

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60664-5

Première édition
First edition
2003-08

**PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ
BASIC SAFETY PUBLICATION**

**Coordination de l'isolement des matériels
dans les systèmes (réseaux) à basse tension –**

**Partie 5:
Méthode détaillée de détermination des distances
d'isolement dans l'air et des lignes de fuite
inférieures ou égales à 2 mm**

**Insulation coordination for equipment
within low-voltage systems –**

**Part 5:
A comprehensive method for determining
clearances and creepage distances equal to
or less than 2 mm**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60664-5:2003

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/searchpub) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/online_news/justpub) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60664-5

Première édition
First edition
2003-08

**PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ
BASIC SAFETY PUBLICATION**

**Coordination de l'isolement des matériels
dans les systèmes (réseaux) à basse tension –**

**Partie 5:
Méthode détaillée de détermination des distances
d'isolement dans l'air et des lignes de fuite
inférieures ou égales à 2 mm**

**Insulation coordination for equipment
within low-voltage systems –**

**Part 5:
A comprehensive method for determining
clearances and creepage distances equal to
or less than 2 mm**

© IEC 2003 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

W

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	10
 1 Généralités	12
1.1 Domaine d'application	12
1.2 Références normatives	14
1.3 Définitions	14
2 Principes essentiels du dimensionnement des distances d'isolement et des lignes de fuite	16
2.1 Introduction	16
2.2 Tensions et caractéristiques assignées de tension	16
2.3 Fréquence	16
2.4 Durée d'application de la contrainte de tension	16
2.5 Pollution	18
2.6 Informations fournies avec les matériels	20
2.7 Matériau isolant	20
3 Prescriptions et procédures de dimensionnement	22
3.1 Dimensionnement des distances d'isolement	22
3.2 Dimensionnement des lignes de fuite	30
3.3 Prescriptions pour l'isolation solide	40
4 Essais et mesures	40
4.1 Essais	40
4.2 Mesure des lignes de fuite et des distances d'isolement	42
 Annexe A (informative) Données fondamentales des caractéristiques de tenue des distances d'isolement	44
Annexe B (informative) Tensions nominales des réseaux d'alimentation pour différents modes de contrôle de surtensions	46
Annexe C (informative) Méthodes d'essai de décharge partielle	48
Annexe D (informative) Informations complémentaires sur les méthodes d'essai de décharges partielles	50
Annexe E (informative) Comparaison entre les lignes de fuite spécifiées au Tableau 4 et les distances d'isolement du Tableau A.1	52
Annexe F (informative) Dimensionnement pour maintenir la résistance d'isolement minimale	54
Annexe G (normative) Essai d'adsorption d'eau	60
Annexe H (informative) Schémas de dimensionnement	68
Annexe I (informative) Essai de tension de tenue pour ligne de fuite dans des conditions humides	74
 Bibliographie	76

CONTENTS

FOREWORD	7
INTRODUCTION	11
1 General.....	13
1.1 Scope	13
1.2 Normative references.....	15
1.3 Definitions	15
2 Fundamentals of clearance and creepage distance dimensioning	17
2.1 Introduction.....	17
2.2 Voltages and voltage ratings	17
2.3 Frequency.....	17
2.4 Time under voltage stress	17
2.5 Pollution	19
2.6 Information supplied with the equipment.....	21
2.7 Insulating material.....	21
3 Requirements and dimensioning procedures	23
3.1 Dimensioning of clearances	23
3.2 Dimensioning of creepage distances.....	31
3.3 Requirements for design of solid insulation.....	41
4 Tests and measurements	41
4.1 Tests	41
4.2 Measurement of creepage distances and clearances	43
Annex A (informative) Basic data on withstand characteristics of clearances	45
Annex B (informative) Nominal voltages of supply systems for different modes of overvoltage control	47
Annex C (informative) Partial discharge test methods	49
Annex D (informative) Additional information on partial discharge test methods.....	51
Annex E (informative) Comparison of creepage distances specified in Table 4 and clearances in Table A.1	53
Annex F (informative) Dimensioning to maintain minimum insulation resistance	55
Annex G (normative) Water adsorption test	61
Annex H (informative) Dimensioning diagrams	69
Annex I (informative) Withstand voltage test for creepage distance under humid conditions.....	75
Bibliography	77

Figure G.1 – Installation de l'échantillon.....	62
Figure G.2 – Circuit d'essai.....	64
Figure G.3 – Humidité relative critique des matériaux isolants.....	66
Figure H.1 – Schéma pour le dimensionnement des distances d'isolement des circuits directement connectés au secteur.....	68
Figure H.2 – Schéma pour le dimensionnement des distances d'isolement des circuits qui ne sont pas directement connectés au secteur.....	70
Figure H.3 – Schéma pour le dimensionnement des lignes de fuite.....	72
Figure I.1 – Arrangement pour l'essai de tension de tenue.....	74
Tableau 1 – Relation entre les niveaux d'humidité et les classes de macro- environnement.....	20
Tableau 2 – Distances d'isolement pour supporter les surtensions transitoires.....	24
Tableau 3 – Distances d'isolement pour supporter les tensions en régime permanent, les surtensions temporaires ou les tensions de crête répétitives.....	26
Tableau 4 – Lignes de fuite pour éviter toute défaillance due au cheminement.....	32
Tableau 5 – Lignes de fuite pour éviter le contournement.....	36
Tableau F.1 – Résistance d'isolement minimale.....	54
Tableau F.2 – Lignes de fuite pour maintenir la résistance d'isolement minimale.....	56

Figure G.1 – Layout of the test sample	63
Figure G.2 – Test circuit	65
Figure G.3 – Critical relative humidity of insulating materials	67
Figure H.1 – Diagram for dimensioning clearances for circuits directly connected to the supply mains	69
Figure H.2 – Diagram for dimensioning clearances for circuits not directly connected to the supply mains	71
Figure H.3 – Diagram for dimensioning of creepage distances	73
Figure I.1 – The arrangement for the withstand voltage test	75
Table 1 – Relation between the humidity levels and macro-environmental classes	21
Table 2 – Clearances to withstand transient overvoltages	25
Table 3 – Clearances to withstand steady-state voltages, temporary overvoltages or recurring peak voltages	27
Table 4 – Creepage distances to avoid failure due to tracking	33
Table 5 – Creepage distances to avoid flashover	37
Table F.1 – Minimum insulation resistance	55
Table F.2 – Creepage distances to maintain minimum insulation resistance	57

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COORDINATION DE L'ISOLEMENT DES MATÉRIELS DANS LES SYSTÈMES (RÉSEAUX) À BASSE TENSION –

Partie 5: Méthode détaillée de détermination des distances d'isolement dans l'air et des lignes de fuite inférieures ou égales à 2 mm

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente, les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60664-5 a été établie par le comité d'études 109 de la CEI: Coordination de l'isolement pour le matériel à basse tension.

Elle a le statut d'une publication fondamentale de sécurité conformément au Guide CEI 104.

Cette norme doit être lue conjointement avec la CEI 60664-1.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**INSULATION COORDINATION FOR EQUIPMENT
WITHIN LOW-VOLTAGE SYSTEMS –****Part 5: A comprehensive method for determining clearances
and creepage distances equal to or less than 2 mm**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60664-5 has been prepared by the IEC technical committee 109: Insulation coordination for low-voltage equipment.

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

It shall be read in conjunction with IEC 60664-1.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
109/32/FDIS	109/34/RVD

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

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

La CEI 60664 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension*:

- Partie 1: Principes, prescriptions et essais;
- Partie 2: Guide d'application;
- Partie 3: Utilisation de revêtement, d'empotage ou de moulage pour la protection contre la pollution;
- Partie 4: Considérations sur les contraintes de tension à haute fréquence;
- Partie 5: Méthode détaillée de détermination des distances d'isolement dans l'air et des lignes de fuite inférieures ou égales à 2 mm.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2006. A cette date, la publication sera

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

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

FDIS	Report on voting
109/32/FDIS	109/34/RVD

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

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

IEC 60664 consists of the following parts under the general title *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems*:

Part 1: Principles, requirements and tests;

Part 2: Application guide;

Part 3: Use of coating, potting or moulding for protection against pollution;

Part 4: Consideration of high-frequency voltage stress;

Part 5: A comprehensive method for determining clearances and creepage distances equal to or less than 2 mm.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2006. At this date, the publication will be

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

INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 60664 ne peut être utilisée que conjointement à la Partie 1.

La présente partie s'applique aux cartes imprimées et constructions équivalentes, pour lesquelles les distances d'isolement et les lignes de fuite sont identiques et suivent les surfaces de l'isolation solide, comme les chemins décrits aux exemples 1, 5 et 11 en 4.2 de la Partie 1.

La présente partie spécifie les niveaux d'humidité en ce qui concerne les effets de l'humidité sur les lignes de fuite.

La présente partie introduit les critères de dimensionnement suivants qui doivent être pris en compte ensemble:

- nouvelles distances d'isolement minimales avec des valeurs plus précises pour les dimensions jusqu'à 2 mm dans le cas des degrés de pollution 2 et 3 que celles spécifiées au Tableau 2 de la Partie 1;
- des lignes de fuite minimales plus faibles pour les cartes imprimées et les constructions équivalentes dans le cas du degré de pollution 3 que celles spécifiées au Tableau 4 de la Partie 1;
- spécification de lignes de fuite minimales pour éviter le contournement des surfaces isolantes, les valeurs étant fondées sur les caractéristiques d'adsorption d'eau du matériau;
- spécification de lignes de fuite minimales pour assurer une résistance d'isolement appropriée dans des conditions humides.

NOTE Le Tableau F.2 donne des informations concernant le dimensionnement des lignes de fuite pour maintenir une résistance d'isolement appropriée pour les tensions efficaces jusqu'à 10 000 V, correspondant aux lignes de fuite jusqu'à 250 mm.

Les informations contenues dans la présente norme sont fondées sur des données de recherche publiées en 1989.

Les détails suivants provenant de cette recherche donnent des informations sur le contexte:

- la recherche a été menée sur des échantillons qui avaient été fabriqués selon le même processus que pour les cartes imprimées avec un espacement des impressions de circuit compris entre 0,16 mm et 6,3 mm;
- dix matériaux différents ont été utilisés pour les échantillons. L'influence du processus de fabrication sur la surface du matériau, par exemple moulage ou usinage, ne faisait pas partie du projet de recherche;
- les échantillons ont été placés à différents emplacements, comme en milieu urbain, rural, industriel, désertique et côtier.
- Les échantillons ont été régulièrement exposés à une contrainte de tension et les données ont été accumulées sur une longue période.

L'Annexe G spécifie une méthode d'essai d'adsorption d'eau pour affecter les matériaux isolants non classés au groupe d'adsorption d'eau approprié.

Cette annexe sera revue lorsqu'une plus grande expérience aura été acquise en utilisant la méthode d'essai pour les différents matériaux.

INTRODUCTION

This part of IEC 60664 can only be used together with Part 1.

This part applies to printed wiring boards and equivalent constructions, where the clearance and the creepage distance are identical and are along the surfaces of solid insulation, such as the paths described in example 1, example 5 and example 11 of Part 1, Subclause 4.2.

This part specifies the humidity levels regarding the effects of humidity on creepage distances.

This part introduces the following dimensioning criteria which have to be taken into account together:

- new minimum clearances having more precise values for dimensions up to 2 mm under pollution degrees 2 and 3 than those specified in Table 2 of Part 1;
- smaller minimum creepage distances for printed wiring boards and equivalent constructions under pollution degree 3 than those specified in Table 4 of Part 1;
- a specification of minimum creepage distances to avoid flashover of the insulating surfaces, the values being based on the water adsorption characteristics of the material;
- a specification of minimum creepage distances to ensure adequate insulation resistance under humid conditions.

NOTE Table F.2 provides information on the dimensioning of creepage distances in order to maintain adequate insulation resistance for r.m.s. voltages up to 10 000 V, corresponding to creepage distances up to 250 mm.

The information in this standard is based on research data published 1989.

The following details from the research provide background information:

- the research was carried out on test samples that were manufactured using the same process as for printed wiring boards with spacing of circuit patterns from 0,16 mm to 6,3 mm;
- ten different materials were used for the test samples. The influence of manufacturing process on the surface of the material, e.g., moulding or machining, was not part of the research project;
- the test samples were placed in different locations, such as city, rural, industrial, desert, and coastal.
- the samples were periodically exposed to a voltage stress and the data accumulated over a long period of time.

Annex G specifies a water adsorption test method for allocating unclassified insulating material to the relevant water adsorption group.

This annex will be reviewed when further experience is gained using the test method for different materials.

COORDINATION DE L'ISOLEMENT DES MATÉRIELS DANS LES SYSTÈMES (RÉSEAUX) À BASSE TENSION –

Partie 5: Méthode détaillée de détermination des distances d'isolement dans l'air et des lignes de fuite inférieures ou égales à 2 mm

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60664 spécifie le dimensionnement des distances d'isolement et des lignes de fuite pour les espacements inférieurs ou égaux à 2 mm pour les cartes imprimées et constructions équivalentes, pour lesquelles les distances d'isolement et les lignes de fuite sont identiques et suivent les surfaces de l'isolation solide, comme les chemins décrits aux exemples 1, 5 et 11 en 4.2 de la Partie 1.

Le dimensionnement est plus précis que celui donné par la Partie 1¹.

NOTE 1 Si la précision apportée par la présente norme n'est pas nécessaire, il est autorisé d'utiliser à sa place la Partie 1.

La présente norme ne peut être utilisée que dans son intégralité. Il n'est pas autorisé de choisir un ou plusieurs articles de la présente norme et de les utiliser à la place des articles correspondants de la Partie 1.

Lorsque la présente partie est appliquée au dimensionnement des distances d'isolement et des lignes de fuite, tous les articles doivent être utilisés à la place des articles correspondants de la Partie 1. Pour les distances d'isolement et les lignes de fuite supérieures à 2 mm et pour l'isolation solide en général, c'est la Partie 1 qui s'applique.

NOTE 2 La limitation à des distances égales ou inférieures à 2 mm s'applique à l'isolation principale ou supplémentaire. La distance totale d'une isolation renforcée ou double peut être plus grande que 2 mm.

La présente norme est basée sur les critères suivants pour le dimensionnement:

- distances d'isolement minimales indépendamment du micro-environnement (voir Tableau 2);
- lignes de fuite minimales pour les degrés de pollution 1, 2 et 3 pour éviter toute défaillance due au cheminement (voir Tableau 4);
- lignes de fuite minimales pour éviter tout contournement pouvant apparaître à travers la surface isolante (voir Tableau 5).

NOTE 3 Pour que les lignes de fuite minimales maintiennent une résistance d'isolement appropriée, voir Tableau F.2.

NOTE 4 La présente norme n'est pas applicable dans des conditions de micro-environnement plus défavorables que le degré de pollution 3 ou le niveau d'humidité 3.

Une méthode d'essai est spécifiée pour affecter les matériaux isolants non classés au groupe d'adsorption d'eau approprié.

¹ La «Partie 1» se réfère à la CEI 60664-1.

INSULATION COORDINATION FOR EQUIPMENT WITHIN LOW-VOLTAGE SYSTEMS –

Part 5: A comprehensive method for determining clearances and creepage distances equal to or less than 2 mm

1 General

1.1 Scope

This part of IEC 60664 specifies the dimensioning of clearances and creepage distances for spacings equal to or less than 2 mm for printed wiring board and equivalent constructions, where the clearance and the creepage distance are identical and are along the surface of solid insulation, such as the paths described in example 1, example 5 and example 11 of 4.2 of Part 1.

The dimensioning is more precise than that provided by Part 1¹.

NOTE 1 If the precision provided by this standard is not required, Part 1 may be applied instead.

This standard can only be used as an entirety. It is not permitted to select one or more clauses from this standard and to use them in place of the corresponding clauses of Part 1.

When this standard is applied to the dimensioning of clearances and creepage distances, all clauses shall be used in place of the corresponding clauses given in Part 1. For clearances and creepage distances larger than 2 mm and for solid insulation in general, Part 1 applies.

NOTE 2 The limitation to distances equal to or less than 2 mm applies to basic or supplementary insulation. The total distance of a reinforced or double insulation may be larger than 2 mm.

This standard is based on the following criteria for dimensioning:

- minimum clearances independent of the micro-environment (see Table 2);
- minimum creepage distances for pollution degrees 1, 2 and 3 to avoid failure due to tracking (see Table 4);
- minimum creepage distances to avoid flashover across the insulating surface (see Table 5).

NOTE 3 For minimum creepage distances to maintain adequate insulation resistance, see Table F.2.

NOTE 4 This standard is not applicable for micro-environmental conditions worse than pollution degree 3 or humidity level 3.

A test method is specified for allocating unclassified insulating material to the relevant water adsorption group.

¹ "Part 1" refers to IEC 60664-1.

1.2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

Le Paragraphe 1.2 de la Partie 1 est applicable, ainsi que les normes suivantes:

CEI 60364-5-51:2001, *Installations électriques des bâtiments – Partie 5-51: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Règles communes*

CEI 60664-1:1992, *Coordination de l'isolement des matériels dans les réseaux à basse tension – Partie 1: Principes, prescriptions et essais*

Amendement 1 (2000)

Amendement 2 (2002)

CEI 60721-3-3:1994, *Classification des conditions d'environnement; Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Section 3: Utilisation à poste fixe protégé contre les intempéries*

Amendement 1 (1995)

Amendement 2 (1996)

CEI 60721-3-7:1995, *Classification des conditions d'environnement; Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Section 7: Utilisation en déplacement*

Amendement 1 (1996)

CEI 60721-3-9:1993, *Classification des conditions d'environnement; Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Section 9: Microclimats à l'intérieur des produits*

Amendement 1 (1994)

1.3 Définitions

Pour les besoins du présent document, les définitions suivantes s'appliquent en plus de celles données dans la Partie 1.

1.3.1

adsorption d'eau

capacité du matériau isolant à adsorber de l'eau sur sa surface

1.3.2

humidité relative critique

valeur de l'humidité relative lorsque la tension de tenue aux chocs d'une ligne de fuite n'atteint plus que 95 % de la valeur qui était mesurée à une humidité relative de 70 %

1.2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

Subclause 1.2 of Part 1 is applicable, as well as the following:

IEC 60364-5-51:2001, *Electrical installations of buildings – Part 5-51: Selection and erection of electrical equipment – Common rules*

IEC 60664-1:1992, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

Amendment 1 (2000)

Amendment 2 (2002)

IEC 60721-3-3:1994, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 3: Stationary use at weatherprotected locations*

Amendment 1 (1995)

Amendment 2 (1996)

IEC 60721-3-7:1995, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 7: Portable and non-stationary use*

Amendment 1 (1996)

IEC 60721-3-9:1993, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 9: Microclimates inside products*

Amendment 1 (1994)

1.3 Definitions

For the purposes of this document, the following definitions apply in addition to those given in Part 1.

1.3.1

water adsorption

capability of insulating material to adsorb water on its surface

1.3.2

critical relative humidity

value of the relative humidity when the impulse withstand voltage of a creepage distance has dropped to 95 % of the value that was measured at 70 % relative humidity

2 Principes essentiels du dimensionnement des distances d'isolement et des lignes de fuite

2.1 Introduction

La première publication sur ce sujet a été la CEI 664, 1980. Elle ne concernait que les distances d'isolement, les données étant fondées sur les données de base des tensions de claquage. Par la suite en 1981, la CEI 664A a été publiée et elle couvrait les lignes de fuite basées sur les données obtenues sur un grand nombre d'années d'expérience et sur les données obtenues à partir des essais sur les cartes imprimées. En 1992, ces publications ont été combinées et publiées sous la référence Partie 1. La révision n'a cependant pas modifié les données de base.

2.1.1 Principes de base

Le Paragraphe 2.1.1 de la Partie 1 est applicable.

2.1.2 Coordination de l'isolement relative aux conditions d'environnement

Les conditions de micro-environnement pour l'isolation doivent être prises en compte. Elles dépendent essentiellement des conditions de macro-environnement dans lequel est situé le matériel et, dans de nombreux cas, les environnements sont identiques. Cependant, le micro-environnement peut présenter des conditions meilleures ou plus défavorables que le macro-environnement lorsque, par exemple, les enveloppes, le chauffage, la ventilation ou la poussière influencent le micro-environnement.

NOTE La protection par des enveloppes fournies selon les degrés de protection spécifiés dans la CEI 60529 peut augmenter l'humidité du micro-environnement.

Les principaux paramètres d'environnement sont les suivants:

- pour les distances d'isolement,
 - la pression atmosphérique,
 - la température, si elle varie sur une plage importante (voir 4.1.1.2.1.2 de la Partie 1),
- pour les lignes de fuite,
 - la pollution,
 - l'humidité relative,
 - la condensation;
- pour l'isolation solide,
 - la température,
 - l'humidité relative.

2.2 Tensions et caractéristiques assignées de tension

Le Paragraphe 2.2 de la Partie 1 est applicable.

2.3 Fréquence

Le Paragraphe 2.3 de la Partie 1 est applicable.

2.4 Durée d'application de la contrainte de tension

Non applicable.

2 Fundamentals of clearance and creepage distance dimensioning

2.1 Introduction

The first publication on this subject was IEC 664, 1980. It only covered clearances, the data being based on fundamental data of breakdown voltages. Subsequently in 1981 IEC 664A was published concerning creepage distances based on data obtained over many years of experience, and on data obtained from testing printed wiring boards. In 1992, the publications were combined and published as Part 1. However, the revision did not change the basic data.

2.1.1 Basic principles

Subclause 2.1.1 of Part 1 is applicable.

2.1.2 Insulation coordination with regard to environmental conditions

The micro-environmental conditions for the insulation shall be taken into account. They depend primarily on the macro-environmental conditions in which the equipment is located and in many cases the environments are identical. However, the micro-environment can be better or worse than the macro-environment where, for example, enclosures, heating, ventilation or dust influence the micro-environment.

NOTE Protection by enclosures provided according to the degrees of protection specified in IEC 60529 may increase the humidity of the micro-environment

The main environmental parameters are as follows:

- for clearances,
 - air pressure,
 - temperature, if it has a wide variation (see 4.1.1.2.1.2 of Part 1),
- for creepage distances,
 - pollution,
 - relative humidity,
 - condensation;
- for solid insulation,
 - temperature,
 - relative humidity.

2.2 Voltages and voltage ratings

Subclause 2.2 of Part 1 is applicable.

2.3 Frequency

Subclause 2.3 of Part 1 is applicable.

2.4 Time under voltage stress

Not applicable.

2.5 Pollution

La pollution n'affecte pas seulement l'isolation du point de vue des contraintes de tension efficaces à long terme à l'origine du cheminement mais également du point de vue des tensions de crête et de l'adsorption d'eau. La pollution est à l'origine d'une capacité réduite de tenue aux chocs des petites distances et ainsi des contournements peuvent intervenir à travers la surface de l'isolation.

L'influence de l'humidité sur la surface de l'isolation est identifiée par les niveaux d'humidité spécifiés en 2.5.3. L'influence des caractéristiques d'adsorption d'eau sur la surface de l'isolation est identifiée par les groupes d'adsorption d'eau spécifiés en 2.7.5.

2.5.1 Degrés de pollution dans le micro-environnement

Le Paragraphe 2.5.1 de la Partie 1 est applicable.

2.5.2 Conditions de pollution conductrice

Non applicable.

2.5.3 Niveaux d'humidité

Dans le but d'évaluer les lignes de fuite par rapport au contournement pouvant apparaître à travers la surface ou la résistance d'isolement minimale, on a établi les trois niveaux de micro-environnement suivants:

- niveau d'humidité 1 (HL 1): l'humidité relative à la surface de l'isolation n'atteint jamais un niveau où il se produit de la condensation. Ainsi, le contournement n'est pas influencé par l'humidité;
- niveau d'humidité 2 (HL 2): l'humidité relative à la surface de l'isolation est telle que de la condensation se produit de manière occasionnelle pendant les changements transitoires dans le micro-environnement. Ainsi, le contournement est influencé par l'humidité;
- niveau d'humidité 3 (HL 3): l'humidité relative à la surface de l'isolation est telle qu'il se produit fréquemment de la condensation. Ainsi, le contournement est fortement influencé par l'humidité.

2.5.4 Relation entre les niveaux d'humidité et le macro-environnement

Les conditions du macro-environnement sont spécifiées dans la CEI 60364-5-51, la CEI 60721-3-3, la CEI 60721-3-7 et la CEI 60721-3-9.

NOTE Dans la CEI 60721-3-9, on utilise différentes expressions pour les classes climatiques.

La relation entre les niveaux d'humidité du micro-environnement et les classes de macro-environnement définies est donnée au Tableau 1.

2.5 Pollution

Pollution does not only impair insulation with regard to long-term r.m.s. voltage stress causing tracking but also impairs it with regard to peak voltages and water adsorption. Pollution causes reduced impulse withstand capability of short distances and thus flashover may occur across the insulation surface.

The influence of humidity on the surface of insulation is identified by the humidity levels specified in 2.5.3. The influence of the water adsorption characteristics on the surface of insulation is identified by the water adsorption groups specified in 2.7.5.

2.5.1 Degrees of pollution in the micro-environment

Subclause 2.5.1 of Part 1 applies.

2.5.2 Conditions of conductive pollution

Not applicable.

2.5.3 Humidity levels

For the purpose of evaluating creepage distances with regard to flashover across the surface or minimum insulation resistance, the following three levels in the micro-environment are established:

- humidity level 1 (HL 1): the relative humidity at the insulation surface never reaches a level where condensation occurs. Therefore flashover is not influenced by humidity;
- humidity level 2 (HL 2): the relative humidity at the insulation surface is such that condensation occurs occasionally during transient changes in the micro-environment. Therefore flashover is influenced by humidity;
- humidity level 3 (HL 3): the relative humidity at the insulation surface is such that condensation may occur frequently. Therefore flashover is strongly influenced by humidity.

2.5.4 Relation of humidity levels to the macro-environment

Macro-environmental conditions are specified in IEC 60364-5-51, IEC 60721-3-3, IEC 60721-3-7 and IEC 60721-3-9.

NOTE In IEC 60721-3-9 different expressions of climatic classes are used.

The relationship between humidity levels of the micro-environment and the defined macro-environmental classes is shown in Table 1.

Tableau 1 – Relation entre les niveaux d'humidité et les classes de macro-environnement

Norme spécifiant les classes climatiques	Classes climatiques (macro-environnement)			Niveaux d'humidité
CEI 60721-3-9	Y2	Y3	Y4	
CEI 60721-3-3	3K1	3K3	3K6	
CEI 60721-3-7		7K1	7K3	
CEI 60364-5-51		AB5	AB7	
	↓	↓	↓	
	=	(-)	(-)	→ HL 1
	(+)	=	(-)	→ HL 2
	(+)	(+)	=	→ HL 3
= le micro-environnement a la même humidité que le macro-environnement (-) le micro-environnement présente moins d'humidité que le macro-environnement (+) le micro-environnement présente plus d'humidité que le macro-environnement				

2.6 Informations fournies avec les matériels

Le Paragraphe 2.6 de la Partie 1 est applicable.

2.7 Matériau isolant

Les matériaux isolants doivent être classés dans les groupes selon les valeurs de l'IRC (indice de résistance au cheminement).

Les caractéristiques de rigidité diélectrique, thermiques, mécaniques, chimiques et les caractéristiques d'adsorption d'eau des matériaux isolants doivent être prises en compte par les comités d'études. Les contraintes de l'isolation solide décrites en 3.3 de la Partie 1 s'appliquent.

2.7.1 Indice de résistance au cheminement (IRC)

Le Paragraphe 2.7.1 de la Partie 1 est applicable.

2.7.2 Caractéristiques de rigidité électrique

Le Paragraphe 2.7.2 de la Partie 1 est applicable.

2.7.3 Caractéristiques thermiques

Le Paragraphe 2.7.3 de la Partie 1 est applicable.

2.7.4 Caractéristiques mécaniques et chimiques

Le Paragraphe 2.7.4 de la Partie 1 est applicable.

Table 1 – Relation between the humidity levels and macro-environmental classes

Standard specifying climatic classes	Climatic (macro-environmental) classes			Humidity levels
IEC 60721-3-9	Y2	Y3	Y4	
IEC 60721-3-3	3K1	3K3	3K6	
IEC 60721-3-7		7K1	7K3	
IEC 60364-5-51		AB5	AB7	
	↓	↓	↓	
	=	(–)	(–)	→ HL 1
	(+)	=	(–)	→ HL 2
	(+)	(+)	=	→ HL 3
= micro-environment has the same humidity as the macro-environment (–) micro-environment is less humid than the macro-environment (+) micro-environment is more humid than the macro-environment				

2.6 Information supplied with the equipment

Subclause 2.6 of Part 1 is applicable.

2.7 Insulating material

Insulating material shall be classified into groups according their CTI values.

The electric strength characteristics, the thermal, the mechanical, the chemical and the water adsorption characteristics of insulating material shall be considered by the technical committees. Regarding the requirements for solid insulation, 3.3 of Part 1 applies.

2.7.1 Comparative tracking index (CTI)

Subclause 2.7.1 of Part 1 is applicable.

2.7.2 Electric strength characteristics

Subclause 2.7.2 of Part 1 is applicable.

2.7.3 Thermal characteristics

Subclause 2.7.3 of Part 1 is applicable.

2.7.4 Mechanical and chemical characteristics

Subclause 2.7.4 of Part 1 is applicable.

2.7.5 Caractéristiques d'adsorption d'eau

L'adsorption d'eau est un phénomène de surface qui dépend des caractéristiques du matériau isolant. Aux vues de l'effet de l'adsorption d'eau sur la capacité de tenue à la tension, on affecte les matériaux isolants à un groupe d'adsorption d'eau comme montré ci-dessous, selon la procédure d'essai donnée à l'Annexe G:

- groupe d'adsorption d'eau WAG 1 (influence négligeable);
- groupe d'adsorption d'eau WAG 2 (faible influence);
- groupe d'adsorption d'eau WAG 3 (influence moyenne);
- groupe d'adsorption d'eau WAG 4 (influence importante);

NOTE 1 La classification des matériaux en fonction des groupes d'adsorption d'eau peut être influencée par les matières de remplissage, les additifs et les procédures de fabrication.

NOTE 2 La classification des divers matériaux isolants en fonction des groupes d'adsorption d'eau est donnée en 3.2.1.2.4.

3 Prescriptions et procédures de dimensionnement

Les distances d'isolement doivent être dimensionnées pour résister aux surtensions transitoires selon 3.1.1.1. La ligne de fuite associée doit remplir les prescriptions de 3.2.1.2.2 et 3.2.1.2.3.

3.1 Dimensionnement des distances d'isolement

Les distances d'isolement doivent être dimensionnées pour supporter la tension de tenue aux chocs prescrite. Pour les matériels directement raccordés au réseau à basse tension, la tension de tenue aux chocs requise est la tension assignée de tenue aux chocs établie sur la base de 2.2.2.2 de la Partie 1. Si une tension efficace en régime permanent, une surtension temporaire ou une tension de crête répétitive exigent des distances d'isolement supérieures à celles pour la tension de tenue aux chocs prescrite, les valeurs correspondantes du Tableau 3 doivent être utilisées. On doit choisir la distance d'isolement la plus importante sur la base de la tension de tenue aux chocs, de la tension efficace en régime permanent, des surtensions temporaires et des tensions de crête répétitives.

NOTE Le dimensionnement pour la tension efficace en régime permanent ou pour la tension de crête répétitive conduit à une situation où il n'existe aucune marge pour le claquage en cas d'application continue de ces tensions. Il convient que les comités d'études tiennent compte de ce fait.

3.1.1 Critères de dimensionnement

Les distances d'isolement doivent être choisies en tenant compte des facteurs d'influence suivants:

- tension de tenue aux chocs selon 3.1.4 de la Partie 1 pour l'isolation fonctionnelle et 3.1.5 pour l'isolation principale, supplémentaire et renforcée;
- tensions de tenue en régime permanent et surtensions temporaires (voir 3.1.1.2);
- tensions de crête répétitives (voir 3.1.1.2);
- conditions de champ électrique (voir 3.1.2);
- altitude. Les dimensions des distances d'isolement spécifiées au Tableau 2 et au Tableau 3 donnent la capacité de tenue pour le matériel destiné à être utilisé à des altitudes jusqu'à 2 000 m. Pour les matériels destinés à être utilisés à des altitudes supérieures, c'est 3.1.3 qui s'applique.

Des distances d'isolement plus importantes peuvent être prescrites en raison d'influences mécaniques telles que les vibrations ou les forces appliquées.

2.7.5 Water adsorption characteristics

Water adsorption is a surface-related phenomenon that depends on the characteristics of the insulating material. With regard to the effect of water adsorption on voltage withstand capability, insulating materials are allocated to a water adsorption group according to the test procedure in Annex G as follows:

- water adsorption group WAG 1 (negligible influence);
- water adsorption group WAG 2 (weak influence);
- water adsorption group WAG 3 (medium influence);
- water adsorption group WAG 4 (strong influence).

NOTE 1 The classification of materials with respect to water adsorption groups may be influenced by fillers, additives, and manufacturing procedures.

NOTE 2 The classification of various insulating materials with respect to water adsorption groups is given in 3.2.1.2.4.

3 Requirements and dimensioning procedures

Clearances shall be dimensioned to withstand the transient overvoltages in accordance with 3.1.1.1. The associated creepage distance shall fulfil the requirements of 3.2.1.2.2 and 3.2.1.2.3.

3.1 Dimensioning of clearances

Clearances shall be dimensioned to withstand the required impulse withstand voltage. For equipment directly connected to the low-voltage mains, the required impulse withstand voltage is the rated impulse voltage established on the basis of 2.2.2.2 of Part 1. If a steady-state r.m.s. voltage, a temporary overvoltage or a recurring peak voltage requires larger clearances than required for the impulse withstand voltage, the corresponding values of Table 3 shall be used. The largest clearance shall be selected, resulting from consideration of impulse withstand voltage, steady-state r.m.s. voltage, temporary overvoltages and recurring peak voltages.

NOTE Dimensioning for steady-state r.m.s. or recurring peak voltage leads to a situation in which there is no margin to breakdown with the continuous application of these voltages. Technical committees should take this into account.

3.1.1 Dimensioning criteria

Clearances shall be selected taking into account the following influencing factors:

- impulse withstand voltage according to 3.1.4 of Part 1 for functional insulation and 3.1.5 for basic, supplementary and reinforced insulation;
- steady-state withstand voltages and temporary overvoltages (see 3.1.1.2);
- recurring peak voltages (see 3.1.1.2);
- electric field conditions (see 3.1.2);
- altitude. The clearance dimensions specified in Table 2 and Table 3 give withstand capability for equipment for use in altitudes up to 2 000 m. For equipment for use in higher altitudes, 3.1.3 applies.

Larger clearances may be required in the case of mechanical influences such as vibration or applied forces.

3.1.1.1 Dimensionnement aux tensions de tenue transitoires

Les distances d'isolement doivent être dimensionnées pour supporter la tension de tenue aux chocs prescrite selon le Tableau 2. Pour les matériels directement raccordés au réseau, la tension de tenue aux chocs requise est la tension assignée de tenue aux chocs établie sur la base du Tableau 1 de la Partie 1.

Tableau 2 – Distances d'isolement pour supporter les surtensions transitoires

Tension de tenue aux chocs prescrite ^a kV	Distances d'isolement dans l'air minimales jusqu'à 2 000 m au-dessus du niveau de la mer	
	Cas A conditions de champ hétérogène (voir 1.3.15 de la Partie 1) mm	Cas B conditions de champ homogène (voir 1.3.14 de la Partie 1) mm
0,33 ^b	0,01	0,01
0,40	0,02	0,02
0,50 ^b	0,04	0,04
0,60	0,06	0,06
0,80 ^b	0,10	0,10
1,0	0,15	0,15
1,2	0,25	0,2
1,5 ^b	0,5	0,3
2,0	1,0	0,45
2,5 ^b	1,5	0,6
3,0	2,0	0,8
4,0 ^b		1,2
5,0		1,5
6,0 ^b		2,0
^a La tension est – pour l'isolation fonctionnelle, la tension de tenue aux chocs maximale prévue susceptible d'apparaître au travers de la distance d'isolement (voir 3.1.4 de la Partie 1); – pour l'isolation principale directement exposée ou influencée de manière importante par les surtensions transitoires provenant du réseau d'alimentation à base tension (voir 2.2.2.2 de la Partie 1, 2.2.2.3.1 de la Partie 1 et 3.1.5), la tension assignée de tenue aux chocs du matériel; – pour d'autres isolations principales (voir 2.2.2.3.2 de la Partie 1), la tension de tenue aux chocs la plus élevée qui peut apparaître dans le circuit; Pour l'isolation renforcée, voir 3.1.5.		
^b Valeurs préférentielles spécifiées en 2.1.1.2 de la Partie 1.		

3.1.1.2 Dimensionnement pour supporter les tensions en régime permanent et les surtensions temporaires ou les tensions de crête répétitives

Les distances d'isolement doivent être dimensionnées selon le Tableau 3 pour résister à la valeur de crête de la tension en régime permanent (courant continu ou tension en 50/60 Hz), de la surtension temporaire ou de la tension de crête répétitive.

NOTE 1 Les informations concernant les caractéristiques de tenue aux fréquences plus élevées sont données dans la CEI 60664-4².

² IEC 60664-4:1997, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 4: Considérations sur les contraintes de tension à hautes fréquences.*

3.1.1.1 Dimensioning to withstand transient voltages

Clearances shall be dimensioned to withstand the required impulse withstand voltage, according to Table 2. For equipment directly connected to the supply mains, the required impulse withstand voltage is the rated impulse voltage established on the basis of Table 1 of Part 1.

Table 2 – Clearances to withstand transient overvoltages

Required impulse withstand voltage ^a kV	Minimum clearances in air up to 2 000 m above sea level	
	Case A inhomogeneous field conditions (see 1.3.15 of Part 1) mm	Case B homogeneous field conditions (see 1.3.14 of Part 1) mm
0,33 ^b	0,01	0,01
0,40	0,02	0,02
0,50 ^b	0,04	0,04
0,60	0,06	0,06
0,80 ^b	0,10	0,10
1,0	0,15	0,15
1,2	0,25	0,2
1,5 ^b	0,5	0,3
2,0	1,0	0,45
2,5 ^b	1,5	0,6
3,0	2,0	0,8
4,0 ^b		1,2
5,0		1,5
6,0 ^b		2,0
^a This voltage is – for functional insulation, the maximum impulse voltage expected to occur across the clearance (see 3.1.4 of Part 1); – for basic insulation directly exposed to or significantly influenced by transient overvoltages from the low voltage mains (see 2.2.2.2 of Part 1, 2.2.2.3.1 of Part 1 and 3.1.5), the rated impulse voltage of the equipment; – for other basic insulation (see 2.2.2.3.2 of Part 1), the highest impulse voltage that can occur in the circuit. For reinforced insulation, see 3.1.5.		
^b Preferred values specified in 2.1.1.2 of Part 1.		

3.1.1.2 Dimensioning to withstand steady-state voltages and temporary overvoltages or recurring peak voltages

Clearances shall be dimensioned according to Table 3 to withstand the peak value of the steady-state (d.c. or 50/60 Hz voltage), the temporary overvoltage or recurring peak voltage.

NOTE 1 Information for the withstand characteristics for higher frequencies is given in IEC 60664-4².

² IEC 60664-4: 1997, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 4: Considerations of high-frequency voltage stress*.

Tableau 3 – Distances d'isolement pour supporter les tensions en régime permanent, les surtensions temporaires ou les tensions de crête répétitives

Tension ^a (valeur de crête) ^b kV	Distances d'isolement dans l'air minimales jusqu'à 2 000 m au-dessus du niveau de la mer	
	Cas A conditions de champ hétérogène, (voir 1.3.15 de la Partie 1) mm	Cas B conditions de champ homogène, (voir 1.3.14 de la Partie 1) mm
0,33	0,01	0,01
0,4	0,02	0,02
0,5	0,04	0,04
0,6	0,06	0,06
0,8	0,13	0,1
1,0	0,26	0,15
1,2	0,42	0,2
1,5	0,76	0,3
2,0	1,27	0,45
2,5	1,8	0,6
3,0	2,4	0,8
4,0		1,2
5,0		1,5
6,0		2

^a Les distances d'isolement pour les autres tensions sont obtenues par interpolation.

^b Voir Figure 3 de la Partie 1 pour la tension de crête répétitive.

^c Cette valeur est donnée pour permettre l'interpolation de la tension de crête à partir d'un niveau inférieur à la valeur correspondant à 2 mm.

NOTE 2 Si les distances d'isolement subissent des contraintes avec des tensions en régime permanent de 2,5 kV (crête) et supérieures, le dimensionnement selon les valeurs de claquage du Tableau 3 peut ne pas assurer un fonctionnement sans effluves dans l'air (décharges partielles), en particulier pour les champs hétérogènes. Pour assurer un fonctionnement sans effluves dans l'air, il est nécessaire soit d'utiliser des distances d'isolement plus importantes comme indiqué au Tableau 7b de la Partie 1, soit d'améliorer la distribution de champ.

3.1.2 Conditions de champ électrique

La forme et la disposition des parties conductrices (électrodes) influent sur l'homogénéité du champ et, en conséquence, sur la distance d'isolement requise pour tenir une tension donnée (voir Tableau 2, Tableau 3 (et Tableau A.1 de la Partie 1)).

3.1.2.1 Conditions de champ hétérogène (cas A du Tableau 2)

Des distances d'isolement au moins égales à celles du Tableau 2 pour des conditions de champ hétérogène peuvent être utilisées indépendamment de la forme et de la disposition des parties conductrices, et sans vérification par un essai de tenue au choc.

Les distances d'isolement à travers des fentes dans des enveloppes en matériau isolant ne doivent pas être inférieures à celles concernant la tenue aux conditions de champ hétérogène car les configurations ne peuvent être vérifiées, ce qui peut influencer de manière contraire l'homogénéité du champ électrique.

Table 3 – Clearances to withstand steady-state voltages, temporary overvoltages or recurring peak voltages

Voltage ^a (peak value) ^b kV	Minimum clearances in air up to 2 000 m above sea level	
	Case A inhomogeneous field conditions (see 1.3.15 of Part 1) mm	Case B homogeneous field conditions (see 1.3.14 of Part 1) mm
0,33	0,01	0,01
0,4	0,02	0,02
0,5	0,04	0,04
0,6	0,06	0,06
0,8	0,13	0,1
1,0	0,26	0,15
1,2	0,42	0,2
1,5	0,76	0,3
2,0	1,27	0,45
2,5	1,8	0,6
3,0	2,4 ^c	0,8
4,0		1,2
5,0		1,5
6,0		2

^a The clearances for other voltages are obtained by interpolation.

^b See Figure 3 of Part 1 for recurring peak voltage.

^c This value is given to allow interpolation of the peak voltage from one step lower to a value corresponding to 2 mm.

NOTE 2 If clearances are stressed with steady-state voltages of 2,5 kV (peak) and above, dimensioning according to the breakdown values in Table 3 may not provide operation without corona (partial discharges), especially for inhomogeneous fields. In order to provide corona-free operation, it is either necessary to use larger clearances as given in Table 7b of Part 1 or to improve the field distribution.

3.1.2 Electric field conditions

The shape and arrangement of the conductive parts (electrodes) influence the homogeneity of the field and consequently the clearance needed to withstand a given voltage (see Table 2, Table 3 (and Table A.1 of Part 1)).

3.1.2.1 Inhomogeneous field conditions (case A of Table 2)

Clearances not less than those specified in Table 2 for inhomogeneous field conditions can be used irrespective of the shape and arrangement of the conductive parts and without verification by a voltage withstand test.

Clearances through openings in enclosures of insulating material shall not be less than those specified for inhomogeneous field conditions since the configuration is not controlled, which may have an adverse effect on the homogeneity of the electric field.

3.1.2.2 Conditions de champ homogène (cas B du Tableau 2)

Les valeurs de distances d'isolement du cas B du Tableau 2 sont applicables uniquement dans des conditions de champ homogène. Elles peuvent uniquement être utilisées lorsque la forme et la disposition des parties conductrices (électrodes) sont conçues pour obtenir un champ électrique ayant essentiellement un gradient de tension constant.

Les distances d'isolement inférieures à celles indiquées pour des conditions de champ hétérogène nécessitent une vérification par essai de tenue de tension (voir 4.1.1 de la Partie 1).

NOTE Pour les faibles valeurs des distances d'isolement, la présence de la pollution peut détruire l'uniformité du champ électrique en rendant nécessaire d'augmenter les distances d'isolement au-delà des valeurs du cas B.

3.1.3 Altitude

Comme les dimensions du Tableau 2 et du Tableau 3 sont valables pour des altitudes jusqu'à 2 000 m au-dessus du niveau de la mer, les distances d'isolement pour les altitudes supérieures à 2 000 m doivent être multipliées par le facteur de correction d'altitude spécifié au Tableau A.2 de la Partie 1.

NOTE La tension de claquage d'une distance d'isolement dans l'air pour un champ hétérogène (tension de tenue au Tableau A.1, cas B, de la Partie 1) est, selon la loi de Paschen, proportionnelle au produit de la distance entre électrodes et de la pression atmosphérique. C'est pourquoi des données expérimentales enregistrées approximativement au niveau de la mer sont corrigées en fonction de la différence de pression atmosphérique entre 2 000 m et le niveau de la mer. La même correction est effectuée pour les champs hétérogènes et pour les lignes de fuite pour le contournement; voir 3.2.1.2.3.

3.1.4 Dimensionnement des distances d'isolement de l'isolation fonctionnelle

Le Paragraphe 3.1.4 de la Partie 1 est applicable.

3.1.5 Dimensionnement des distances d'isolement de l'isolation principale, supplémentaire et renforcée

Les distances d'isolement de l'isolation principale et supplémentaire doivent être dimensionnées chacune conformément au Tableau 2 correspondant

- à la tension assignée de tenue aux chocs, selon 2.2.2.2 de la Partie 1 ou 2.2.2.3.1 de la Partie 1, ou
- aux spécifications de tension de tenue aux chocs, selon 2.2.2.3.2 de la Partie 1.

Les distances d'isolement de l'isolation renforcée doivent être dimensionnées comme spécifié dans le Tableau 2 correspondant à la tension assignée de tenue aux chocs, mais immédiatement supérieure dans la série préférentielle de 2.1.1.2 de la Partie 1 à celle indiquée pour l'isolation principale. Si, conformément à 2.2.2.3.2 de la Partie 1, la tension de tenue aux chocs prescrite pour l'isolation principale diffère d'une valeur de la série préférentielle, l'isolation renforcée doit être dimensionnée pour supporter 160 % de la tension de tenue aux chocs exigée pour l'isolation principale.

NOTE 1 La limitation à des distances égales ou inférieures à 2 mm s'applique à l'isolation principale ou supplémentaire. La distance totale d'une isolation renforcée ou double peut être plus grande que 2 mm.

NOTE 2 Dans un système coordonné, les distances d'isolement au-dessus du minimum exigé ne sont pas nécessaires pour une tension de tenue aux chocs requise. Cependant, pour des raisons différentes de la coordination de l'isolement, il peut être nécessaire d'augmenter les distances d'isolement (par exemple pour des raisons mécaniques). Dans de tels cas, il convient que la tension d'essai reste fondée sur la tension assignée de tenue aux chocs du matériel, faute de quoi il pourrait se produire une contrainte anormale sur l'isolation solide associée.

Pour un matériel pourvu d'une double isolation où l'isolation principale et l'isolation supplémentaire ne peuvent pas être essayées séparément, le système d'isolation doit être traité comme une isolation renforcée.

NOTE 3 Lors du dimensionnement de distances d'isolement par rapport à des surfaces accessibles en matériau isolant, de telles surfaces sont supposées être recouvertes d'une feuille métallique. De plus amples détails peuvent être spécifiés par les comités d'études.

3.1.2.2 Homogeneous field conditions (case B of Table 2)

Values for clearances in Table 2 for case B are only applicable for homogeneous fields. They can only be used where the shape and arrangement of the conductive parts is designed to achieve an electric field having an essentially constant voltage gradient.

Clearances smaller than those for inhomogeneous field conditions require verification by a voltage withstand test (see 4.1.1 of Part 1).

NOTE For small values of clearances, the uniformity of the electric field can deteriorate in the presence of pollution, making it necessary to increase the clearances above the values of case B.

3.1.3 Altitude

As the dimensions in Table 2 and Table 3 are valid for altitudes up to 2 000 m above sea level, clearances for altitudes above 2 000 m shall be multiplied by the altitude correction factor specified in Table A.2 of Part 1.

NOTE The breakdown voltage of a clearance in air for a homogeneous field (withstand voltage in Table A.1 case B of Part 1) is, according to Paschen's Law, proportional to the product of the distance between electrodes and the atmospheric pressure. Therefore experimental data recorded at approximately sea level is corrected according to the difference in atmospheric pressure between 2 000 m and sea level. The same correction is made for inhomogeneous fields and for creepage distances with respect to flashover; see 3.2.1.2.3.

3.1.4 Dimensioning of clearances of functional insulation

Subclause 3.1.4 of Part 1 is applicable.

3.1.5 Dimensioning of clearances of basic, supplementary and reinforced insulation

Clearances of basic and supplementary insulation shall each be dimensioned as specified in Table 2 corresponding to

- the rated impulse voltage, according to 2.2.2.2 of Part 1 or 2.2.2.3.1 of Part 1, or
- the impulse withstand voltage requirements according to 2.2.2.3.2 of Part 1.

Clearances of reinforced insulation shall be dimensioned as specified in Table 2 corresponding to the rated impulse voltage, but one step higher in the preferred series of values in 2.1.1.2 of Part 1 than that specified for basic insulation. If the impulse withstand voltage required for basic insulation according to 2.2.2.3.2 of Part 1 is other than a value taken from the preferred series, reinforced insulation shall be dimensioned to withstand 160 % of the impulse withstand voltage required for basic insulation.

NOTE 1 The limitation to distances equal to or less than 2 mm applies to basic or supplementary insulation. The total distance of a reinforced or double insulation may be larger than 2 mm.

NOTE 2 In a coordinated system, clearances above the minimum required are unnecessary for a required impulse withstand voltage. However, it may be necessary, for reasons other than insulation coordination, to increase clearances (for example due to mechanical influences). In such instances, the test voltage is to remain based on the rated impulse voltage of the equipment, otherwise undue stress of associated solid insulation may occur.

For equipment provided with double insulation where basic insulation and supplementary insulation cannot be tested separately, the insulation system is considered as reinforced insulation.

NOTE 3 When dimensioning clearances to accessible surfaces of insulating material, such surfaces are assumed to be covered by metal foil. Further details can be specified by technical committees.

3.1.6 Distances de sectionnement

Voir la CEI 60364-5-537.

3.2 Dimensionnement des lignes de fuite

Le dimensionnement des lignes de fuite doit être réalisé en tenant compte de 3.2.1 et de ses paragraphes. Les valeurs obtenues au Tableau 4 pour le cheminement et au Tableau 5 pour le contournement sont comparées et la plus élevée des deux doit être choisie (voir schémas de dimensionnement à l'Annexe H).

3.2.1 Facteurs d'influence

Les facteurs d'influence suivants sont pris en compte pour le cheminement:

- tension selon 2.2.1 de la Partie 1 (voir aussi 3.2.1.1);
- degrés de pollution dans le micro-environnement (voir 2.5.1 de la Partie 1 et 3.2.1.2);
- orientation et emplacement de la ligne de fuite (voir 3.2.1.3 de la Partie 1);
- caractéristiques des matériaux isolants (voir 2.7.1).

Les facteurs d'influence suivants sont pris en compte pour le contournement à travers la surface du matériau isolant:

- tension selon 2.2.2 de la Partie 1 (voir aussi 3.2.1.1);
- niveaux d'humidité dans le micro-environnement (voir 2.5.1);
- caractéristiques des matériaux isolants (voir 2.7.1 et 2.7.5);
- orientation et emplacement de la ligne de fuite (voir 3.2.1.3 de la Partie 1);
- altitude. Les dimensions des lignes de fuite spécifiées au Tableau 5 donnent une capacité de tenue aux chocs suffisante pour le matériel destiné à être utilisé à des altitudes jusqu'à 2 000 m. Pour les matériels destinés à être utilisés à des altitudes supérieures, c'est 3.1.3 qui s'applique.

3.2.1.1 Tension

La base pour la détermination d'une ligne de fuite pour le cheminement est la valeur efficace à long terme de la tension qui existe à travers elle. Cette tension est

- la tension locale pour l'isolation fonctionnelle (voir 3.2.2);
- la tension assignée d'isolement ou la tension assignée pour l'isolation principale, supplémentaire ou renforcée (voir 3.2.3).

En ce qui concerne le contournement, la base pour la détermination d'une ligne de fuite est la valeur de crête de la tension correspondante selon le Tableau 5 (voir 3.2.1.2.3). La tension de crête est la valeur maximale de toute tension attendue à travers la ligne de fuite, qui est,

- pour l'isolation fonctionnelle, la valeur de crête maximale de toute tension attendue à travers la ligne de fuite, dans des conditions assignées pour le matériel;
- pour l'isolation principale directement exposée ou influencée de manière importante par les surtensions transitoires provenant du réseau d'alimentation (voir 2.2.2.2 de la Partie 1, 2.2.2.3.1 de la Partie 1 et 3.1.5) ou par des tensions de crête répétitives, la valeur de crête maximale selon toute caractéristique de tension du matériel;
- pour les autres isolations principales (voir 2.2.2.3.2 de la Partie 1), la valeur de crête maximale de toute tension qui peut apparaître dans le circuit;
- pour l'isolation renforcée, voir 3.2.3.

3.1.6 Isolating distances

See IEC 60364-5-537.

3.2 Dimensioning of creepage distances

The dimensioning of creepage distances shall be carried out taking into account 3.2.1 and its subclauses. The distance values obtained from Table 4 with respect to tracking and Table 5 with respect to flashover are compared and the largest shall be selected (see dimensioning diagrams in Annex H).

3.2.1 Influencing factors

The following influencing factors are taken into account with respect to tracking:

- voltage according to 2.2.1 of Part 1 (see also 3.2.1.1);
- pollution degrees within the micro-environment (see 2.5.1 of Part 1 and 3.2.1.2);
- orientation and location of creepage distance (see 3.2.1.3 of Part 1);
- characteristics of the insulating materials (see 2.7.1).

The following influencing factors are taken into account with respect to flashover across the surface of the insulating material:

- voltage according to 2.2.2 of Part 1 (see also 3.2.1.1);
- humidity levels within the micro-environment (see 2.5.1);
- characteristics of the insulating materials (see 2.7.1 and 2.7.5);
- orientation and location of creepage distance (see 3.2.1.3 of Part 1);
- altitude. The creepage dimensions specified in Table 5 give sufficient impulse withstand capability for equipment for use in altitudes up to 2 000 m. For equipment for use in higher altitudes, 3.1.3 applies.

3.2.1.1 Voltage

The basis for the determination of a creepage distance with regard to tracking is the long-term r.m.s. value of the voltage existing across it. This voltage is

- the working voltage for functional insulation (see 3.2.2);
- the rated insulation voltage or the rated voltage for basic, supplementary and reinforced insulation (see 3.2.3).

With regard to flashover, the basis for the determination of a creepage distance is the peak value of the relevant voltage according to Table 5 (see 3.2.1.2.3). The peak voltage is the maximum value of any voltage expected to occur across the creepage distance, which is

- for functional insulation, the maximum peak value of any voltage expected to occur across the creepage distance, under rated conditions of the equipment;
- for basic insulation directly exposed to or significantly influenced by transient overvoltages from the supply mains (see 2.2.2.2 of Part 1, 2.2.2.3.1 of Part 1 and 3.1.5) or by recurring peak voltages, the maximum peak value according to any of the voltage ratings of the equipment;
- for other basic insulation (see 2.2.2.3.2 of Part 1), the maximum peak value of any voltage that can occur in the circuit;
- for reinforced insulation, see 3.2.3.

3.2.1.2 Critères de dimensionnement relatifs aux conditions climatiques

L'influence des conditions climatiques dans le micro-environnement, en termes de niveaux d'humidité spécifiés en 2.5.3, est prise en compte au Tableau 5. Les critères suivants doivent être pris en compte pour le dimensionnement:

- résistance d'isolement minimale (voir 3.2.1.2.1);
- défaillance due au cheminement (voir 3.2.1.2.2);
- contournement (voir 3.2.1.2.3).

NOTE Dans un matériel, différentes conditions de micro-environnement peuvent exister.

3.2.1.2.1 Dimensionnement pour maintenir la résistance d'isolement

La résistance d'isolement est prise en compte pour le dimensionnement lorsqu'un courant de fuite maximal entre les parties actives ou entre les parties actives et une surface accessible du matériel est spécifiée par les comités d'études. La même chose s'applique pour l'isolation fonctionnelle lorsqu'une résistance d'isolement insuffisante pourrait conduire à un courant de fuite excessif empêchant un fonctionnement correct du matériel.

Des informations et des données pouvant servir de guide pour la conception du matériel sont données à l'Annexe F.

NOTE Les lignes de fuite ayant un tel dimensionnement ne sont pas susceptibles de donner lieu à un cheminement dans la mesure où l'énergie de toute scintillation est suffisamment faible et que l'IRC du matériau n'est pas applicable.

3.2.1.2.2 Dimensionnement pour éviter toute défaillance due au cheminement

Pour éviter toute défaillance due au cheminement, les lignes de fuite doivent être dimensionnées comme spécifié au Tableau 4.

Tableau 4 – Lignes de fuite pour éviter toute défaillance due au cheminement

Tension efficace ^a V	Lignes de fuite minimales ^b				
	Degré de pollution 1	Degré de pollution 2	Degré de pollution 3		
	Tous les groupes de matériaux	Tous les groupes de matériaux sauf IIIb	Groupe de matériau		
	mm	mm	I mm	II mm	IIIa mm
≤40	0,025	0,04	1,0	1,0	1,0
50	0,025	0,04	1,0	1,0	1,0
63	0,04	0,063	1,0	1,0	1,0
80	0,063	0,10	1,0	1,1	1,25
100	0,1	0,16	1,25	1,4	1,6
125	0,16	0,25	1,6	1,8	2,0
160	0,25	0,40	2,0	2,2 ^c	Voir Partie 1
200	0,4	0,63	Voir Partie 1	Voir Partie 1	
250	0,56	1,0			
320	0,75	1,6			
400	1,0	2,0			
500	1,3	Voir Partie 1			
630	1,8				
800	2,4 ^c				

3.2.1.2 Dimensioning criteria with respect to climatic conditions

The influence of the climatic conditions in the micro-environment, in terms of the humidity levels specified in 2.5.3, is taken into account in Table 5. The following criteria have to be considered for dimensioning:

- minimum insulation resistance (see 3.2.1.2.1);
- failure due to tracking (see 3.2.1.2.2);
- flashover (see 3.2.1.2.3);

NOTE In an equipment, different micro-environmental conditions can exist.

3.2.1.2.1 Dimensioning to maintain insulation resistance

The insulation resistance is taken into account for dimensioning when a maximum leakage current between live parts or between live parts and an accessible surface of equipment is specified by technical committees. The same applies for functional insulation when insufficient insulation resistance could lead to excessive leakage current impairing proper functioning of the equipment.

Guidance information and data for equipment design are given in Annex F.

NOTE Creepage distances having such dimensioning are not liable to track since the energy of any scintillations is sufficiently low and the CTI of the material is not relevant.

3.2.1.2.2 Dimensioning to avoid failure due to tracking

In order to avoid failure due to tracking, creepage distances shall be dimensioned as specified in Table 4.

Table 4 – Creepage distances to avoid failure due to tracking

Voltage r.m.s. _a V	Minimum creepage distances ^b				
	Pollution degree 1	Pollution degree 2	Pollution degree 3		
	All material groups	All material groups, except IIIb	Material group		
	mm	mm	I mm	II mm	IIIa mm
≤40	0,025	0,04	1,0	1,0	1,0
50	0,025	0,04	1,0	1,0	1,0
63	0,04	0,063	1,0	1,0	1,0
80	0,063	0,10	1,0	1,1	1,25
100	0,1	0,16	1,25	1,4	1,6
125	0,16	0,25	1,6	1,8	2,0
160	0,25	0,40	2,0	2,2 ^c	See Part 1
200	0,4	0,63	See Part 1	See Part 1	
250	0,56	1,0			
320	0,75	1,6			
400	1,0	2,0			
500	1,3	See Part 1			
630	1,8				
800	2,4 ^c				

Table 4 (suite)

^a La tension est – pour l'isolation fonctionnelle, la tension locale; – pour l'isolation principale et supplémentaire du circuit alimenté directement par le réseau (voir 2.2.1.1.1 de la Partie 1), la tension provenant du Tableau 3a de la Partie 1 ou du Tableau 3b de la Partie 1, fondée sur la tension assignée du matériel ou la tension assignée d'isolement; – pour l'isolation principale et supplémentaire des systèmes, matériels et circuits internes non alimentés directement par le réseau (voir 2.2.1.1.2 de la Partie 1), la tension efficace la plus élevée qui peut apparaître dans le système, l'équipement ou circuit interne, lorsqu'ils sont alimentés en tension assignée et qu'ils fonctionnent avec la combinaison la plus onéreuse des conditions des caractéristiques du matériel. ^b Pour les matériaux isolants qui ne donnent pas lieu à des cheminements, par exemple le verre, la céramique ou d'autres matériaux isolants inorganiques, les lignes de fuite n'ont pas à être supérieures à leur distance d'isolement associée pour la coordination d'isolement. Les dimensions du Tableau 2 pour les conditions de champ hétérogène sont appropriées. Cependant, le comportement en ce qui concerne le contournement doit être pris en compte selon 3.2.1.2.3. ^c Ces valeurs sont incluses pour permettre l'interpolation de la tension assignée d'un pas inférieur à une valeur correspondant à 2 mm.

3.2.1.2.3 Dimensionnement pour éviter le contournement

Pour éviter un contournement le long de la surface du matériau isolant, il est nécessaire de procéder au dimensionnement des lignes de fuite selon le Tableau 5.

Pour HL 1, le dimensionnement selon les distances d'isolement du Tableau 2 et du Tableau 3 est applicable.

Si les lignes de fuite dimensionnées selon le Tableau 5 subissent des contraintes avec des tensions en régime permanent de plus d'environ 500 V (crête), des décharges partielles (effluves dans l'air) sont susceptibles de se produire. En ce qui concerne les décharges partielles, les matériaux isolants sont classés selon les groupes d'adsorption d'eau (voir 3.2.1.2.4).

NOTE Les décharges partielles sur la surface poluée du matériau isolant sont dues aux micro-perturbations locales de la distribution de champ dans la couche de surface. Ces décharges partielles (effluves dans l'air) sont différentes des décharges partielles à l'intérieur de l'isolation solide et ont un niveau de seuil plus faible de 500 V (crête) par rapport à 700 V (crête) pour les décharges partielles à l'intérieur de l'isolation solide.

Les dimensions du Tableau 5 sont valables pour des altitudes atteignant jusqu'à 2 000 m inclus au-dessus du niveau de la mer; on détermine les dimensions des lignes de fuite pour éviter le contournement pour des altitudes de plus de 2 000 m en multipliant les valeurs du Tableau 5 par le facteur de correction d'altitude spécifié au Tableau A.2 de la Partie 1.

Table 4 (continued)

a	This voltage is – for functional insulation, the working voltage; – for basic and supplementary insulation of the circuit energized directly from the supply mains (see 2.2.1.1.1 of Part 1), the voltage rationalised from Table 3a of Part 1 or Table 3b of Part 1, based on the rated voltage of the equipment, or the rated insulation voltage; – for basic and supplementary insulation of systems, equipment and internal circuits not energised directly from the supply mains (see 2.2.1.1.2 of Part 1), the highest r.m.s. voltage which can occur in the system, equipment or internal circuit, when supplied at rated voltage and operating under the most onerous combination of conditions within equipment rating.
b	For insulating materials, that do not track, e.g. glass, ceramics or other inorganic insulating materials, creepage distances need not be greater than their associated clearance for the purpose of insulation coordination. The dimensions of Table 2 for inhomogeneous field conditions are appropriate. However, the behaviour with regard to flashover shall be taken into account according to 3.2.1.2.3.
c	These values are included to allow interpolation of the r.m.s. voltage from one step lower to a value corresponding to 2 mm.

3.2.1.2.3 Dimensioning to avoid flashover

In order to avoid flashover along the surface of the insulating material, dimensioning of creepage distances according to Table 5 is required.

For HL 1, dimensioning according to the clearances of Table 2 and Table 3 is applicable.

If creepage distances dimensioned according to Table 5 are stressed with steady-state voltages in excess of approximately 500 V (peak), partial discharges (corona) may be expected. With respect to partial discharges, insulating materials are ranked in accordance with the water adsorption groups (see 3.2.1.2.4).

NOTE Partial discharges at the polluted surface of the insulating material are caused by local micro-disturbances of the field distribution in the surface layer. These partial discharges (corona) are different from partial discharges inside solid insulation and have a lower inception level of 500 V (peak) compared to 700 V (peak) for partial discharges inside solid insulation.

The dimensions in Table 5 are valid for altitudes up to and including 2 000 m above sea level; creepage dimensions to avoid flashover for altitudes above 2 000 m are determined by multiplying the values in Table 5 by the altitude correction factor specified in Table A.2 of Part 1.

Tableau 5 – Lignes de fuite pour éviter le contournement

Tension de crête ^a kV	Lignes de fuite minimales dans l'air jusqu'à 2 000 m au-dessus du niveau de la mer							
	Niveau d'humidité							
	HL 2				HL 3			
	Groupe d'adsorption d'eau				Groupe d'adsorption d'eau			
	Matériaux WAG 1 mm	Matériaux WAG 2 mm	Matériaux WAG 3 mm	Matériaux WAG 4 mm	Matériaux WAG 1 mm	Matériaux WAG 2 mm	Matériaux WAG 3 mm	Matériaux WAG 4 mm
0,10					0,03	0,042	0,055	0,095
0,12	0,02	0,022	0,024	0,025	0,037	0,053	0,07	0,115
0,15	0,028	0,029	0,032	0,035	0,05	0,07	0,09	0,15
0,20	0,043	0,046	0,049	0,052	0,075	0,105	0,13	0,20
0,25	0,06	0,065	0,07	0,075	0,10	0,14	0,17	0,26
0,33	0,09	0,09	0,1	0,11	0,14	0,19	0,23	0,34
0,40	0,12	0,13	0,14	0,15	0,19	0,24	0,30	0,44
0,50	0,17	0,18	0,20	0,22	0,26	0,32	0,39	0,56
0,60	0,23	0,26	0,29	0,32	0,33	0,41	0,50	0,70
0,80	0,35	0,41	0,47	0,54	0,47	0,58	0,69	0,95
1,0	0,50	0,57	0,64	0,72	0,63	0,76	0,90	1,2
1,2	0,68	0,76	0,84	0,93	0,82	0,96	1,1	1,5
1,5	0,93	1,02	1,11	1,2	1,1	1,3	1,5	2,0
2,0	1,4	1,53	1,66	1,8	1,6	1,8	2,0	
2,5	1,9	2,1 b	2,25 b	2,4 b	2,1 b	2,4 b		
3,0	2,5 b							

^a La tension est

- pour l'isolation fonctionnelle:
la valeur de crête maximale de toute tension attendue à travers la ligne de fuite, dans des conditions assignées pour le matériel;
- pour l'isolation principale directement exposée ou influencée de manière importante par les surtensions provenant du réseau d'alimentation (voir 2.2.2.2 de la Partie 1, 2.2.2.3.1 de la Partie 1 et 3.1.5) ou par les tensions de crête répétitives:
la valeur de crête maximale selon toute caractéristique de tension du matériel;
- pour les autres isolations principales (voir 2.2.2.3.2 de la Partie 1):
la valeur de crête maximale de toute tension qui peut apparaître dans le circuit;
- pour l'isolation renforcée, voir 3.2.3.

^b Ces valeurs sont données pour permettre l'interpolation de la tension de crête à partir d'un niveau inférieur à la valeur correspondant à 2 mm.

3.2.1.2.4 Groupes d'adsorption d'eau

Les caractéristiques d'adsorption d'eau des matériaux isolants sont identifiées dans les groupes d'adsorption. Les matériels suivants ont été classifiés jusqu'à maintenant comme suit:

- **WAG 1:** matériaux qui n'ont pas présenté une réduction de l'humidité relative critique avec la ligne de fuite.
 - résine polyester (thermodurci), type 802;
 - résine mélamine, type 150.

Table 5 – Creepage distances to avoid flashover

Peak voltage ^a kV	Minimum creepage distances in air up to 2 000 m above sea level							
	Humidity level							
	HL 2				HL 3			
	Water adsorption group				Water adsorption group			
	WAG 1 materials mm	WAG 2 materials mm	WAG 3 materials mm	WAG 4 materials mm	WAG 1 materials mm	WAG 2 materials mm	WAG 3 materials mm	WAG 4 materials mm
0,10					0,03	0,042	0,055	0,095
0,12	0,02	0,022	0,024	0,025	0,037	0,053	0,07	0,115
0,15	0,028	0,029	0,032	0,035	0,05	0,07	0,09	0,15
0,20	0,043	0,046	0,049	0,052	0,075	0,105	0,13	0,20
0,25	0,06	0,065	0,07	0,075	0,10	0,14	0,17	0,26
0,33	0,09	0,09	0,1	0,11	0,14	0,19	0,23	0,34
0,40	0,12	0,13	0,14	0,15	0,19	0,24	0,30	0,44
0,50	0,17	0,18	0,20	0,22	0,26	0,32	0,39	0,56
0,60	0,23	0,26	0,29	0,32	0,33	0,41	0,50	0,70
0,80	0,35	0,41	0,47	0,54	0,47	0,58	0,69	0,95
1,0	0,50	0,57	0,64	0,72	0,63	0,76	0,90	1,2
1,2	0,68	0,76	0,84	0,93	0,82	0,96	1,1	1,5
1,5	0,93	1,02	1,11	1,2	1,1	1,3	1,5	2,0
2,0	1,4	1,53	1,66	1,8	1,6	1,8	2,0	
2,5	1,9	2,1 ^b	2,25 ^b	2,4 ^b	2,1 ^b	2,4 ^b		
3,0	2,5 ^b							
^a This voltage is – for functional insulation: the maximum peak value of any voltage expected to occur across the creepage distance, under rated conditions of the equipment; – for basic insulation directly exposed to or significantly influenced by overvoltages from the supply mains (see 2.2.2.2 of Part 1, 2.2.2.3.1 of Part 1 and 3.1.5) or by recurring peak voltages: the maximum peak value according to any of the voltage ratings of the equipment; – for other basic insulation (see 2.2.2.3.2 of Part 1): the maximum peak value of any voltage that can occur in the circuit; – for reinforced insulation, see 3.2.3. ^b These values are included to allow interpolation of the peak voltage from one step lower to a value corresponding to 2 mm.								

3.2.1.2.4 Water adsorption groups

The water adsorption characteristics of insulating materials are identified in water adsorption groups. The following materials have been classified until now:

- **WAG 1:** materials that have not shown a reduction of the critical relative humidity with the creepage distance.
 - polyester resin (thermoset), type 802;
 - melamine resin, type 150.

- **WAG 2:** matériaux qui n'ont pas présenté une réduction de l'humidité relative critique pour des lignes de fuite de 1 mm ou plus.
 - résine phénolique, type 31.5;
 - polycarbonate.
- **WAG 3:** matériaux qui n'ont pas présenté une réduction de l'humidité relative critique pour des lignes de fuite de 2,5 mm ou plus.
 - stratifié en verre époxy FR4;
 - stratifié en verre époxy à film en polyimide FR4;
 - stratifié papier à résine phénolique FR2;
 - polybutylène – téréphtalate.
- **WAG 4:** matériaux qui n'ont pas présenté une réduction de l'humidité relative critique pour des lignes de fuite de 6,3 mm ou plus.
 - céramique (97 % Al_2O_3 , non émaillé);
 - stratifié en polyester GPO III.

3.2.1.3 Orientation et emplacement d'une ligne de fuite

Le Paragraphe 3.2.1.3 de la Partie 1 est applicable.

3.2.1.4 Forme de la surface isolante

Non applicable.

3.2.1.5 Relation avec la distance d'isolement

Les lignes de fuite doivent être dimensionnées tel que spécifié au Tableau 4 en ce qui concerne le cheminement et au Tableau 5 en ce qui concerne le contournement, la plus élevée des valeurs étant utilisée. La ligne de fuite résultante ne peut pas être inférieure à sa distance d'isolement associée de telle sorte que la ligne de fuite la plus courte possible est égale à la distance d'isolement requise.

Les lignes de fuite inférieures à celles requises au Tableau 2 pour les conditions de champ hétérogène ne peuvent être utilisées que dans les conditions HL 1 et HL 2 lorsque la ligne de fuite peut tenir la tension requise pour la distance d'isolement associée. Pour l'application dans les conditions HL 2, l'essai de choc doit être réalisé dans des conditions humides.

NOTE Une procédure d'essai pour les conditions HL 2 est décrite dans l'Annexe informative I.

3.2.2 Dimensionnement des lignes de fuite de l'isolation fonctionnelle

Les lignes de fuite de l'isolation fonctionnelle doivent être dimensionnées comme spécifié au Tableau 4 pour le cheminement et au Tableau 5 pour le contournement, la valeur la plus élevée étant utilisée.

NOTE Lorsque la tension locale est utilisée pour le dimensionnement, il peut être approprié d'interpoler les valeurs pour les tensions intermédiaires.

3.2.3 Dimensionnement des lignes de fuite de l'isolation principale, supplémentaire et renforcée

Les lignes de fuite de l'isolation principale et supplémentaire doivent être choisies au Tableau 4 pour le cheminement et au Tableau 5 pour le contournement, la valeur la plus élevée étant utilisée. Les tensions utilisées pour le dimensionnement au Tableau 4 et au Tableau 5 sont spécifiées en 3.2.1.1.

NOTE 1 Pour l'isolation supplémentaire, le niveau d'humidité, le matériau isolant, les contraintes mécaniques et les conditions d'environnement de l'utilisation peuvent être différents de ceux pour l'isolation principale.

- **WAG 2:** materials that have not shown a reduction of the critical relative humidity for creepage distances of 1 mm and above.
 - phenolic resin, type 31.5;
 - polycarbonate.
- **WAG 3:** materials that have not shown a reduction of the critical relative humidity for creepage distances of 2,5 mm and above.
 - glass-epoxy laminate FR4;
 - polyimide film laminated to glass-epoxy laminate FR4;
 - phenolic resin paper laminate FR2;
 - polybutylenterephthalate.
- **WAG 4:** materials that have not shown a reduction of the critical relative humidity for creepage distances of 6,3 mm and above.
 - ceramic (97 % Al_2O_3 , unglazed);
 - polyester laminate GPO III.

3.2.1.3 Orientation and location of a creepage distance

Subclause 3.2.1.3 of Part 1 is applicable.

3.2.1.4 Shape of insulating surface

Not applicable.

3.2.1.5 Relationship to clearance

Creepage distances shall be dimensioned as specified in Table 4 with respect to tracking and in Table 5 with respect to flashover, the higher value being used. The resulting creepage distance cannot be less than the associated clearance, so that the shortest creepage distance possible is equal to the required clearance.

Creepage distances less than the clearances required by Table 2 for inhomogeneous field conditions may only be used under conditions of HL 1 and HL 2 when the creepage distance can withstand the voltage required for the associated clearance. For application in HL 2 conditions, the impulse test has to be carried out under humid conditions.

NOTE A test procedure for HL 2 conditions is described in the informative Annex I.

3.2.2 Dimensioning of creepage distances of functional insulation

Creepage distances of functional insulation shall be dimensioned as specified in Table 4 with respect to tracking and in Table 5 with respect to flashover, the higher value being used.

NOTE When the working voltage is used for dimensioning, it may be appropriate to interpolate values for intermediate voltages.

3.2.3 Dimensioning of creepage distances of basic, supplementary and reinforced insulation

Creepage distances of basic insulation and supplementary insulation shall be selected from Table 4 with respect to tracking and Table 5 with respect to flashover, the higher value being used. The voltages used for dimensioning in Table 4 and Table 5 are specified 3.2.1.1.

NOTE 1 For supplementary insulation, the humidity level, insulating material, mechanical stresses and environmental conditions of use may be different from those for basic insulation.

Les lignes de fuite de la double isolation sont la somme des valeurs de l'isolation principale et de l'isolation supplémentaire qui composent le système à double isolation.

L'isolation renforcée doit être dimensionnée selon deux fois la ligne de fuite spécifiée pour l'isolation principale.

NOTE 2 La limitation à des distances égales ou inférieures à 2 mm s'applique à l'isolation principale ou supplémentaire. La distance totale d'une isolation renforcée ou double peut être plus grande que 2 mm.

NOTE 3 Lorsqu'on dimensionne les lignes de fuite selon les surfaces accessibles du matériau isolant, de telles surfaces sont supposées être recouvertes par une feuille métallique. D'autres détails peuvent être spécifiés par les comités d'études.

3.3 Prescriptions pour l'isolation solide

Le Paragraphe 3.3 de la Partie 1 est applicable.

4 Essais et mesures

L'Article 4 de la Partie 1 est applicable sauf si spécifié différemment ci-dessous.

4.1 Essais

Les procédures d'essai suivantes s'appliquent à l'essai de type, de telle sorte qu'une détérioration possible de l'échantillon d'essai puisse être tolérée. On suppose qu'une nouvelle utilisation de l'échantillon d'essai n'est pas prévue.

NOTE 1 Si une nouvelle utilisation de l'échantillon d'essai est prévue ou exigée, cela nécessite une considération particulière de la part du comité d'études. Dans de tels cas il conviendrait que tout essai à haute tension soit combiné avec une mesure de décharge partielle conformément à 4.1.2.4 de la Partie 1 et à l'Annexe C de la Partie 1.

Les contraintes occasionnées par des surtensions transitoires sont évaluées par la tension d'essai de chocs, auquel peut être substitué un essai de tension en alternatif ou un essai de tension en continu. Les distances d'isolement supérieures à celles du cas A du Tableau 2 peuvent être vérifiées par la mesure ou par un essai de tension. Si elles sont inférieures aux valeurs du cas A du Tableau 2, elles doivent être vérifiées par un essai de tension. Dans tous les cas l'aptitude de l'isolation solide à résister à des surtensions transitoires doit être vérifiée par un essai de tension.

NOTE 2 Alors qu'il est possible de substituer à une tension d'essai de chocs un essai de tension en alternatif ou un essai de tension en continu, il n'est en principe pas possible de substituer à un essai de tension en alternatif une tension d'essai de chocs. Les principales raisons en sont les modes de propagation différents des tensions de tenue aux chocs comparés aux tensions de tenue à fréquence industrielle, spécialement dans les circuits complexes, et les exigences de procéder aux essais d'isolation solide avec des tensions de durée supérieure.

4.1.1 Essai pour la vérification des distances dans l'air

4.1.1.1 Généralités

Lorsqu'un matériel électrique est soumis à des essais diélectriques pour vérifier les distances dans l'air, l'essai doit être en accord avec les prescriptions de tension de tenue spécifiées en 3.1. L'essai approprié pour la vérification des distances dans l'air est la tension d'essai de chocs, mais, comme indiqué en 3.1.2, une tension d'essai de chocs n'est exigée que pour les distances dans l'air inférieures à celles des valeurs du cas A du Tableau 2. En vérifiant les distances dans l'air dans un équipement par une tension d'essai de chocs, il est nécessaire de s'assurer que la tension spécifiée de tenue aux chocs apparaît à la distance d'isolement.

NOTE 1 L'essai diélectrique des distances dans l'air contraindra aussi l'isolation solide associée.

NOTE 2 La relation entre distances dans l'air et lignes de fuite est donnée en 3.2.1.5.

NOTE 3 Pour tester un équipement complet, voir 4.1.1.3 de la Partie 1.

Creepage distances of double insulation are the sum of the values of the basic insulation and supplementary insulation which compose the double insulation system.

Reinforced insulation shall be dimensioned corresponding to twice the creepage distance specified for basic insulation.

NOTE 2 The limitation to distances equal to or less than 2 mm applies to basic or supplementary insulation. The total distance of a reinforced or double insulation may be larger than 2 mm.

NOTE 3 When dimensioning creepage distances to accessible surfaces of insulating material, such surfaces are assumed to be covered by metal foil. Further details can be specified by technical committees.

3.3 Requirements for design of solid insulation

Clause 3.3 of Part 1 is applicable.

4 Tests and measurements

Clause 4 of Part 1 is applicable if not specified otherwise below.

4.1 Tests

The following test procedures apply to type testing, so that a possible deterioration of the test specimen may be tolerated. It is assumed that further use of the test specimen is not intended.

NOTE 1 If further use of the test specimen is intended or required, particular consideration is necessary by the technical committee. In such cases, any high-voltage test should be combined with a partial discharge measurement according to 4.1.2.4 of Part 1 and Annex C of Part 1.

The stresses caused by transient overvoltages are assessed by the impulse voltage test, which may be substituted by an a.c. voltage test or a d.c. voltage test. Clearances larger than case A of Table 2 may be verified by measurement or by a voltage test. If they are smaller than the values of case A of Table 2, they have to be verified by a voltage test. In any case the ability of solid insulation to withstand transient overvoltages shall be verified by a voltage test.

NOTE 2 Whereas it is possible to substitute an impulse voltage test by an a.c. voltage test or by a d.c. voltage test, it is in principle not possible to substitute an a.c. voltage test by an impulse voltage test. The main reasons for this are the different propagation of the impulse voltages compared to power frequency voltages, especially in complex circuits, and the requirement to test solid insulation with voltages of longer duration.

4.1.1 Test for verification of clearances

4.1.1.1 General

When electrical equipment is subjected to electric tests for verifying clearances, the test shall be in accordance with withstand voltage requirements specified in 3.1. The appropriate test for the verification of clearances is the impulse voltage test, but as stated in 3.1.2, an impulse voltage test is only required for clearances smaller than case A values of Table 2. When verifying clearances within equipment by an impulse voltage test, it is necessary to ensure that the specified impulse voltage appears at the clearance.

NOTE 1 The electric testing of clearances will also stress the associated solid insulation.

NOTE 2 The relationship between clearances and creepage distances is given in 3.2.1.5.

NOTE 3 For testing complete equipment, see 4.1.1.3 of Part 1.

4.1.1.2 Tensions d'essai

Le Paragraphe 4.1.1.2 de la Partie 1 s'applique, à l'exception de 4.1.1.2.1.1.

4.1.1.2.1.1 Choix de la tension d'essai de choc

Si un essai diélectrique pour la coordination de l'isolement du matériel relativement aux distances dans l'air est exigé (pour des distances dans l'air inférieures à celles du cas A comme spécifié au Tableau 2), le matériel doit être essayé avec des tensions d'essai de choc correspondant à sa tension assignée de tenue aux chocs spécifiée conformément à 2.2.2 de la Partie 1. Les tensions d'essai de choc du Tableau 5 de la Partie 1 sont applicables.

Les comités d'études peuvent spécifier des valeurs de température et d'humidité pour les conditions d'essai.

Il convient que les comités d'études étudient si des essais sur prélèvement ou des essais de série doivent être effectués en complément aux essais de type.

4.1.1.3 Exécutions d'essais diélectriques sur un équipement complet

Le Paragraphe 4.1.1.3 de la Partie 1 s'applique.

4.1.2 Essais électriques pour l'isolation solide

Le Paragraphe 4.1.2 de la Partie 1 s'applique.

4.2 Mesure des lignes de fuite et des distances d'isolement

Le Paragraphe 4.2 de la Partie 1 s'applique avec l'exception que pour le but de la présente norme seuls les exemples 1, 5, et 11 s'appliquent.

4.1.1.2 Test voltages

Subclause 4.1.1.2 of Part 1 apply with the exception of 4.1.1.2.1.1.

4.1.1.2.1.1 Selection of impulse test voltage

If an electric test for insulation coordination of equipment in respect to clearances is required (for clearances smaller than case A as specified in Table 2), the equipment shall be tested with the impulse test voltage corresponding to the rated impulse voltage specified in accordance with 2.2.2 of Part 1. The impulse test voltages of Table 5 of Part 1 apply.

For the test conditions, technical committees may specify temperature and humidity values.

Technical committees should consider whether sampling tests or routine tests have to be carried out in addition to type tests.

4.1.1.3 Performing dielectric tests on complete equipment

Subclause 4.1.1.3 of Part 1 applies.

4.1.2 Electric tests for solid insulation

Subclause 4.1.2 of Part 1 applies.

4.2 Measurement of creepage distances and clearances

Subclause 4.2 of Part 1 applies with the exception that for the purpose of this standard only the examples 1, 5, and 11 apply.

Annexe A
(informative)

**Données fondamentales des caractéristiques de tenue
des distances d'isolement**

L'Annexe A de la Partie 1 s'applique.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60664-5:2003

Withdrawn

Annex A
(informative)

Basic data on withstand characteristics of clearances

Annex A of Part 1 applies.

Withstand24h
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60664-5:2003

Annexe B
(informative)

**Tensions nominales des réseaux d'alimentation pour différents
modes de contrôle de surtensions**

L'Annexe B de la Partie 1 s'applique.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60664-5:2003

Withdrawn

Annex B
(informative)

**Nominal voltages of supply systems for different modes
of overvoltage control**

Annex B of Part 1 applies.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60664-5:2003

Withdrawn

Annexe C
(informative)

Méthodes d'essai de décharge partielle

L'Annexe C de la Partie 1 s'applique.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60664-5:2003

Withd2M

Annex C
(informative)

Partial discharge test methods

Annex C of Part 1 applies.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60664-5:2003

Withdrawn

Annexe D
(informative)

**Informations complémentaires sur les méthodes d'essai
de décharges partielles**

L'Annexe D de la Partie 1 s'applique.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60664-5:2003

Withdrawn

Annex D (informative)

Additional information on partial discharge test methods

Annex D of Part 1 applies.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60664-5:2003

Withdrawn

Annexe E
(informative)

**Comparaison entre les lignes de fuite spécifiées au Tableau 4
et les distances d'isolement du Tableau A.1**

L'Annexe E de la Partie 1 s'applique.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60664-5:2003

Withdrawn

Annex E
(informative)

**Comparison of creepage distances specified in Table 4
and clearances in Table A.1**

Annex E of Part 1 applies.

Withd 2011
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60664-5:2003

Annexe F (informative)

Dimensionnement pour maintenir la résistance d'isolement minimale

F.1 Introduction

La présente annexe donne des informations sur le dimensionnement des lignes de fuite afin de maintenir une résistance d'isolement adéquate pour les tensions efficaces jusqu'à 10 000 V, renvoyant à des lignes de fuite jusqu'à 250 mm. Ces informations sont données, bien que le domaine d'application soit limité aux distances jusqu'à 2 mm dans la mesure où cette caractéristique de ligne de fuite est fondée sur les niveaux d'humidité et non sur les degrés de pollution.

F.2 Corrélation entre la résistance d'isolement minimale et les niveaux d'humidité

La conformité avec le courant de fuite maximal spécifié ou les prescriptions de résistance d'isolement minimale peut être vérifiée en utilisant les valeurs de résistance du Tableau F.1, en tenant compte de l'humidité relative maximale à attendre à la surface de l'isolation. Les valeurs du Tableau F.1 sont fondées sur les données de recherche pour les lignes de fuite données au Tableau F.2 entre conducteurs parallèles ayant une longueur de 50 mm. Pour les autres dimensions longitudinales, on peut estimer que la résistance d'isolement a une relation inversement proportionnelle.

Les valeurs du Tableau F.1 montrent la relation entre les niveaux d'humidité et l'humidité relative du micro-environnement et sont valables tant qu'il n'y a pas de condensation à la surface de l'isolation.

Tableau F.1 – Résistance d'isolement minimale

Niveau d'humidité	Humidité relative		Résistance d'isolement minimale Ω
	en continu %	de courte durée %	
HL 2 ^a	≤ 75	≤ 75	$> 10^6$
HL 2	≤ 75	≤ 85	$> 10^5$
HL 3	≤ 95	≤ 95	$> 10^4$

NOTE 1 Une humidité relative supérieure à 95 % qui existe pendant une longue période peut donner lieu à une réduction plus importante de la résistance d'isolement. Cependant, en général, la résistance d'isolement restera supérieure à $10^3 \Omega$.

NOTE 2 Les valeurs pour la résistance d'isolement minimale s'appliquent aux conditions du cas le plus défavorable. Les valeurs moyennes minimales sont au moins à un niveau de grandeur supérieur.

NOTE 3 Les résultats d'essai montrent que la résistance d'isolement sera réduite d'environ deux niveaux si l'humidité relative est portée de 50 % à 75 %. L'augmentation de l'humidité relative de 75 % à 95 % réduira encore la résistance d'isolement d'environ deux niveaux.

^a La résistance d'isolement minimale $> 10^6 \Omega$ peut seulement être maintenue dans la condition HL 2 si l'humidité relative ne dépasse pas 75 % même sur de courtes durées.

Annex F (informative)

Dimensioning to maintain minimum insulation resistance

F.1 Introduction

This annex gives information on the dimensioning of creepage distances in order to maintain adequate insulation resistance for r.m.s. voltages up to 10 000 V, which relate to creepage distances up to 250 mm. This information is given, although the scope is limited to distances up to 2 mm since this characteristic of creepage distance is based on humidity levels and not on pollution degrees.

F.2 Correlation between minimum insulation resistance and humidity levels

Compliance with specified maximum leakage current or minimum insulation resistance requirements can be checked using resistance values of Table F.1, taking into account the maximum relative humidity to be expected at the surface of the insulation. The values of Table F.1 are based on research data for creepage distances given in Table F.2 between parallel conductors having a length of 50 mm. For other longitudinal dimensions, the insulation resistance can be assumed to have an inversely proportional relationship.

The values of Table F.1 show the relationship between humidity levels and relative humidity of the micro-environment and are valid as long as there is no condensation on the surface of the insulation.

Table F.1 – Minimum insulation resistance

Humidity level	Relative humidity		Minimum insulation resistance Ω
	continuously %	short time %	
HL 2 ^a	≤75	≤75	>10 ⁶
HL 2	≤75	≤85	>10 ⁵
HL 3	≤95	≤95	>10 ⁴
NOTE 1 A relative humidity higher than 95 % that exists for an extended period can result in a further reduction of the insulation resistance. In general, however, the insulation resistance will remain above 10 ³ Ω .			
NOTE 2 The values for the minimum insulation resistance apply to worst case conditions. The average minimum values are at least one order of magnitude higher.			
NOTE 3 Test results show that the insulation resistance will be reduced by about two orders of magnitude if the relative humidity is increased from 50 % to 75 %. Increasing the relative humidity from 75 % to 95 % will further reduce the insulation resistance by about two orders of magnitude.			
^a The minimum insulation resistance of >10 ⁶ Ω can only be maintained under the condition of HL 2 if the relative humidity does not exceed 75 % even for short times.			

F.3 Dimensionnement

Les dimensions du Tableau F.2 et du Tableau 5 s'appliquent à l'humidité la plus élevée spécifiée au Tableau F.1. Une humidité supérieure à 95 % ou de la condensation, lorsqu'une tension est appliquée à travers la ligne de fuite, donnera une résistance d'isolement amoindrie en permanence.

Les dimensions minimales pour les lignes de fuite au Tableau F.2 ont été déterminées par évaluation des données collectées systématiquement et calculées pour une durée de vie du matériel estimée à au moins 15 ans sous contrainte continue de tension.

**Tableau F.2 – Lignes de fuite
pour maintenir la résistance d'isolement minimale**

Tension efficace ^a V	Lignes de fuite minimales			
	Niveau d'humidité			
	HL 2 tension continue mm	HL 2 tension alternative mm	HL 3 tension continue mm	HL 3 tension alternative ^b mm
≤40			1	1
50			1	1,25
63	0,16	0,16	1	1,6
80	0,19	0,19	1,2	2
100	0,22	0,22	1,4	2,5
125	0,25	0,27	1,6	3,1
160	0,3	0,42	1,9	4
200	0,35	0,66	2,2	5
250	0,4	1	2,5	6,3
320	0,63	1,6	3,2	8 ^c
400	1	2,5	4	10
500	1,5	4	5	12,5
630	2,5	6,3	6,3	16
800	4 ^c	8 ^c	8 ^c	20
1 000	5	10	10	25
1 250	6,3	12,5	12,5	32
1 600	8	16	16	40
2 000	10	20	20	50
2 500	12,5	25	25	63
3 200	16	32	32	80
4 000	20	40	40	100
5 000	25	50	50	125
6 300	32	63	63	160
8 000	40	80	80	200
10 000	50	100	100	250

F.3 Dimensioning

The dimensions in Table F.2 and Table 5 apply for the highest humidity specified in Table F.1. Humidity above 95 %, or condensation, while voltage is applied across the creepage distance, will lead to a permanently decreased insulation resistance.

The minimum dimensions for creepage distances in Table F.2 have been assessed by evaluation of systematically collected data and calculated for an anticipated lifetime of equipment of at least 15 years under continuous voltage stress.

**Table F.2 – Creepage distances
to maintain minimum insulation resistance**

Voltage r.m.s. ^a V	Minimum creepage distances			
	Humidity level			
	HL 2 d.c. voltage mm	HL 2 a.c. voltage mm	HL 3 d.c. voltage mm	HL 3 a.c. voltage ^b mm
≤40			1	1
50			1	1,25
63	0,16	0,16	1	1,6
80	0,19	0,19	1,2	2
100	0,22	0,22	1,4	2,5
125	0,25	0,27	1,6	3,1
160	0,3	0,42	1,9	4
200	0,35	0,66	2,2	5
250	0,4	1	2,5	6,3
320	0,63	1,6	3,2	8 ^c
400	1	2,5	4	10
500	1,5	4	5	12,5
630	2,5	6,3	6,3	16
800	4 ^c	8 ^c	8 ^c	20
1 000	5	10	10	25
1 250	6,3	12,5	12,5	32
1 600	8	16	16	40
2 000	10	20	20	50
2 500	12,5	25	25	63
3 200	16	32	32	80
4 000	20	40	40	100
5 000	25	50	50	125
6 300	32	63	63	160
8 000	40	80	80	200
10 000	50	100	100	250

Tableau F.2 (suite)

^a La tension est

- pour l'isolation fonctionnelle:
la tension locale;
- pour l'isolation principale et supplémentaire des circuits alimentés directement par le réseau (voir 2.2.1.1.1 de la Partie 1):
la tension provenant du Tableau 3a de la Partie 1 ou du Tableau 3b de la Partie 1, sur la base de la tension assignée du matériel,
ou la tension assignée d'isolement;
- pour l'isolation principale et supplémentaire des systèmes, matériels et circuits internes alimentés directement par le réseau (voir 2.2.1.1.2 de la Partie 1):
la tension efficace la plus élevée qui peut apparaître dans le système, le matériel ou le circuit interne alimentés en tension assignée et dans la condition la plus onéreuse de conditions de fonctionnement dans les limites des caractéristiques de fonctionnement du matériel.

^b Il convient de ne pas utiliser le stratifié en verre époxy (FR4) et le polycarbonate dans ces conditions.

^c Ces valeurs et celles pour des tensions plus élevées ont été déterminées par extrapolation linéaire des données de recherche.

Table F.2 (*continued*)

^a This voltage is

- for functional insulation:
the working voltage;
- for basic and supplementary insulation of circuits energised directly from the supply mains (see 2.2.1.1.1 of Part 1):
the voltage rationalised through Table 3a of Part 1 or Table 3b of Part 1, based on the rated voltage of the equipment,
or the rated insulation voltage;
- for basic and supplementary insulation of systems, equipment and internal circuits not energised directly from the mains (see 2.2.1.1.2 of Part 1):
the highest r.m.s. voltage which can occur in the system, equipment or internal circuit when supplied at rated voltage and under the most onerous combination of conditions of operation within equipment rating.

^b Glass-epoxy laminate (FR4) and polycarbonate should not be used under these conditions.

^c These values and those for higher voltages have been determined by linear extrapolation of research data.

Annexe G (normative)

Essai d'adsorption d'eau

G.1 Objet

Pour le dimensionnement des lignes de fuite du point de vue du contournement, les caractéristiques d'adsorption d'eau du matériau isolant sont applicables. Les groupes d'adsorption d'eau WAG 1, WAG 2, WAG 3 et WAG 4 ont été établis en fonction de la capacité de tenue aux chocs des surfaces des différents matériaux isolants en présence d'humidité. L'objet de cet essai est d'évaluer le groupe d'adsorption d'eau approprié pour la surface des matériaux isolants en déterminant l'humidité relative critique.

G.2 Caractéristiques de tenue des lignes de fuite dans des conditions d'humidité élevée

La capacité de résistance à la tension des lignes de fuite peut être réduite de manière significative par une humidité élevée. Dans ces conditions, l'eau peut être adsorbée sur la surface du matériau isolant. Plus la ligne de fuite est faible, plus l'influence de ce phénomène est importante.

G.3 Méthode d'essai

G.3.1 Echantillon

On utilise un nouvel échantillon de matériau isolant d'une épaisseur d'environ 1,5 mm ayant des dimensions et une configuration d'électrode conformes à la Figure G.1. Il peut être préparé avec les méthodes de traitement des cartes imprimées, auquel cas un nettoyage approprié est essentiel dans la mesure où les résidus de production peuvent influencer de manière significative les résultats d'essai. Les résultats d'essai pour tous les points de mesure doivent être inclus dans l'évaluation de l'essai.

NOTE Si l'échantillon ne peut pas être préparé avec les méthodes de traitement des cartes imprimées, un élément de matériau avec une surface plane peut être utilisé avec les électrodes de plan comme représenté à la Figure G.1, pressées sur la surface. Il convient de réaliser un minimum de 10 essais à différents endroits sur le même échantillon pour prendre en compte la dispersion de l'humidité relative critique causée par la structure hétérogène des matériaux composés. La valeur moyenne des résultats est calculée tant que la diffusion est acceptable.

G.3.2 Mesure de la tension de tenue aux chocs

Le circuit d'essai est représenté à la Figure G.2. La tension d'essai de polarité négative est fournie par un générateur de chocs ayant une forme d'onde de tension de 1,2/50 μ s (voir CEI 61180-1) et une impédance de sortie comprise entre 50 Ω et 500 Ω . L'échantillon est placé dans la chambre climatique et l'humidité relative est réglée à la valeur appropriée. L'échantillon est alimenté par le générateur de chocs. La diffusion statistique de la tension de tenue aux chocs peut être réduite par un éclairage aux UV fourni par exemple par une lampe à vapeur de mercure. Il n'y a pas besoin d'éclairage UV si 10 à 20 essais de contournement successifs sont conduits, de préférence sur le même échantillon. Dans ce cas, la diffusion des tensions de contournement est analysée et la tension de tenue est la limite inférieure (3σ – valeur). La tension d'essai appliquée peut être mesurée en utilisant une sonde à haute tension et un oscilloscope de stockage numérique.

NOTE La procédure d'essai peut être contrôlée par un ordinateur si l'interface adaptée est fournie.

Annex G (normative)

Water adsorption test

G.1 Object

For the dimensioning of creepage distances with respect to flashover, the water adsorption characteristics of the insulating material are relevant. According to the impulse withstand capability of the surfaces of the various insulating materials under humidity, the water adsorption groups WAG 1, WAG 2, WAG 3 and WAG 4 have been established. The object of this test is to evaluate the relevant water adsorption group for the surface of insulating materials by determining the critical relative humidity.

G.2 Withstand characteristics of creepage distances under high humidity

The voltage withstand capability of creepage distances may be significantly reduced by high humidity. Under these conditions, water may be adsorbed on the surface of the insulating material. The smaller the creepage distance, the greater the influence of this phenomenon.

G.3 Test method

G.3.1 Test sample

A new sample of the insulating material having a thickness of approximately 1,5 mm and dimensions and electrode configuration according to Figure G.1 is used. It can be prepared by printed wiring board processing methods, in which case appropriate cleaning is essential since production residues can significantly influence the test results. The test results for all measuring points have to be included in the evaluation of the test.

NOTE If the test sample cannot be prepared by printed wiring board processing methods, a piece of material with a flat surface may be used with the plane electrodes as shown in Figure G.1 pressed onto the surface. A minimum of 10 tests should be carried out at different places on the same test sample in order to take into account the scattering of the critical relative humidity caused by inhomogeneous structure of compound materials. The average value of the results is calculated as long as the scatter is acceptable.

G.3.2 Measurement of the impulse withstand voltage

The test circuit is shown in Figure G.2. The test voltage of negative polarity is provided by an impulse generator having a voltage waveform of 1,2/50 μ s (see IEC 61180-1) and an output impedance between 50 Ω and 500 Ω . The test sample is placed in the climatic cabinet and the relative humidity is set to the appropriate value. The test sample is energised by the impulse generator. The statistical scatter of the impulse withstand voltage can be reduced by UV illumination provided for instance by a mercury vapour lamp. There is no need for UV illumination if 10 to 20 successive flashover tests are conducted, preferably on the same sample. In this case the scatter of the flashover voltages is analysed and the withstand voltage is the lower limit (3σ – value). The applied test voltage can be measured using a high voltage probe and a digital storage oscilloscope.

NOTE The test procedure may be controlled by a computer if the suitable interface is provided.

G.3.3 Procédure d'essai

Les échantillons sont préparés avec les espacements d'électrode de 6,3 mm, 2,5 mm, 1 mm, 0,4 mm et 0,16 mm comme indiqué à la Figure G.1. Il convient que les échantillons tiennent compte de l'influence des processus de fabrication sur la surface du matériau par exemple moulage ou usinage.

La procédure suivante est proposée:

L'échantillon est maintenu à une température de $(25 \pm 1) ^\circ\text{C}$ et à une humidité relative de $(70 \pm 3) \%$ pendant au moins 4 h. Après ce conditionnement la tension de tenue aux chocs est mesurée conformément à G.3.2 à différentes valeurs d'humidité relative.

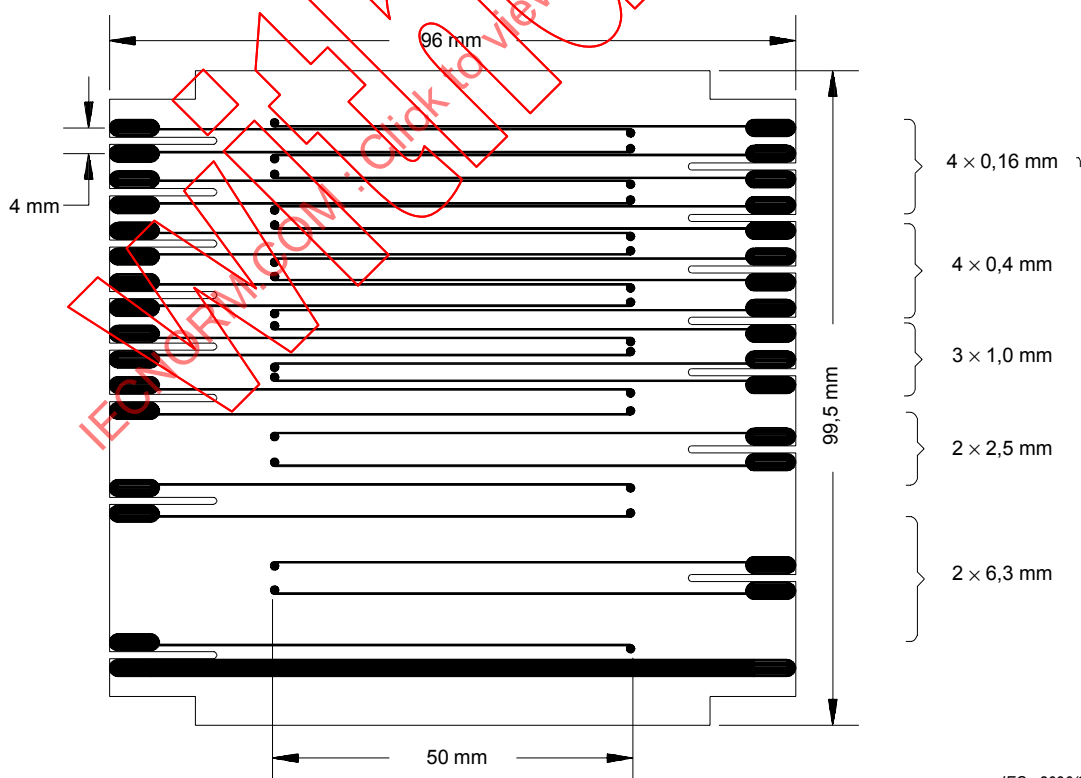
La valeur initiale de l'humidité relative est de 70 % et elle est augmentée aussi vite que possible par incréments de 5 % jusqu'à une valeur maximum de 95 %. A chaque incréments la tension de tenue aux chocs est mesurée. On atteint l'humidité critique lorsque la tension de tenue aux chocs a décru jusqu'à 95 % de sa valeur à 70 % d'humidité relative.

Des chocs de tension de grandeurs croissantes sont appliqués à travers chaque espacement d'électrode jusqu'à ce qu'il se produise un contournement. La tension de tenue aux chocs est évaluée selon G.3.2.

L'humidité relative critique est déterminée pour chaque espacement et son groupe d'adsorption d'eau est établi conformément à 3.2.1.2.4. La présentation graphique des résultats d'essai de l'humidité relative critique pour les matériaux indiqués en 3.2.1.2.4 est donnée à la Figure G.3.

NOTE 1 Conformément à la Figure G.1, l'échantillon d'essai contient plusieurs points de mesure pour chaque distance, ce qui permet un essai initial pour l'ajustement de la tension.

NOTE 2 La Figure G.3 est fondée sur des paliers d'humidité plus faibles de 1 %.



IEC 2090/03

Figure G.1 – Installation de l'échantillon

G.3.3 Test procedure

Samples are prepared with electrode spacings of 6,3 mm, 2,5 mm, 1 mm, 0,4 mm and 0,16 mm as shown in Figure G.1. The samples should take into account the influence of manufacturing processes on the surface of the material, e.g. moulding or machining.

The following procedure is proposed:

The test sample is maintained at a temperature of $(25 \pm 1) ^\circ\text{C}$ and a relative humidity of $(70 \pm 3) \%$ for at least 4 h. After this conditioning the impulse withstand voltage is measured according to Subclause G.3.2 at different values of relative humidity.

The initial relative humidity is 70 % and is increased as fast as possible in steps of 5 % up to a maximum value of 95 %. At each step the impulse withstand voltage is measured. The critical humidity is reached when the impulse withstand voltage has dropped to 95 % of its value at 70 % relative humidity.

Voltage impulses with increasing amplitudes are applied across each electrode spacing until flashover occurs. The impulse withstand voltage is evaluated according to G.3.2.

The critical relative humidity is determined for each spacing and its water adsorption group established in accordance with 3.2.1.2.4. Graphical presentation of the test results of the critical relative humidity for the materials listed in 3.2.1.2.4 is shown in Figure G.3.

NOTE 1 The test sample according to Figure G.1 contains several measuring points for each distance allowing for some initial testing for voltage adjustment.

NOTE 2 Figure G.3 is based on smaller humidity steps of 1 %.

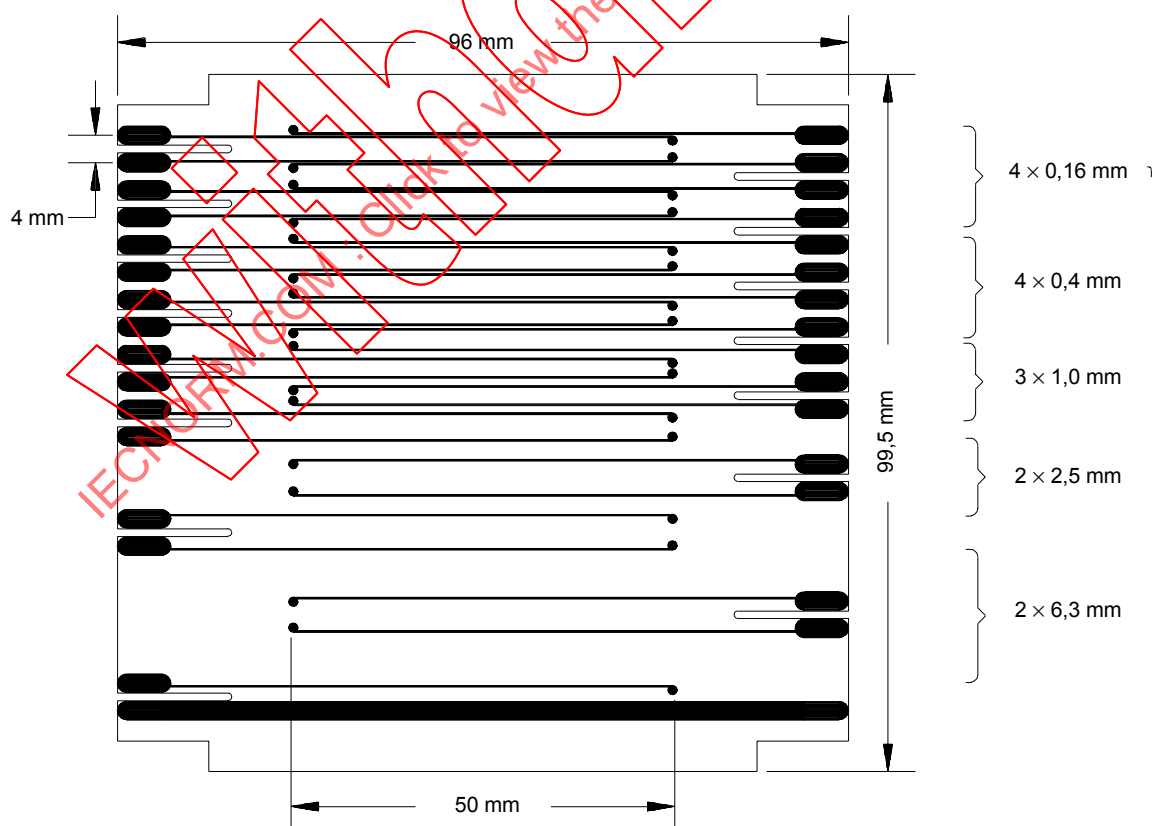
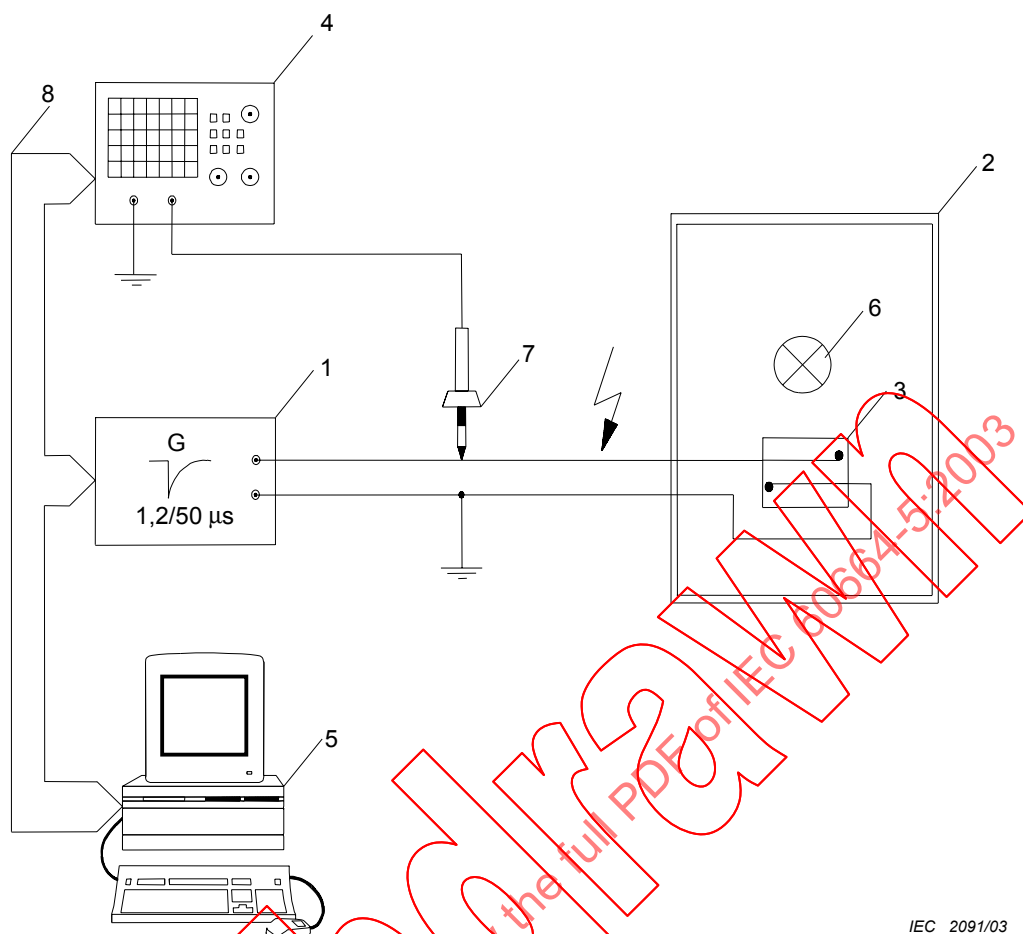


Figure G.1 – Layout of the test sample

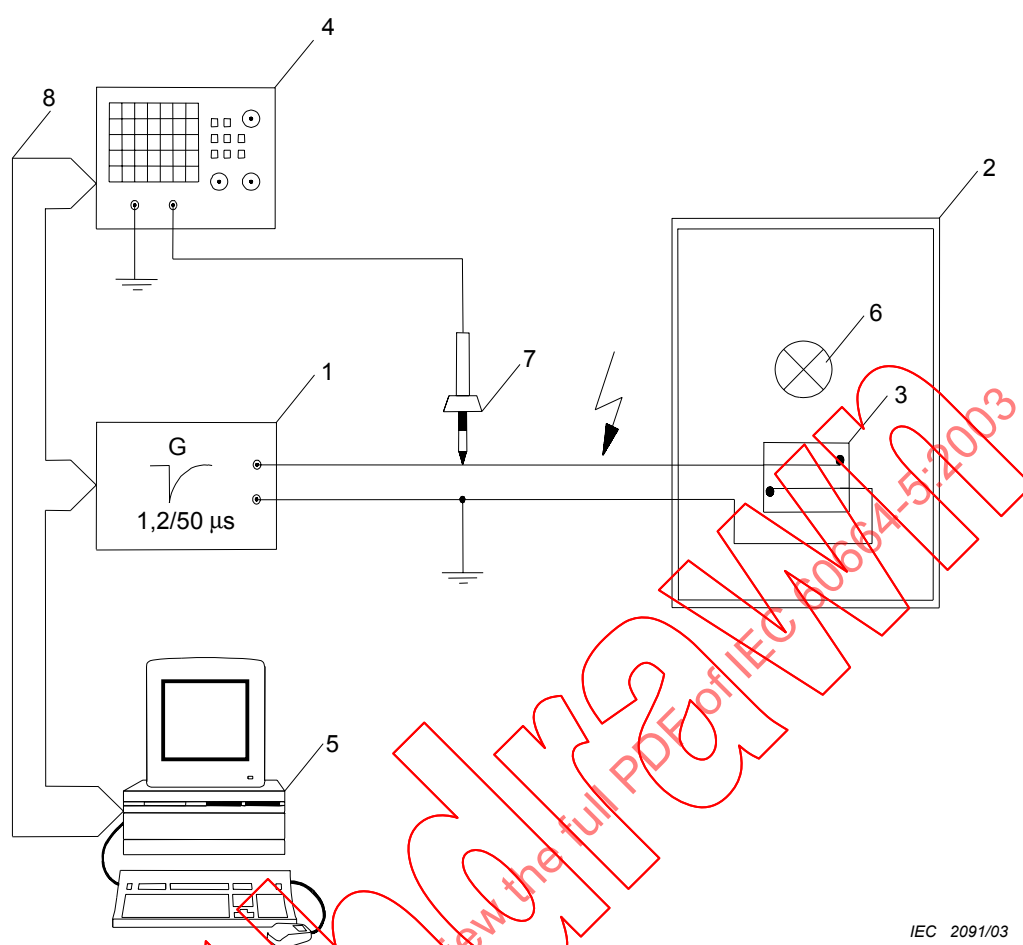


IEC 2091/03

Légende

- 1 générateur de chocs
- 2 armoire climatique
- 3 échantillon
- 4 oscilloscope de stockage numérique
- 5 ordinateur
- 6 éclairage UV (voir G.3.2)
- 7 sonde à haute tension
- 8 bus de données

Figure G.2 – Circuit d'essai

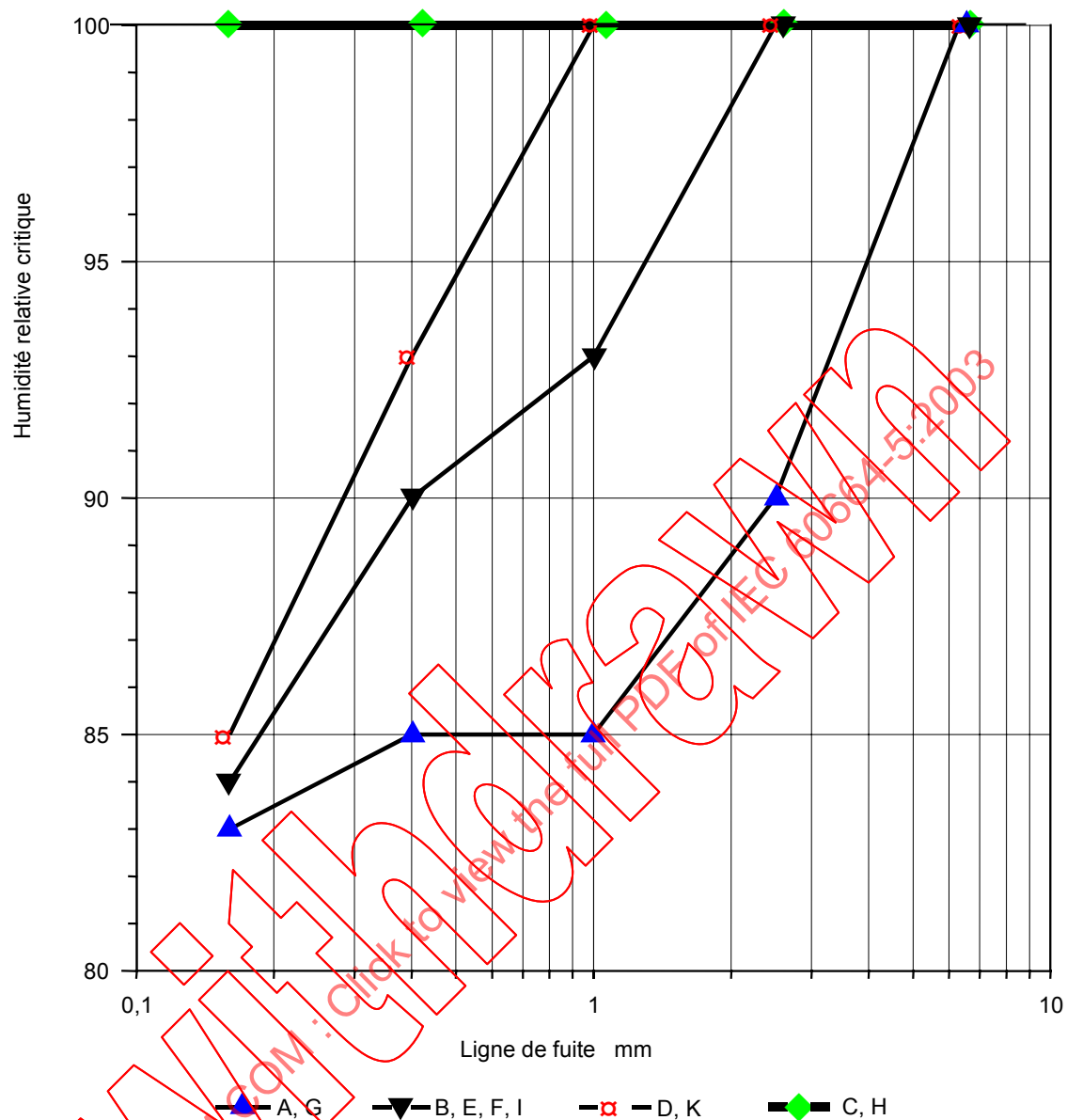


IEC 2091/03

Key

- 1 impulse generator
- 2 climatic cabinet
- 3 test specimen
- 4 digital storage oscilloscope
- 5 computer
- 6 UV illumination (see G.3.2)
- 7 high voltage probe
- 8 data-bus

Figure G.2 – Test circuit



IEC 2092/03

Légende

- A céramique (97 % Al_2O_3 , non émaillé)
- B stratifié en verre époxy FR4
- C résine polyester (thermodurci), type 802
- D résine phénolique, type 31.5
- E stratifié en verre époxy à film en polyimide FR4
- F stratifié papier à résine phénolique FR2
- G stratifié en polyester GPO III
- H résine mélamine, type 150
- I polybutylène-téréphtalate
- K polycarbonate

Figure G.3 – Humidité relative critique des matériaux isolants