

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60099-4**

Deuxième édition  
Second edition  
2004-05

---

---

**Parafoudres –**

**Partie 4:  
Parafoudres à oxyde métallique sans éclateurs  
pour réseaux à courant alternatif**

**Surge arresters –**

**Part 4:  
Metal-oxide surge arresters without gaps  
for a.c. systems**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 60099-4:2004

## 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](http://www.iec.ch))
- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI ([www.iec.ch/searchpub](http://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](http://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](mailto: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](http://www.iec.ch))
- **Catalogue of IEC publications**

The on-line catalogue on the IEC web site ([www.iec.ch/searchpub](http://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](http://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](mailto:custserv@iec.ch)  
Tel: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC

60099-4

Deuxième édition  
Second edition  
2004-05

---

---

**Parafoudres –**

**Partie 4:  
Parafoudres à oxyde métallique sans éclateurs  
pour réseaux à courant alternatif**

**Surge arresters –**

**Part 4:  
Metal-oxide surge arresters without gaps  
for a.c. systems**

© IEC 2004 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

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



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE **XG**

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

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	12
INTRODUCTION.....	16
1 Domaine d'application .....	18
2 Références normatives.....	18
3 Termes et définitions .....	20
4 Identification et classification.....	36
4.1 Identification des parafoudres .....	36
4.2 Classification des parafoudres.....	38
5 Caractéristiques assignées et conditions de service.....	38
5.1 Tensions assignées normales .....	38
5.2 Fréquences assignées normales .....	38
5.3 Valeurs normales des courants nominaux de décharge.....	38
5.4 Conditions de service .....	40
6 Prescriptions .....	40
6.1 Tenue diélectrique de l'enveloppe du parafoudre.....	40
6.2 Tension de référence .....	42
6.3 Tensions résiduelles.....	42
6.4 Décharges partielles internes.....	42
6.5 Taux de fuite de l'étanchéité.....	42
6.6 Répartition du courant dans les parafoudres à plusieurs colonnes.....	42
6.7 Stabilité thermique.....	42
6.8 Tenue au choc de courant de longue durée.....	42
6.9 Fonctionnement des parafoudres.....	44
6.10 Caractéristique de tension à fréquence industrielle en fonction du temps d'un parafoudre.....	50
6.11 Court-circuit .....	50
6.12 Dispositif de déconnexion.....	50
6.13 Prescriptions pour les équipements auxiliaires tels que les éléments de répartition.....	50
6.14 Efforts mécaniques.....	50
6.15 Compatibilité électromagnétique.....	52
6.16 Fin de cycle.....	52
7 Conditions générales d'exécution des essais.....	52
7.1 Appareillage de mesure et précision.....	52
7.2 Mesures de la tension de référence.....	54
7.3 Echantillons destinés aux essais .....	54
8 Essais de type (essais de conception).....	54
8.1 Généralités.....	54
8.2 Essais de tenue de l'isolation de l'enveloppe du parafoudre .....	58
8.3 Essais de vérification de la tension résiduelle.....	60
8.4 Essai de tenue aux chocs de courant de longue durée .....	66
8.5 Essais de fonctionnement.....	70
8.6 Essai des dispositifs déconnecteurs/indicateurs de défaut pour parafoudres .....	86
8.7 Procédure d'essai de court-circuit .....	90
8.8 Essais de décharges partielles internes.....	90
8.9 Essai en moment de flexion.....	90

## CONTENTS

FOREWORD.....	13
INTRODUCTION.....	17
1 Scope.....	19
2 Normative references .....	19
3 Terms and definitions .....	21
4 Identification and classification .....	37
4.1 Arrester identification .....	37
4.2 Arrester classification .....	39
5 Standard ratings and service conditions .....	39
5.1 Standard rated voltages .....	39
5.2 Standard rated frequencies .....	39
5.3 Standard nominal discharge currents .....	39
5.4 Service conditions .....	41
6 Requirements .....	41
6.1 Insulation withstand of the arrester housing.....	41
6.2 Reference voltage .....	43
6.3 Residual voltages.....	43
6.4 Internal partial discharges .....	43
6.5 Seal leak rate .....	43
6.6 Current distribution in a multi-column arrester.....	43
6.7 Thermal stability.....	43
6.8 Long-duration current impulse withstand .....	43
6.9 Operating duty.....	45
6.10 Power-frequency voltage versus time characteristics of an arrester.....	51
6.11 Short-circuit.....	51
6.12 Disconnector.....	51
6.13 Requirements for auxiliary equipment such as grading components .....	51
6.14 Mechanical loads.....	51
6.15 Electromagnetic compatibility.....	53
6.16 End of life.....	53
7 General testing procedure .....	53
7.1 Measuring equipment and accuracy .....	53
7.2 Reference voltage measurements .....	55
7.3 Test samples.....	55
8 Type tests (design tests) .....	55
8.1 General .....	55
8.2 Insulation withstand tests on the arrester housing .....	59
8.3 Residual voltage tests .....	61
8.4 Long-duration current impulse withstand test.....	67
8.5 Operating duty tests .....	71
8.6 Tests of arrester disconnectors/fault indicators.....	87
8.7 Short-circuit test procedure .....	91
8.8 Internal partial discharge tests .....	91
8.9 Test of the bending moment .....	91

8.10	Essais d'environnement .....	92
8.11	Essai de mesure du taux de fuite.....	94
8.12	Essai aux tensions perturbatrices RF (RIV) .....	96
9	Essais individuels et essais de réception.....	98
9.1	Essais individuels.....	98
9.2	Essais de réception.....	100
10	Prescriptions d'essais pour les parafoudres à enveloppe synthétique .....	104
10.1	Domaine d'application .....	104
10.2	Références normatives.....	104
10.3	Termes et définitions.....	104
10.4	Identification et classification.....	104
10.5	Caractéristiques assignées et conditions de service .....	104
10.6	Prescriptions .....	104
10.7	Conditions générales d'exécution des essais.....	106
10.8	Essais de type (essais de conception).....	106
11	Prescriptions d'essais pour les parafoudres sous enveloppe métallique à isolation gazeuse (Parafoudres blindés) .....	138
11.1	Domaine d'application .....	138
11.2	Références normatives.....	138
11.3	Termes et définitions.....	138
11.4	Identification et classification.....	138
11.5	Caractéristiques assignées et conditions de service .....	138
11.6	Prescriptions .....	140
11.7	Conditions générales d'exécution des essais.....	142
11.8	Essais de type (essais de conception).....	142
11.9	Essais individuels.....	152
11.10	Essais consécutifs à l'installation sur site .....	152
12	Parafoudres débrochables et parafoudres pour prises .....	158
12.1	Domaine d'application .....	158
12.2	Références normatives.....	158
12.3	Termes et définitions.....	158
12.4	Identification et classification.....	158
12.5	Caractéristiques assignées et conditions de service .....	158
12.6	Prescriptions .....	158
12.7	Conditions générales d'exécution des essais.....	160
12.8	Essais de type (essais de conception).....	160
12.9	Essais individuels et essais de réception.....	172
13	Parafoudres immergés .....	172
13.1	Domaine d'application .....	172
13.2	Références normatives.....	172
13.3	Termes et définitions.....	172
13.4	Identification et classification.....	172
13.5	Caractéristiques assignées et conditions de service .....	174
13.6	Prescriptions .....	174
13.7	Conditions générales d'exécution des essais.....	174
13.8	Essais de type (essais de conception).....	174
13.9	Essais individuels et essais de réception.....	190

8.10	Environmental tests	93
8.11	Seal leak rate test	95
8.12	Radio interference voltage (RIV) test	97
9	Routine tests and acceptance tests	99
9.1	Routine tests	99
9.2	Acceptance tests	101
10	Test requirements on polymer-housed surge arresters	105
10.1	Scope	105
10.2	Normative references	105
10.3	Terms and definitions	105
10.4	Identification and classification	105
10.5	Standard ratings and service conditions	105
10.6	Requirements	105
10.7	General testing procedure	107
10.8	Type tests (design tests)	107
11	Test requirements on gas-insulated metal enclosed arresters (GIS-arresters)	139
11.1	Scope	139
11.2	Normative references	139
11.3	Terms and definitions	139
11.4	Identification and classification	139
11.5	Standard ratings and service conditions	139
11.6	Requirements	141
11.7	General testing procedures	143
11.8	Type tests (design tests)	143
11.9	Routine tests	153
11.10	Test after erection on site	153
12	Separable and dead-front arresters	159
12.1	Scope	159
12.2	Normative references	159
12.3	Terms and definitions	159
12.4	Identification and classification	159
12.5	Standard ratings and service conditions	159
12.6	Requirements	159
12.7	General testing procedure	161
12.8	Type tests (design tests)	161
12.9	Routine tests and acceptance tests	173
13	Liquid-immersed arresters	173
13.1	Scope	173
13.2	Normative references	173
13.3	Terms and definitions	173
13.4	Identification and classification	173
13.5	Standard ratings and service conditions	175
13.6	Requirements	175
13.7	General testing procedure	175
13.8	Type tests (design tests)	175
13.9	Routine tests and acceptance tests	191

Annexe A (normative) Conditions anormales de service.....	192
Annexe B (normative) Essai de vérification de l'équivalence thermique entre un parafoudre complet et une fraction de parafoudre.....	194
Annexe C (normative) Prescriptions relatives aux parafoudres pour courants de foudre élevés pour la gamme de tension de 1 kV à 52 kV.....	196
Annexe D (normative) Méthode de vérification de la caractéristique de tension à fréquence industrielle en fonction du temps d'un parafoudre.....	202
Annexe E (informative) Guide pour le choix de la classe de décharge de ligne.....	206
Annexe F (normative) Essai de pollution artificielle relatif à la contrainte thermique des parafoudres à oxyde métallique à enveloppe en porcelaine comportant plusieurs éléments.....	210
Annexe G (informative) Renseignements caractéristiques fournis dans les appels d'offres et les offres.....	240
Annexe H (informative) Circuit type pour l'essai de fonctionnement aux chocs de courant de grande amplitude (voir 8.5.4).....	246
Annexe I (informative) Circuit type de générateur de choc à constantes réparties pour l'essai de tenue aux chocs de courant de longue durée (voir 8.4).....	250
Annexe J (informative) Tensions résiduelles maximales typiques.....	252
Annexe K (informative) Procédure d'essai de vieillissement – Loi d'Arrhénius – Problèmes liés aux températures plus élevées.....	254
Annexe L (informative) Guide pour la détermination de la répartition de tension dans les parafoudres à oxyde métallique.....	258
Annexe M (normative) Considérations d'ordre mécanique.....	274
Annexe N (informative) Essais de court-circuit.....	282
Bibliographie.....	300
Figure 1 – Essai de fonctionnement sur les parafoudres 10 000 A, classe de décharge de ligne 1 et les parafoudres 5 000 A, 2 500 A et 1 500 A (voir 8.5.4).....	46
Figure 2 – Essai de fonctionnement sur les parafoudres 10 000 A, classes de décharge de ligne 2 et 3 et les parafoudres 20 000 A, classes de décharge de ligne 4 et 5 (voir 8.5.5).....	48
Figure 3 – Puissance absorbée par un parafoudre à températures élevées en fonction du temps.....	74
Figure 4 – Essai de stabilité thermique sur les parafoudres 10 000 A de classe de décharge de ligne 1 et les parafoudres 5 000 A, 2 500 A et 1 500 A.....	102
Figure 5 – Essai de stabilité thermique pour les parafoudres 10 000 A des classes de décharge de ligne 2 et 3 et les parafoudres 20 000 A des classes de décharge de ligne 4 et 5.....	104
Figure 6 – Essai thermomécanique.....	126
Figure 7 – Exemple de configuration pour l'essai thermomécanique et orientation de l'effort de flexion.....	128
Figure 8 – Essai d'immersion dans l'eau.....	130
Figure 9 – Exemple de cycle de vieillissement climatique accéléré sous tension (conformément à la CEI 61109).....	136
Figure 10 – Autre exemple de cycle de vieillissement climatique accéléré.....	138
Figure 11 – Tensions d'essai de tenue de l'isolation des parafoudres pour prise ou débroschables avec enveloppe blindée.....	162



Annex A (normative) Abnormal service conditions.....	193
Annex B (normative) Test to verify thermal equivalency between complete arrester and arrester section.....	195
Annex C (normative) Requirements for high lightning duty arresters for voltage range 1 kV to 52 kV.....	197
Annex D (normative) Procedure to verify the power-frequency voltage-versus-time characteristics of an arrester.....	203
Annex E (informative) Guide to selection of line discharge class.....	207
Annex F (normative) Artificial pollution test with respect to the thermal stress on porcelain-housed multi-unit metal-oxide surge arresters.....	211
Annex G (informative) Typical information given with enquiries and tenders.....	241
Annex H (informative) Typical circuit for high current impulse operating duty test (see 8.5.4).....	247
Annex I (informative) Typical circuit for a distributed constant impulse generator for the long duration current impulse withstand test (see 8.4).....	251
Annex J (informative) Typical maximum residual voltages.....	253
Annex K (informative) Ageing test procedure – Arrhenius law – Problems with higher temperatures.....	255
Annex L (informative) Guide for the determination of the voltage distribution along metal-oxide surge arresters.....	259
Annex M (normative) Mechanical considerations.....	275
Annex N (informative) Short-circuit tests.....	283
Bibliography.....	301
Figure 1 – Operating duty test on 10 000 A line discharge Class 1, 5 000 A, 2 500 A and 1 500 A arresters (see 8.5.4).....	47
Figure 2 – Operating duty test on 10 000 A arresters line discharge Classes 2 and 3 and 20 000 A arresters line discharge Classes 4 and 5 (see 8.5.5).....	49
Figure 3 – Power losses of the arrester at elevated temperatures versus time.....	75
Figure 4 – Thermal stability test on 10 000 A line discharge Class 1, 5 000 A, 2 500 A and 1 500 A arresters.....	103
Figure 5 – Thermal stability test on 10 000 A arresters line discharge Classes 2 and 3 and 20 000 A arresters line discharge Classes 4 and 5.....	105
Figure 6 – Thermomechanical test.....	127
Figure 7 – Example of the test arrangement for the thermomechanical test and direction of the cantilever load.....	129
Figure 8 – Water immersion.....	131
Figure 9 – Example of an accelerated weather ageing cycle under operating voltage (according to IEC 61109).....	137
Figure 10 – Another example of an accelerated weather ageing cycle.....	139
Figure 11 – Test set-up for insulation withstand test of separable arresters in insulating housings.....	163

Figure 12 – Puissance absorbée par un parafoudre à températures élevées en fonction du temps.....	180
Figure C.1 – Essai de fonctionnement sur les parafoudres 20 000 A pour courants de foudre élevés.....	200
Figure C.2 – Essai de stabilité thermique sur les parafoudres 20 000 A pour courants de foudre élevés (voir 9.2.2).....	200
Figure D.1 – Essai des parafoudres 10 000 A, classe de décharge de ligne 1, 5 000 A, 2 500 A et 1 500 A.....	202
Figure D.2 – Essai des parafoudres 20 000 A pour courants de foudre élevés.....	204
Figure D.3 – Essai des parafoudres 10 000 A, classes de décharge de ligne 2 et 3 et parafoudres 20 000 A, classes de décharge de ligne 4 et 5.....	204
Figure E.1 – Energie spécifique en kJ par kV de tension assignée en fonction du rapport de la tension résiduelle aux chocs de manœuvre ( $U_a$ ) à la valeur efficace de la tension assignée $U_r$ du parafoudre.....	208
Figure F.1 – Organigramme démontrant la procédure permettant de déterminer le préchauffage d'un échantillon en essai.....	216
Figure H.1 – Schéma de circuit type pour l'essai de fonctionnement aux chocs de courant de grande amplitude.....	246
Figure I.1 – Circuit type de générateur de chocs à constantes réparties pour l'essai aux chocs de courant de longue durée.....	250
Figure L.1 – Installation triphasée type de parafoudres.....	268
Figure L.2 – Circuit équivalent simplifié multi-étages d'un parafoudre.....	268
Figure L.3 – Géométrie du modèle de parafoudre.....	270
Figure L.4 – Exemple de caractéristique courant-tension en valeurs réduites à +20 °C pour une résistance à oxydes métalliques dans la région des courants de fuite.....	272
Figure L.5 – Répartition de tension calculée le long de la colonne de résistances dans le cas B.....	272
Figure M.1 – Moment de flexion pour un parafoudre à plusieurs unités.....	274
Figure M.2 – Fraction de parafoudre.....	278
Figure M.3 – Dimensions du parafoudre.....	280
Figure N.1 – Positionnement du fil fusible dans différents cas (pour les parafoudres avec limiteur de pression).....	296
Figure N.2 – Configuration d'essai pour les parafoudres avec limiteur de pression.....	298
Figure N.3 – Configuration d'essai pour les parafoudres sans limiteur de pression.....	298
Tableau 1 – Classification des parafoudres.....	38
Tableau 2 – Echelons de tensions assignées.....	38
Tableau 3 – Essais de type de parafoudre.....	56
Tableau 4 – Valeurs de crête des courants pour l'essai de vérification de la tension résiduelle.....	66
Tableau 5 – Paramètres pour l'essai de décharge de ligne sur les parafoudres 20 000 A et 10 000 A.....	68
Tableau 6 – Prescriptions pour l'essai aux chocs de courant de longue durée sur les parafoudres 5 000 et 2 500 A.....	70
Tableau 7 – Détermination des tensions assignée et de service permanent majorées.....	76
Tableau 8 – Prescriptions pour les chocs de courant de grande amplitude.....	80
Tableau 8 – Prescriptions pour les chocs de courant de grande amplitude.....	112

Figure 12 – Power losses of arrester at elevated temperatures versus time .....	181
Figure C.1 – Operating duty test on 20 000 A high lightning duty arresters .....	201
Figure C.2 – Thermal stability test on 20 000 A high lightning duty arresters (see 9.2.2).....	201
Figure D.1 – Test on 10 000 A line discharge class 1, 5 000 A, 2 500 A and 1 500 A arresters .....	203
Figure D.2 – Test on 20 000 A high lightning duty arresters .....	205
Figure D.3 – Test on 10 000 A arresters, line discharge Classes 2 and 3 and 20 000 A arresters, line discharge Classes 4 and 5 .....	205
Figure E.1 – Specific energy in kJ per kV rating dependant on the ratio of switching impulse residual voltage ( $U_a$ ) to the r.m.s. value of the rated voltage $U_r$ of the arrester .....	209
Figure F.1 – Flow-chart showing the procedure for determining the preheating of a test sample .....	217
Figure H.1 – Typical test circuit diagram for high current impulse operating duty test.....	247
Figure I.1 – Typical distributed constant impulse generator for the long-duration impulse test .....	251
Figure L.1 – Typical three-phase arrester installation .....	269
Figure L.2 – Simplified multi-stage equivalent circuit of an arrester .....	269
Figure L.3 – Geometry of arrester model .....	271
Figure L.4 – Example of voltage-current characteristic of metal-oxide resistors at +20 °C in the leakage current region .....	273
Figure L.5 – Calculated voltage stress along the resistor column in case B .....	273
Figure M.1 – Bending moment – multi-unit surge arrester .....	275
Figure M.2 – Surge arrester unit .....	279
Figure M.3 – Surge-arrester dimensions .....	281
Figure N.1 – Position of the fuse wire in different cases (for arresters with pressure- relief devices) .....	297
Figure N.2 – Circuit layout for surge arresters with pressure-relief device .....	299
Figure N.3 – Circuit layout of surge arresters without pressure-relief device .....	299
Table 1 – Arrester classification .....	39
Table 2 – Steps of rated voltages .....	39
Table 3 – Arrester type tests .....	57
Table 4 – Peak currents for switching impulse residual voltage test .....	67
Table 5 – Parameters for the line discharge test on 20 000 A and 10 000 A arresters .....	69
Table 6 – Requirements for the long-duration current impulse test on 5 000 A and 2 500 A arresters .....	71
Table 7 – Determination of elevated rated and continuous operating voltages .....	77
Table 8 – Requirements for high current impulses .....	81
Table 8 – Requirements for high current impulses .....	113

Tableau 9 – Parafoudres blindés triphasés 10 000 A et 20 000 A – Tensions de tenue prescrites.....	154
Tableau 10 – Parafoudres blindés triphasés 1 500 A, 2 500 A et 5 000 A – Tensions de tenue prescrites.....	156
Tableau 11 – Tensions d'essai de tenue de l'isolation des parafoudres débrochables non blindés.....	162
Tableau 12 – Tensions d'essai de tenue de l'isolation de l'enveloppe des parafoudres débrochables ou pour prise blindés.....	162
Tableau 8 – Prescriptions pour les chocs de courant de grande amplitude.....	166
Tableau 13 – Essais de décharges partielles internes pour les parafoudres débrochables et les parafoudres pour prise.....	172
Tableau 7 – Détermination des tensions assignée et de service permanent majorées.....	180
Tableau 8 – Prescriptions pour les chocs de courant de grande amplitude.....	182
Tableau C.1 – Prescriptions relatives aux parafoudres 20 000 A pour courants de foudre élevés.....	198
Tableau F.1 – Charge moyenne externe pour différentes sévérités de la pollution.....	218
Tableau F.2 – Caractéristiques de l'échantillon utilisé lors de l'essai de pollution.....	220
Tableau F.3 – Exigences relatives à l'appareil de mesure de la charge.....	222
Tableau F.4 – Exigences relatives à l'appareil de mesure de la température.....	224
Tableau F.5 – Résultats du calcul de $\Delta T_z$ max pour l'exemple choisi.....	236
Tableau F.6 – Résultats de l'essai sous brouillard salin pour l'exemple choisi.....	236
Tableau F.7 – Valeurs calculées de $\Delta T_z$ et $T_{OD}$ après 5 cycles pour l'exemple choisi.....	238
Tableau F.8 – Valeurs calculées de $\Delta T_z$ et $T_{OD}$ après 10 cycles pour l'exemple choisi.....	238
Tableau J.1 – Tensions résiduelles pour les parafoudres 20 000 A et 10 000 A Valeurs rapportées à la tension assignée.....	252
Tableau J.2 – Tensions résiduelles pour les parafoudres 5 000 A, 2 500 A et 1 500 A Valeurs rapportées à la tension assignée.....	252
Tableau K.1 – Durée de vie minimale prévisible démontrée.....	254
Tableau K.2 – Relation entre durée d'essai à 115 °C et durée équivalente à la limite supérieure de la température ambiante.....	256
Tableau L.1 – Résultats d'exemples de calcul.....	266
Tableau N.1 – Méthode de préparation des parafoudres avec limiteur de pression pour initier le courant de court-circuit.....	284
Tableau N.2 – Méthode de préparation des parafoudres sans limiteur de pression pour initier le courant de court-circuit.....	286
Tableau N.3 – Courants prescrits pour les essais de court-circuit.....	294

Table 9 – 10 000 A and 20 000 A three-phase GIS-arresters – Required withstand voltages .....	155
Table 10 – 1 500 A, 2 500 A and 5 000 A three – phase – GIS arresters – Required withstand voltages .....	157
Table 11 – Insulation withstand test voltages for unscreened separable arresters.....	163
Table 12 – Insulation withstand test voltages for dead-front arresters or separable arresters in a screened housing .....	163
Table 8 – Requirements for high current impulses .....	167
Table 13 – Partial discharge test values for separable and dead-front arresters.....	173
Table 7 – Determination of elevated rated and continuous operating voltages .....	181
Table 8 – Requirements for high current impulses .....	183
Table C.1 – Test requirements on 20 000 A high lightning duty arresters <sup>a</sup> .....	199
Table F.1 – Mean external charge for different pollution severities.....	219
Table F.2 – Characteristic of the sample used for the pollution test.....	221
Table F.3 – Requirements for the device used for the measurement of the charge.....	223
Table F.4 – Requirements for the device used for the measurement of the temperature.....	225
Table F.5 – Calculated values of $\Delta T_{Z \max}$ for the selected example .....	237
Table F.6 – Results of the salt fog test for the selected example.....	237
Table F.7 – Calculated values of $\Delta T_Z$ and of $T_{OD}$ after five cycles for the selected example.....	239
Table F.8 – Calculated values of $\Delta T_Z$ and of $T_{OD}$ after 10 cycles for the selected example.....	239
Table J.1 – Residual voltages for 20 000 A and 10 000 A arresters in per unit of rated voltage.....	253
Table J.2 – Residual voltages for 5 000 A, 2 500 A and 1 500 A arresters in per unit of rated voltage.....	253
Table K.1 – Minimum demonstrated lifetime prediction .....	255
Table K.2 – Relationship between test durations at 115 °C and equivalent time at upper limit of ambient temperature.....	257
Table L.1 – Results from example calculations .....	267
Table N.1 – Method of preparing arresters with a pressure relief device for conducting short-circuit current.....	285
Table N.2 – Method of preparing arresters without a pressure-relief device for conducting short-circuit current.....	287
Table N.3 – Required currents for short-circuit tests .....	295

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

---

### PARAFONDRES –

#### **Partie 4: Parafoudres à oxyde métallique sans éclateurs pour réseaux à courant alternatif**

#### AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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, des Spécifications accessibles au public (PAS) 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 présente Norme internationale CEI 60099-4 a été établie par le comité d'études 37 de la CEI: Parafoudres.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition, publiée en 1991, l'amendement 1 (1998) et l'amendement 2 (2001).

Cette édition inclut les modifications techniques significatives suivantes en référence à la précédente édition: