagnetic, generation of POLLUTION, etc.

2 No CLEARANCES nor CREEPAGE DISTANCES can exist inside void-free moulded parts (see definitions 3.7.4 and 3.7.5). The environment within sealed components is deemed to be POLLUTION DEGREE 1.

3 Values in tables D.1 to D.12 are valid up to an altitude of 2 000 m above sea level. CLEARANCE for higher altitudes must be corrected to Paschen's Law (see D.9).

4 Les valeurs données dans l'annexe D sont des valeurs minimales. Il est recommandé au constructeur de s'assurer que ces valeurs seront maintenues, compte tenu des tolérances de production et autres facteurs envisagés.

5 La mise en phase relative entre circuits ou entre des parties de circuit (par exemple des transformateurs) peut affecter la tension de service (locale) mesurée entre eux.

#### D.2.2 Application des tableaux D.1 à D.12

L'interpolation des LIGNES DE FUITE est admissible. L'interpolation des DISTANCES DANS L'AIR n'est admissible que pour un circuit ou une partie qui n'est pas directement raccordé à l'alimentation réseau, mais qui est alimenté par un transformateur, par un convertisseur ou par un autre dispositif de séparation équivalent, inclus dans l'appareil et comme spécifié dans les notes des tableaux D.13, D.15 et D.16. Pour les DISTANCES DANS L'AIR des primaires des alimentations à découpage, voir l'article D.4.

La LIGNE DE FUITE doit toujours être au moins aussi importante que la valeur spécifiée pour la DISTANCE DANS L'AIR.

Pour la LIGNE DE FUITE entre deux circuits, c'est la tension de service (locale) mesurée, qui exerce des contraintes sur l'isolation entre les circuits, qui doit être prise en compte.

Pour la tension d'essai et la DISTANCE DANS L'AIR entre deux circuits, les valeurs sont obtenues séparément pour chaque circuit à partir du tableau approprié, en utilisant la tension de service (locale) de chaque circuit. Il faut utiliser ensuite les valeurs les plus élevées de tension d'essai et de DISTANCE DANS L'AIR.

#### D.3 Détermination des DISTANCES DANS L'AIR pour une tension de service supérieure à 1 000 V (valeur efficace en courant alternatif ou valeur en courant continu)

##### D.3.1 DISTANCE DANS L'AIR pour ISOLATION PRINCIPALE ou pour ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE

a) Pour des tensions de service supérieures à 1 000 V (valeur efficace en courant alternatif ou valeur en courant continu), s'il n'existe ni un dispositif contre les surtensions ni une construction homogène, les DISTANCES DANS L'AIR correspondant au tableau D.13 sont applicables.

Les valeurs des DISTANCES DANS L'AIR mentionnées au tableau D.13 concernent les circuits secondaires à haute tension, où les circuits primaires sont des systèmes basse tension, tels que décrits dans la CEI 664. Les valeurs pour les circuits de type 1 s'appliquent lorsque le primaire correspond à la CATÉGORIE D'INSTALLATION II (CATÉGORIE DE SURTENSION II), et les valeurs pour les circuits de type 2 s'appliquent lorsque le primaire correspond à la CATÉGORIE D'INSTALLATION III (CATÉGORIE DE SURTENSION III).

NOTE - voir aussi D.11.1 pour justification.

b) Une variante acceptable pour les DISTANCES DANS L'AIR, différente de celle mentionnée au tableau D.13, peut être obtenue par calcul conformément à l'article D.5, si il est applicable.

4 The values given in annex D are minimum values. The manufacturer should make sure that the values will be maintained, taking account of production tolerances and other foreseeable influences.

5 Relative phasing between circuits or parts of circuits (e.g. transformers) may affect the actual working voltage between them.

#### D.2.2 Application of tables D.1 to D.12

Interpolation of CREEPAGE DISTANCE is permissible. Interpolation of CLEARANCE is only permissible for a circuit or part which has no direct connection to the mains supply, but is powered from a transformer, converter or equivalent isolation device within the equipment (see also the notes to tables D.13, D.15 and D.16). For CLEARANCES in the primaries of switching power supplies, see clause D.4.

CREEPAGE DISTANCE shall always be at least as large as the value specified for CLEARANCE.

For CREEPAGE DISTANCE between two circuits, the actual working voltage which stresses the insulation between the circuits shall be used.

For test voltage and CLEARANCE between two circuits, the values for each circuit are obtained separately from the appropriate table, using the working voltage of each circuit. The higher values of test voltage and CLEARANCE shall then be used.

#### D.3 Determination of CLEARANCE for working voltage above 1 000 V a.c. r.m.s. or d.c.

##### D.3.1 CLEARANCE FOR BASIC INSULATION OR SUPPLEMENTARY INSULATION

a) For working voltages above 1 000 V a.c. r.m.s. or d.c., where neither overvoltage control nor homogeneous construction is employed within the equipment, the CLEARANCE of the table D.13 applies.

CLEARANCE values in table D.13 are for high-voltage secondary circuits where the primary circuits are low-voltage systems as described in IEC 664. The values for type 1 circuits apply when the primary is INSTALLATION CATEGORY II (OVERVOLTAGE CATEGORY II) and the values for type 2 circuits apply when the primary is INSTALLATION CATEGORY III (OVERVOLTAGE CATEGORY III).

NOTE - See also D.11.1 for rationale.

b) Acceptable CLEARANCES alternative to those of table D.13 may be calculated according to clause D.5, if applicable.

Tableau D.13 -DISTANCES DANS L'AIR pour une ISOLATION PRINCIPALE ou une ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE pour circuits de tension de service supérieure à 1 000 V (valeur efficace en courant alternatif ou valeur en courant continu)

Tension de service ( $U_W$ ) V		DISTANCE DANS L'AIR mm	
Alternative (valeur efficace) sinusoïdale	Continue, ou crête si mixte, ou alternative non-sinusoïdale	Circuit type 1	Circuit type 2
1 060	1 000 à 1 500	3,71	5,82
1 250	1 770	4,25	6,42
1 600	2 260	5,31	7,55
2 000	2 830	6,60	8,86
2 500	3 540	8,17	10,5
3 200	4 530	10,4	12,9
4 000	5 660	13,0	15,4
5 000	7 070	16,2	18,6
6 300	8 910	20,4	22,9
8 000	11 300	26,1	28,7
10 000	14 100	33,0	35,7
12 500	17 700	42,0	44,7
16 000	22 600	55,0	57,9
20 000	28 300	70,5	73,5
25 000	35 400	90,6	93,6
32 000	45 200	120	123
40 000	56 600	154	158
50 000	70 700	199	203
63 000	89 100	260	264

NOTE - L'interpolation linéaire est permise.

**D.3.2 DISTANCES DANS L'AIR pour une ISOLATION RENFORCÉE**

Les DISTANCES DANS L'AIR pour une ISOLATION RENFORCÉE doivent être égales à deux fois la valeur des DISTANCES DANS L'AIR pour une ISOLATION PRINCIPALE ou UTILISATION SUPPLÉMENTAIRE.

**D.4 DISTANCES DANS L'AIR dans la partie primaire des alimentations à découpage**

Les DISTANCES DANS L'AIR entre circuits connectés au réseau et autres circuits ou parties ACCESSIBLES ne doivent pas être inférieures aux DISTANCES DANS L'AIR mentionnées dans le tableau approprié de D.1 à D.12. Cependant, s'il existe une tension de service répétitive, dont la valeur de crête est supérieure à la tension appropriée de phase-terre du tableau D.14 (causée par exemple par un doubleur de tension), les DISTANCES DANS L'AIR doivent être calculées conformément à l'article D.5.

Les DISTANCES DANS L'AIR, pour des circuits dans lesquels on utilise des protections de limitation automatique de surtensions (voir D.5.1 et article D.10) se situant entre les pôles côté réseau, peuvent être calculées conformément à l'article D.5.

Table D.13 - CLEARANCE for BASIC INSULATION or SUPPLEMENTARY INSULATION  
for circuits with working voltage above 1 000 V a.c. r.m.s. or d.c.

Working voltage ( $U_w$ ) V		CLEARANCE mm	
a.c. r.m.s. sinusoidal	d.c., or peak if mixed or a.c. non-sinusoidal	Type 1 circuit	Type 2 circuit
1 060	1 000 to 1 500	3,71	5,82
1 250	1 770	4,25	6,42
1 600	2 260	5,31	7,55
2 000	2 830	6,60	8,86
2 500	3 540	8,17	10,5
3 200	4 530	10,4	12,9
4 000	5 660	13,0	15,4
5 000	7 070	16,2	18,6
6 300	8 910	20,4	22,9
8 000	11 300	26,1	28,7
10 000	14 100	33,0	35,7
12 500	17 700	42,0	44,7
16 000	22 600	55,0	57,9
20 000	28 300	70,5	73,5
25 000	35 400	90,6	93,6
32 000	45 200	120	123
40 000	56 600	154	158
50 000	70 700	199	203
63 000	89 100	260	264

NOTE - Linear interpolation is permitted.

#### D.3.2 CLEARANCE for REINFORCED INSULATION

CLEARANCE for REINFORCED INSULATION shall be twice the CLEARANCE value determined for BASIC INSULATION or SUPPLEMENTARY INSULATION.

#### D.4 CLEARANCE in the primary of switching power supplies

The CLEARANCE between circuits connected to the mains and other circuits or ACCESSIBLE parts shall be not less than the CLEARANCE given in the appropriate table of D.1 to D.12. However, if a repetitive working voltage exists, whose peak value exceeds the appropriate phase-to-earth voltage of table D.14 (caused for example by voltage doubling), the CLEARANCE shall be calculated according to clause D.5.

CLEARANCES for circuits in which controlled overvoltage is employed (see D.5.1 and clause D.10) and which are between poles of the mains, can be calculated according to clause D.5.

**D.5 Détermination des DISTANCES DANS L'AIR lorsque ni l'article D.2 ni le tableau D.13 n'est applicable**

**D.5.1 Généralités**

L'article D.5 permet le calcul des DISTANCES DANS L'AIR si la tension maximum  $\hat{U}_m$  (valeur crête de la tension de service plus surtension transitoire) correspond à l'un des critères suivants:

- a) Elle est limitée à l'intérieur de l'appareil à des niveaux inférieurs aux tensions de tenue aux chocs du tableau D.14;
- b) Elle est supérieure aux tensions de tenue aux chocs du tableau D.14;
- c) Elle comprend une tension de service telle que décrite dans l'article D.4;
- d) Elle comprend une tension de service correspondant à la somme des tensions de plusieurs circuits ou à une tension mixte.

NOTE - Le terme "limitation automatique de surtension" correspond à la configuration dans laquelle des moyens ont été pris à l'intérieur de l'appareil pour limiter le niveau de crête de surtension transitoire (voir également l'article D.10).

La surtension transitoire causée par des phénomènes tels que la foudre ou une commutation de charge, s'ajoute à la valeur crête de la tension de service définissant ainsi le niveau de la tension maximale.

**Tableau D.14 - Tension de tenue aux chocs  
(Dérivé du tableau J.1 de l'annexe J)**

Tension phase-terre $V_{eff}$	Séries préférentielles de la tension de tenue aux chocs pour CATÉGORIES D'INSTALLATIONS I à III (CATÉGORIES DE SURTENSION I à III)		
	V		
	I	II	III
50	330	500	800
100	500	800	1 500
150	800	1 500	2 500
300	1 500	2 500	4 000
600	2 500	4 000	6 000
1 000	4 000	6 000	8 000

**D.5.2 Calcul des DISTANCES DANS L'AIR dans le cas de construction inhomogène, pour ISOLATION PRINCIPALE ou pour ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE**

Pour le calcul des DISTANCES DANS L'AIR le tableau D.15 s'applique (voir aussi D.11.2). Deux valeurs de DISTANCES DANS L'AIR sont mentionnées au tableau D.15. La DISTANCE DANS L'AIR D1 est la DISTANCE DANS L'AIR pour une impulsion de  $1,2 \times 50 \mu s$  de la tension maximale  $\hat{U}_m$ .

## D.5 Determination of CLEARANCE when neither clause D.2 nor table D.13 applies

### D.5.1 General

Clause D.5 enables CLEARANCES to be calculated if the maximum voltage  $\hat{U}_m$  (peak value of working voltage plus transient overvoltage) meets one of the following criteria:

a) It is controlled within the equipment to levels below the impulse withstand voltages of table D.14;

In circuits other than mains circuits, lower values than those of clause D.2 can be used. For a mains circuit, lower values are only permitted within parts of the circuit where controlled overvoltage is employed.

b) It is above the impulse withstand voltages of table D.14;

c) It includes a working voltage as described in clause D.4;

d) It includes a working voltage which is the sum of voltages from more than one circuit or a mixed voltage.

NOTE - The term "controlled overvoltage" refers to the condition in which means have been taken within the equipment to limit the peak level of transient overvoltage (see also clause D.10).

The transient overvoltage which is caused by phenomenon such as lightning or load switching, adds to the peak value of working voltage raising the level to the maximum voltage.

Table D.14 - Impulse withstand voltage  
(derived from table J.1 of annex J)

Voltage phase-to-earth $V_{r.m.s.}$	Preferred series of impulse withstand voltages for INSTALLATION CATEGORY I to III (OVERVOLTAGE CATEGORY I to III) V		
	I	II	III
50	330	500	800
100	500	800	1 500
150	800	1 500	2 500
300	1 500	2 500	4 000
600	2 500	4 000	6 000
1 000	4 000	6 000	8 000

### D.5.2 Calculation of CLEARANCE for inhomogeneous construction, for BASIC INSULATION or SUPPLEMENTARY INSULATION

For calculation of CLEARANCE table D.15 applies (see also D.11.2). Two values of CLEARANCE are given in table D.15. CLEARANCE D1 is the CLEARANCE for a  $1,2 \times 50 \mu s$  impulse of the maximum voltage  $\hat{U}_m$ .

La DISTANCE DANS L'AIR D2 correspond à une tension de service (continue, alternative ou mixte) sans surtensions transitoires. Dans ce cas,  $\hat{U}_m$  et la valeur crête de la tension de service sont égales.

Le calcul s'effectue dans l'ordre suivant:

a) Déterminer la valeur crête de la tension de service au plus haut niveau, conformément aux conditions de référence pour les essais selon 4.3

$\hat{U}_w = \text{_____} V_{\text{crête}}$

b) Déterminer la tension maximale

$\hat{U}_m = \text{_____} V_{\text{crête}}$

NOTE - Le terme "tension maximale" ( $\hat{U}_m$ ) est le niveau crête résultant de l'addition de la surtension transitoire ( $\hat{U}_i$ ) et de la valeur crête de la tension de service ( $\hat{U}_w$ ):

$\hat{U}_m = \hat{U}_w + \hat{U}_i$

c) Déterminer les DISTANCES DANS L'AIR D1 et D2 en partant du tableau D.15, toutes deux par rapport à la tension maximale

D1 = \_\_\_\_\_ mm

D2 = \_\_\_\_\_ mm

d) L'interpolation entre les DISTANCES DANS L'AIR D1 et D2 est basée sur le rapport de la valeur crête de la tension de service divisée par la tension maximale

Calculer le rapport  $\hat{U}_w / \hat{U}_m$

Rapport = \_\_\_\_\_

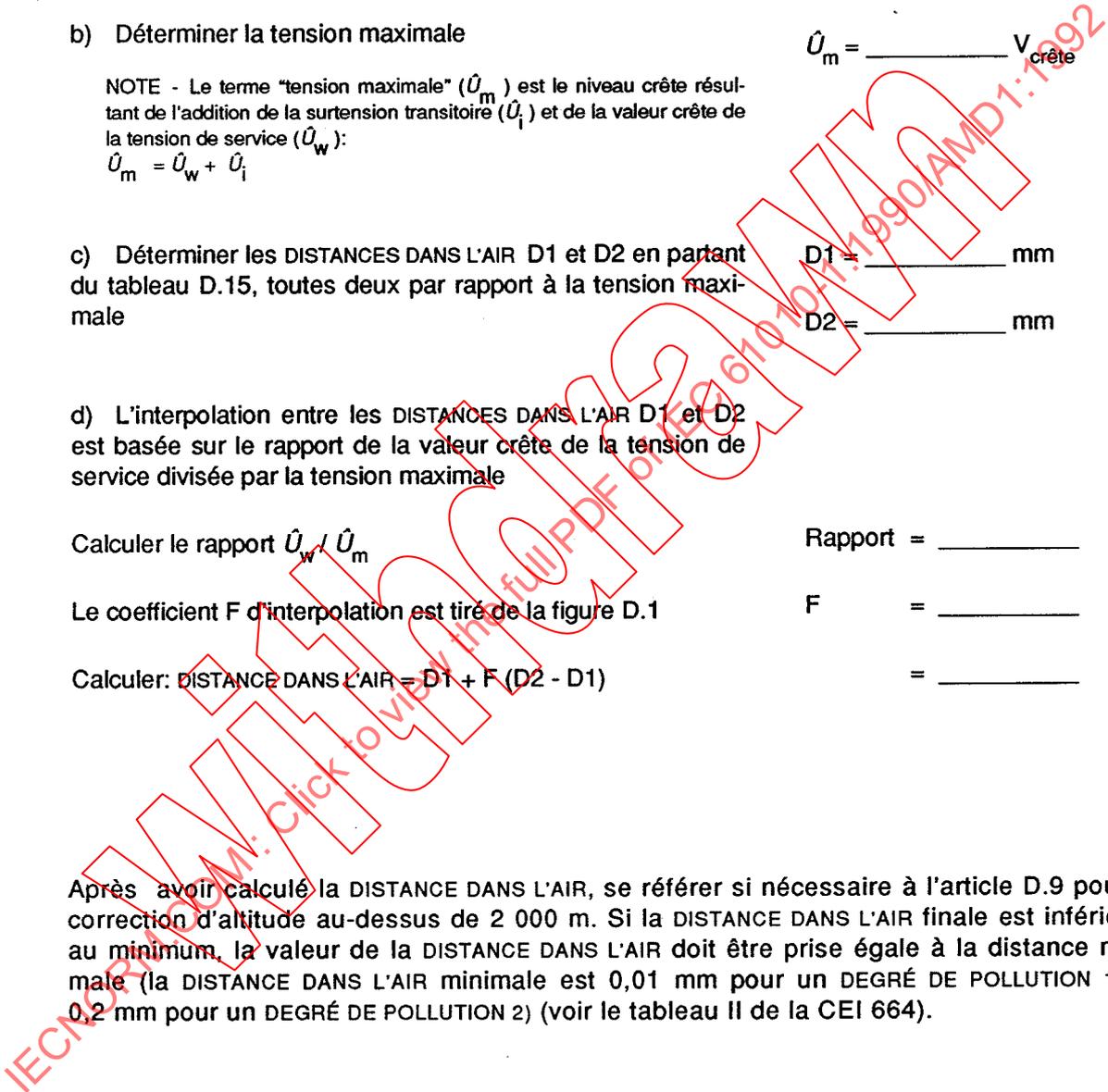
Le coefficient F d'interpolation est tiré de la figure D.1

F = \_\_\_\_\_

Calculer: DISTANCE DANS L'AIR = D1 + F (D2 - D1)

= \_\_\_\_\_

Après avoir calculé la DISTANCE DANS L'AIR, se référer si nécessaire à l'article D.9 pour la correction d'altitude au-dessus de 2 000 m. Si la DISTANCE DANS L'AIR finale est inférieure au minimum, la valeur de la DISTANCE DANS L'AIR doit être prise égale à la distance minimale (la DISTANCE DANS L'AIR minimale est 0,01 mm pour un DEGRÉ DE POLLUTION 1, et 0,2 mm pour un DEGRÉ DE POLLUTION 2) (voir le tableau II de la CEI 664).



CLEARANCE D2 is for a working voltage (d.c., a.c. or mixed) without transient overvoltages. In this case,  $\hat{U}_m$  and the peak value of the working voltage are the same.

The calculation is made in the following order:

- a) Determine peak value of the working voltage at the highest level, according to the reference test conditions of 4.3

$$\hat{U}_w = \text{_____ } V_{\text{peak}}$$

- b) Determine maximum voltage

$$\hat{U}_m = \text{_____ } V_{\text{peak}}$$

NOTE - The term "maximum voltage" ( $\hat{U}_m$ ) is the peak level resulting from the addition of a transient overvoltage ( $\hat{U}_i$ ) to the peak value of the working voltage ( $\hat{U}_w$ ):

$$\hat{U}_m = \hat{U}_w + \hat{U}_i$$

- c) Determine CLEARANCES D1 and D2 from table D.15, both relating to maximum voltage

$$D1 = \text{_____ } \text{mm}$$

$$D2 = \text{_____ } \text{mm}$$

- d) Interpolation between CLEARANCES D1 and D2 is based on the ratio of peak value of working voltage divided by maximum voltage

Calculate ratio  $\hat{U}_w / \hat{U}_m$

$$\text{Ratio} = \text{_____}$$

The interpolation factor F is taken from figure D.1

$$F = \text{_____}$$

Calculate: CLEARANCE =  $D1 + F(D2 - D1)$

$$= \text{_____}$$

After the calculation of CLEARANCE, correction for altitude above 2 000 m (see clause D.9) is considered if appropriate. If the final CLEARANCE is below the minimum, the CLEARANCE is raised to the minimum (minimum CLEARANCE is 0,01 mm for POLLUTION DEGREE 1 and 0,2 mm for POLLUTION DEGREE 2) (see table II of IEC 664).

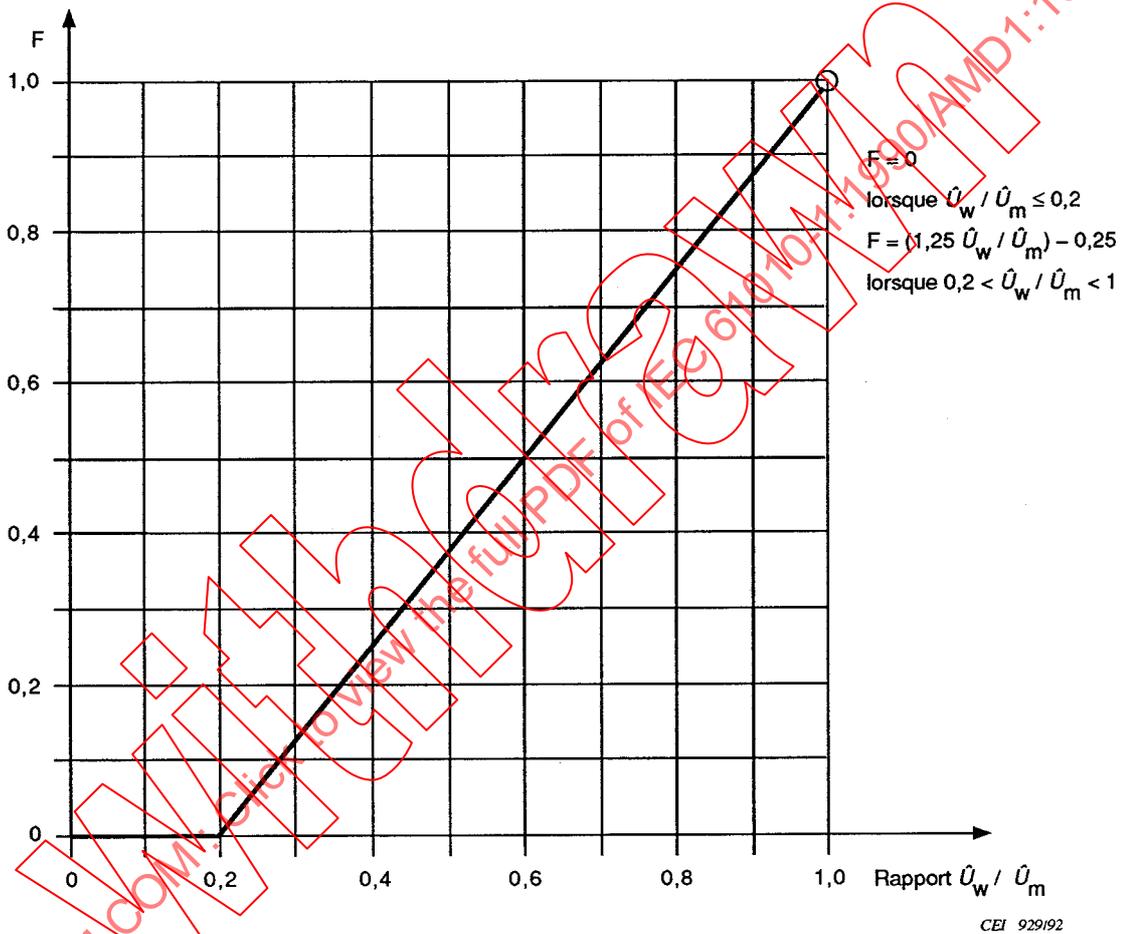


Figure D.1 - Coefficient d'interpolation (F) pour les DISTANCES DANS L'AIR

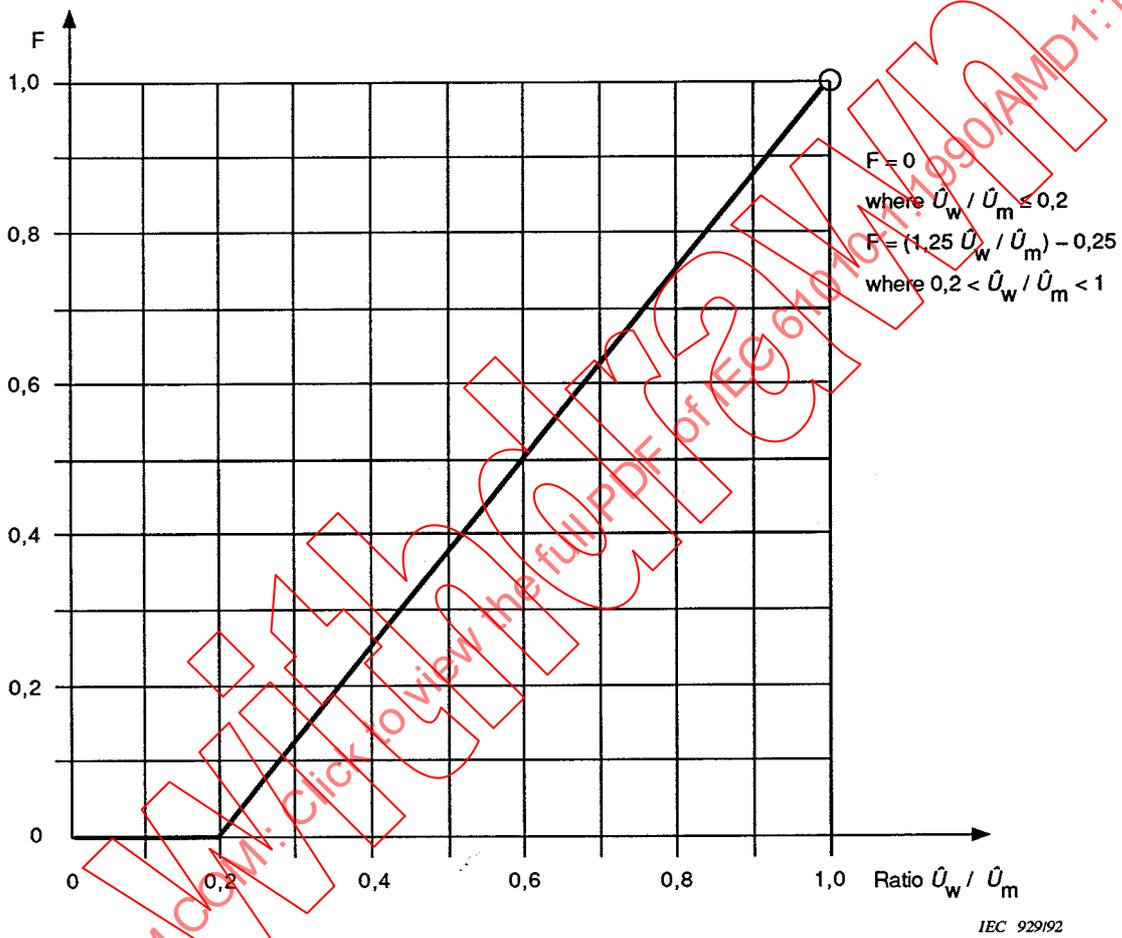


Figure D.1 - Interpolation factor (F) for CLEARANCE

Tableau D.15 - Valeurs des DISTANCES DANS L'AIR correspondant à une tension maximale pour une ISOLATION PRINCIPALE ou SUPPLÉMENTAIRE

$\hat{U}_m$ en V	DISTANCE DANS L'AIR mm	
	Lorsque $\hat{U}_m$ est principalement une impulsion D1 (voir note 2)	Lorsque $\hat{U}_m$ ne comporte pas d'impulsion D2 (voir note 2)
14,1 à 266	0,010	0,010
283	0,010	0,013
330	0,010	0,020
354	0,013	0,025
453	0,027	0,052
500	0,036	0,071
566	0,052	0,10
707	0,081	0,20
800	0,099	0,29
891	0,12	0,41
1 130	0,19	0,83
1 410	0,38	1,27
1 500	0,45	1,40
1 770	0,75	1,79
2 260	1,25	2,58
2 500	1,45	3,00
2 830	1,74	3,61
3 540	2,44	5,04
4 000	2,93	6,05
4 530	3,53	7,29
5 660	4,92	10,1
6 000	5,37	10,8
7 070	6,86	13,1
8 000	8,25	15,2
8 910	9,69	17,2
11 300	12,9	22,8
14 100	16,7	29,5
17 700	21,8	38,5
22 600	29,0	51,2
28 300	37,8	66,7
35 400	49,1	86,7
45 300	65,5	116
56 600	85,0	150
70 700	110	195
89 100	145	255

NOTES  
 1 L'interpolation linéaire est acceptée.  
 2 Les valeurs des DISTANCES DANS L'AIR inférieures à 1 mm ont deux chiffres significatifs et celles  $\geq 1$  mm en ont trois.

D.5.3 DISTANCES DANS L'AIR pour une ISOLATION RENFORCÉE

Les DISTANCES DANS L'AIR pour une ISOLATION RENFORCÉE doivent être égales à deux fois la valeur des DISTANCES DANS L'AIR déterminées pour une ISOLATION PRINCIPALE ou une ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE.

Table D.15 - Range of CLEARANCE related to maximum voltage  
for BASIC INSULATION or SUPPLEMENTARY INSULATION

$\hat{U}_m$ in V	CLEARANCE mm	
	When $\hat{U}_m$ is mainly impulse D1(see note 2)	When $\hat{U}_m$ is working voltage with no impulse D2 (see note 2)
14,1 to 266	0,010	0,010
283	0,010	0,013
330	0,010	0,020
354	0,013	0,025
453	0,027	0,052
500	0,036	0,071
566	0,052	0,10
707	0,081	0,20
800	0,099	0,29
891	0,12	0,41
1 130	0,19	0,83
1 410	0,38	1,27
1 500	0,45	1,40
1 770	0,75	1,79
2 260	1,25	2,58
2 500	1,45	3,00
2 830	1,74	3,61
3 540	2,44	5,04
4 000	2,93	6,05
4 530	3,53	7,29
5 660	4,92	10,1
6 000	5,37	10,8
7 070	6,86	13,1
8 000	8,25	15,2
8 910	9,69	17,2
11 300	12,9	22,8
14 100	16,7	29,5
17 700	21,8	38,5
22 600	29,0	51,2
28 300	37,8	66,7
35 400	49,1	86,7
45 300	65,5	116
56 600	85,0	150
70 700	110	195
89 100	145	255

NOTES  
1 Linear interpolation is permitted.  
2 CLEARANCE values are to two significant figures for CLEARANCES below 1 mm and three significant figures for CLEARANCES  $\geq$  1 mm.

### D.5.3 CLEARANCE for REINFORCED INSULATION

CLEARANCE for REINFORCED INSULATION shall be twice the CLEARANCE values determined for BASIC INSULATION or SUPPLEMENTARY INSULATION.

**D.6 Tensions d'essai pour une isolation où les DISTANCES DANS L'AIR sont déterminées conformément aux articles D.3 et D.5**

Les tensions d'essai sont basées sur les DISTANCES DANS L'AIR et sont mentionnées au tableau D.16. (La DISTANCE DANS L'AIR minimale est de 0,01 mm pour un DEGRÉ DE POLLUTION 1, et de 0,2 mm pour un DEGRÉ DE POLLUTION 2.)

Tableau D.16 - Tensions d'essai correspondant aux DISTANCES DANS L'AIR

Distance dans l'air mm	Tension d'essai V			Distance dans l'air mm	Tension d'essai V		
	Valeur efficace 50 Hz-60 Hz	Continue ou alternative crête	Choc de crête 1,2x50 µs		Valeur efficace 50 Hz-60 Hz	Continue ou alternative crête	Choc de crête 1,2x50 µs
0,010	231	327	327	8,3	4 370	6 180	8 040
0,015	265	374	374	10	4 950	7 000	9 100
0,022	300	425	425	12	5 790	8 180	10 600
0,032	340	481	481	15	7 000	9 900	12 900
0,046	383	542	542	18	8 180	11 600	15 000
0,0625	424	600	600	22	9 710	13 700	17 800
0,068	436	617	633	26	11 200	15 800	20 600
0,10	495	700	806	32	13 400	18 900	24 600
0,15	566	801	1 040	38	15 500	21 900	28 500
0,22	643	909	1 180	46	18 200	25 800	33 500
0,32	727	1 030	1 340	56	21 600	30 500	39 600
0,46	820	1 160	1 510	68	25 400	36 000	46 800
0,68	933	1 320	1 720	83	30 200	42 700	55 500
1,0	1 060	1 500	1 950	100	35 400	50 000	65 000
1,2	1 200	1 700	2 200	120	41 300	58 500	76 000
1,5	1 390	1 970	2 560	150	50 000	70 700	92 000
1,8	1 570	2 220	2 890	180	58 400	82 600	107 000
2,2	1 800	2 540	3 310	220	69 400	98 100	128 000
2,6	2 010	2 840	3 700	260	80 000	113 000	147 000
3,2	2 310	3 270	4 250	264	81 100	115 000	149 000
3,8	2 590	3 670	4 770				
4,6	2 950	4 170	5 410				
5,6	3 360	4 750	6 180				
6,8	3 830	5 410	7 030				

NOTES

- 1 L'interpolation linéaire est acceptée.
- 2 Voir D.11.3 pour justification.

**D.6 Test voltages for insulations where the CLEARANCES are determined according to clause D.3 or D.5.**

Test voltages are based on CLEARANCE and are given in table D.16 (minimum CLEARANCE is 0,01 mm for POLLUTION DEGREE 1 and 0,2 mm for POLLUTION DEGREE 2).

Table D.16 - Test voltage related to CLEARANCE

CLEAR- ANCE mm	Test voltage V			CLEAR- ANCE mm	Test voltage V		
	r.m.s. 50 Hz-60 Hz	d.c. or a.c. peak	Peak impulse 1,2x50 µs		r.m.s. 50 Hz-60 Hz	d.c. or a.c. peak	Peak impulse 1,2x50 µs
0,010	231	327	327	8,3	4 370	6 180	8 040
0,015	265	374	374	10	4 950	7 000	9 100
0,022	300	425	425	12	5 790	8 180	10 600
0,032	340	481	481	15	7 000	9 900	12 900
0,046	383	542	542	18	8 180	11 600	15 000
0,0625	424	600	600	22	9 710	13 700	17 800
0,068	436	617	633	26	11 200	15 800	20 600
0,10	495	700	806	32	13 400	18 900	24 600
0,15	566	801	1 040	38	15 500	21 900	28 500
0,22	643	909	1 180	46	18 200	25 800	33 500
0,32	727	1 030	1 340	56	21 600	30 500	39 600
0,46	820	1 160	1 510	68	25 400	36 000	46 800
0,68	933	1 320	1 720	83	30 200	42 700	55 500
1,0	1 060	1 500	1 950	100	35 400	50 000	65 000
1,2	1 200	1 700	2 200	120	41 300	58 500	76 000
1,5	1 390	1 970	2 560	150	50 000	70 700	92 000
1,8	1 570	2 220	2 890	180	58 400	82 600	107 000
2,2	1 800	2 540	3 310	220	69 400	98 100	128 000
2,6	2 010	2 840	3 700	260	80 000	113 000	147 000
3,2	2 310	3 270	4 250	264	81 100	115 000	149 000
3,8	2 590	3 670	4 770				
4,6	2 950	4 170	5 410				
5,6	3 360	4 750	6 180				
6,8	3 830	5 410	7 030				

NOTES

- 1 Linear interpolation is permitted.
- 2 See D.11.3 for rationale.

## **D.7 DISTANCES DANS L'AIR, en cas de construction homogène**

### **D.7.1 Généralités**

Dans les circuits autres que les circuits côté réseau, des DISTANCES DANS L'AIR réduites peuvent être autorisées en cas de construction homogène ou presque homogène, et si elles passent avec succès l'essai approprié, spécifié sous D.7.2 ou D.7.3 (voir aussi D.11.4 pour justification). Pour les circuits côté réseau, des valeurs inférieures ne sont acceptées que pour les parties d'un circuit à haute tension supérieures à 1 000 V.

NOTE - Le terme "construction homogène" se réfère à une construction dont la forme et la position relative des parties conductrices, entre lesquelles existe une DISTANCE DANS L'AIR sont telles qu'il existe des conditions de champ électrique homogène ou presque homogène à l'intérieur de ces DISTANCES DANS L'AIR.

Les tensions d'essai spécifiées sous D.7.2 et D.7.3 sont basées sur une altitude de 2 000 m. Si le site de l'essai est à une altitude différente, la tension doit être corrigée selon le tableau D.17 lors de la vérification des DISTANCES DANS L'AIR, dans le cas d'une construction homogène.

### **D.7.2 Essai d'une ISOLATION PRINCIPALE ou d'une ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE**

La tension d'essai est continue ou alternative (50 Hz/60 Hz).

Pour des DISTANCES DANS L'AIR inférieures à la valeur du tableau approprié de D.1 à D.6, la tension d'essai doit avoir la même valeur crête que la tension de tenue aux chocs du tableau D.14.

Pour des DISTANCES DANS L'AIR inférieures à celles mentionnées au tableau D.13, ou inférieures aux valeurs calculées en D.5.1 ou en D.5.2, la tension d'essai est basée sur la valeur de DISTANCE DANS L'AIR spécifiée au tableau D.13, ou sur la valeur calculée conformément à D.5.2. La tension d'essai devra avoir la même valeur crête que la tension de tenue aux chocs mentionnée au tableau D.16.

NOTE - La DISTANCE DANS L'AIR minimale est 0,01 mm pour un DEGRÉ DE POLLUTION 1 et 0,2 mm pour un DEGRÉ DE POLLUTION 2.

### **D.7.3 Essai d'une ISOLATION RENFORCÉE**

La tension d'essai est continue ou alternative 50 Hz/60 Hz.

Pour des DISTANCES DANS L'AIR inférieures aux valeurs du tableau approprié des articles D.7 à D.12, la tension d'essai doit avoir la même valeur crête que la tension de tenue aux chocs du tableau D.14, multipliée par le coefficient 1,6.

Pour des DISTANCES DANS L'AIR inférieures aux valeurs calculées de D.3.2 et D.5.3, la tension d'essai est basée sur la DISTANCE DANS L'AIR calculée. La tension d'essai doit avoir la même valeur crête que la tension de tenue aux chocs mentionnée au tableau D.16.

NOTE - La DISTANCE DANS L'AIR minimale est de 0,01 mm pour un DEGRÉ DE POLLUTION 1 et de 0,2 mm pour un DEGRÉ DE POLLUTION 2.

## D.7 CLEARANCE, when homogeneous construction is employed

### D.7.1 General

In circuits other than mains circuits, reduced CLEARANCES can be accepted if the construction is homogeneous or nearly homogeneous and if they pass the appropriate test specified in D.7.2 or D.7.3 (see also D.11.4 for rationale). For mains circuits, lower values are permitted only for those parts of a high voltage circuit exceeding 1 000 V.

NOTE - The term "homogeneous construction" refers to construction in which the shape and arrangement of conductive parts, between which a CLEARANCE exists, are such that homogeneous or near homogeneous electric field conditions exist in the CLEARANCE.

The test voltages specified in D.7.2 and D.7.3 are based on an altitude of 2 000 m. If the test site is at another altitude the voltage shall be corrected according to table D.17 when verifying CLEARANCE with homogeneous construction.

### D.7.2 Testing of BASIC INSULATION or SUPPLEMENTARY INSULATION

The test voltage is d.c., or a.c. 50 Hz/60 Hz.

For CLEARANCES below the value of the appropriate table of D.1 to D.6 the test voltage shall have the same peak value as the appropriate impulse withstand voltage from table D.14.

For CLEARANCES below the values of table D.13 or below the calculated values of D.5.1 or D.5.2, the test voltage is based on the CLEARANCE value specified in table D.13 or on the calculated value according to D.5.2. The test voltage shall have the same peak value as the impulse test voltage given in table D.16.

NOTE - Minimum CLEARANCE is 0,01 mm for POLLUTION DEGREE 1 and 0,2 mm for POLLUTION DEGREE 2.

### D.7.3 Testing of REINFORCED INSULATION

The test voltage is d.c., or a.c. 50 Hz/60 Hz.

For CLEARANCES below the value of the appropriate table of clauses D.7 to D.12 the test voltage shall have the same peak value as the appropriate impulse withstand voltage from table D.14 multiplied by the factor 1,6.

For CLEARANCES below the calculated values of D.3.2 and D.5.3, the test voltage is based on the calculated CLEARANCE. The test voltage shall have the same peak value as the impulse test voltage given in table D.16.

NOTE - Minimum CLEARANCE is 0,01 mm for POLLUTION DEGREE 1 and 0,2 mm for POLLUTION DEGREE 2.

**D.7.4 Correction, due à l'altitude, des tensions d'essai en cas de construction homogène**

Les coefficients de correction de la tension d'essai, lorsque le site d'essai est situé à une altitude différente de 2 000 m, sont mentionnés au tableau D.17. Ces coefficients ne doivent être utilisés que lorsque la tension d'essai est destinée à qualifier une DISTANCE DANS L'AIR en cas de construction homogène. Lorsqu'elle est applicable, la tension d'essai de 2 000 m est multipliée par le coefficient approprié. La nouvelle tension d'essai fournira un champ électrique égal, pour ce qui concerne la décharge à travers la DISTANCE DANS L'AIR, à celui qu'aurait donné la tension initiale d'essai à 2 000 m.

**Tableau D.17 - Coefficients de correction pour tension d'essai selon l'altitude du site d'essai**

Altitude du site d'essai  m	Coefficient de correction pour les gammes de tensions d'essai selon l'altitude du site de l'essai			
	327 V <sub>crête</sub> < $\hat{U}_{essai}$ < 600 V <sub>crête</sub>  231 V <sub>efficace</sub> < $U_{essai}$ < 424 V <sub>efficace</sub>	600 V <sub>crête</sub> < $\hat{U}_{essai}$ < 3 500 V <sub>crête</sub>  424 V <sub>efficace</sub> < $U_{essai}$ < 2 475 V <sub>efficace</sub>	3 500 V <sub>crête</sub> < $\hat{U}_{essai}$ < 25 kV <sub>crête</sub>  2 475 V <sub>efficace</sub> < $U_{essai}$ ≥ 17,7 kV <sub>efficace</sub>	25 kV <sub>crête</sub> < $\hat{U}_{essai}$  17,7 kV <sub>crête</sub> < $U_{essai}$
Niveau de la mer	1,08	1,16	1,22	1,24
500	1,06	1,12	1,16	1,17
1 000	1,04	1,08	1,11	1,12
2 000	1,00	1,00	1,00	1,00
3 000	0,96	0,92	0,89	0,88
4 000	0,92	0,85	0,80	0,79
5 000	0,88	0,78	0,71	0,70

**D.8 Détermination des LIGNES DE FUITE si l'article D.2 n'est pas applicable**

**D.8.1 Généralités**

Les LIGNES DE FUITE sont déterminées conformément à D.8.2 ou D.8.3 dans le cas où l'article D.2 n'est pas applicable, ou si l'on a besoin de valeurs différentes de celles des tableaux D.1 à D.12, lorsque les DISTANCES DANS L'AIR sont déterminées conformément aux articles D.3, D.4, D.5 et D.7.

**D.8.2 LIGNE DE FUITE pour une ISOLATION PRINCIPALE ou une ISOLATION SUPPLÉMENTAIRE**

La valeur de la LIGNE DE FUITE est obtenue à partir du tableau D.18 en fonction de la tension de service (locale).

Si cette LIGNE DE FUITE est inférieure à la DISTANCE DANS L'AIR calculée, la valeur de la LIGNE DE FUITE doit être égale à celle calculée de la DISTANCE DANS L'AIR.

**D.8.3 LIGNE DE FUITE pour une ISOLATION RENFORCÉE**

La valeur de la LIGNE DE FUITE pour une ISOLATION RENFORCÉE doit être égale à deux fois celle prévue pour une ISOLATION PRINCIPALE.

#### D.7.4 Altitude correction of test voltages for testing homogeneous construction

Factors for correction of test voltage, when the test site is at an altitude different from 2 000 m, are given in table D.17. The factors are to be used only when using a voltage test to qualify a CLEARANCE of homogeneous construction. When applicable, the test voltage for 2 000 m is to be multiplied by the appropriate factor. The new test voltage will provide the same voltage stress relative to breakdown of a CLEARANCE at the test site altitude as would the original test voltage at 2 000 m.

Table D.17 - Correction factors for test voltage according to test site altitude

Test site altitude m	Altitude correction factors for ranges of test voltage			
	$327 V_{\text{peak}} < \hat{U}_{\text{test}} < 600 V_{\text{peak}}$ $231 V_{\text{r.m.s.}} < U_{\text{test}} < 424 V_{\text{r.m.s.}}$	$600 V_{\text{peak}} < \hat{U}_{\text{test}} < 3\,500 V_{\text{peak}}$ $424 V_{\text{r.m.s.}} < U_{\text{test}} < 2\,475 V_{\text{r.m.s.}}$	$3\,500 V_{\text{peak}} < \hat{U}_{\text{test}} < 25\text{ kV}_{\text{peak}}$ $2\,475 V_{\text{r.m.s.}} < U_{\text{test}} < 17,7\text{ kV}_{\text{r.m.s.}}$	$25\text{ kV}_{\text{peak}} < \hat{U}_{\text{test}}$ $17,7\text{ kV}_{\text{r.m.s.}} < U_{\text{test}}$
Sea level	1,08	1,16	1,22	1,24
500	1,06	1,12	1,16	1,17
1 000	1,04	1,08	1,11	1,12
2 000	1,00	1,00	1,00	1,00
3 000	0,96	0,92	0,89	0,88
4 000	0,92	0,85	0,80	0,79
5 000	0,88	0,78	0,71	0,70

#### D.8 Determination of CREEPAGE DISTANCES if clause D.2 does not apply

##### D.8.1 General

CREEPAGE DISTANCES are determined according to D.8.2 or D.8.3, if clause D.2 does not apply or when alternatives to tables D.1 to D.12 are needed in those cases where the CLEARANCES are determined according to clauses D.3, D.4, D.5 and D.7.

##### D.8.2 CREEPAGE DISTANCE for BASIC INSULATION or SUPPLEMENTARY INSULATION

CREEPAGE DISTANCE is obtained from table D.18 for the working voltage.

If this CREEPAGE DISTANCE is below the calculated CLEARANCE, the CREEPAGE DISTANCE shall be equal to the calculated value of CLEARANCE.

##### D.8.3 CREEPAGE DISTANCE for REINFORCED INSULATION

The CREEPAGE DISTANCE for REINFORCED INSULATION shall be twice the value of that for BASIC INSULATION.

Tableau D.18 - LIGNES DE FUITE

Tension de service (valeur efficace ou continue) jusqu'à V	Lignes de fuite mm					
	Degré de pollution 1			Degré de pollution 2		
	1	2	1	Groupe de matériaux		
	Sur carte imprimée		Autre matériau	I IRC > 600	II IRC > 400	IIIa / IIIb IRC > 100
10	0,025	0,040	0,080	0,40	0,40	0,40
12,5	0,025	0,040	0,090	0,42	0,42	0,42
16	0,025	0,040	0,10	0,45	0,45	0,45
20	0,025	0,040	0,11	0,48	0,48	0,48
25	0,025	0,040	0,125	0,50	0,50	0,50
32	0,025	0,040	0,14	0,53	0,53	0,53
40	0,025	0,040	0,16	0,56	0,80	1,1
50	0,025	0,040	0,18	0,60	0,85	1,2
63	0,040	0,063	0,20	0,63	0,90	1,25
80	0,063	0,10	0,22	0,67	0,95	1,3
100	0,10	0,16	0,25	0,71	1,0	1,4
125	0,16	0,25	0,28	0,75	1,05	1,5
160	0,25	0,40	0,32	0,80	1,1	1,6
200	0,40	0,63	0,42	1,0	1,4	2,0
250	0,56	1,0	0,56	1,25	1,8	2,5
320	0,75	1,6	0,75	1,6	2,2	3,2
400	1,0	2,0	1,0	2,0	2,8	4,0
500	1,3	2,5	1,3	2,5	3,6	5,0
630	1,8	3,2	1,8	3,2	4,5	6,3
800	2,4	4,0	2,4	4,0	5,6	8,0
1 000	3,2	5,0	3,2	5,0	7,1	10
1 250			4,2	6,3	9,0	12,5
1 600			5,6	8,0	11	16
2 000			7,5	10	14	20
2 500			10	12,5	18	25
3 200			12,5	16	22	32
4 000			16	20	28	40
5 000			20	25	36	50
6 300			25	32	45	63
8 000			32	40	56	80
10 000			40	50	71	100
12 500			50	63	90	125
16 000			63	80	110	160
20 000			80	100	140	200
25 000			100	125	180	250
32 000			125	160	220	320
40 000			160	200	280	400
50 000			200	250	360	500
63 000			250	320	450	630

Table D.18 - CREEPAGE DISTANCE

Working voltage r.m.s. or d.c. up to V	Creepage distance mm					
	Pollution degree 1      2			Pollution degree 1      2		
	On printed wiring board		Other material	Material group		
				I CTI > 600	II CTI > 400	IIIa / IIIb CTI > 100
10	0,025	0,040	0,080	0,40	0,40	0,40
12,5	0,025	0,040	0,090	0,42	0,42	0,42
16	0,025	0,040	0,10	0,45	0,45	0,45
20	0,025	0,040	0,11	0,48	0,48	0,48
25	0,025	0,040	0,125	0,50	0,50	0,50
32	0,025	0,040	0,14	0,53	0,53	0,53
40	0,025	0,040	0,16	0,56	0,80	1,1
50	0,025	0,040	0,18	0,60	0,85	1,2
63	0,040	0,063	0,20	0,63	0,90	1,25
80	0,063	0,10	0,22	0,67	0,95	1,3
100	0,10	0,16	0,25	0,71	1,0	1,4
125	0,16	0,25	0,28	0,75	1,05	1,5
160	0,25	0,40	0,32	0,80	1,1	1,6
200	0,40	0,63	0,42	1,0	1,4	2,0
250	0,56	1,0	0,56	1,25	1,8	2,5
320	0,75	1,6	0,75	1,6	2,2	3,2
400	1,0	2,0	1,0	2,0	2,8	4,0
500	1,3	2,5	1,3	2,5	3,6	5,0
630	1,8	3,2	1,8	3,2	4,5	6,3
800	2,4	4,0	2,4	4,0	5,6	8,0
1 000	3,2	5,0	3,2	5,0	7,1	10
1 250			4,2	6,3	9,0	12,5
1 600			5,6	8,0	11	16
2 000			7,5	10	14	20
2 500			10	12,5	18	25
3 200			12,5	16	22	32
4 000			16	20	28	40
5 000			20	25	36	50
6 300			25	32	45	63
8 000			32	40	56	80
10 000			40	50	71	100
12 500			50	63	90	125
16 000			63	80	110	160
20 000			80	100	140	200
25 000			100	125	180	250
32 000			125	160	220	320
40 000			160	200	280	400
50 000			200	250	360	500
63 000			250	320	450	630