

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
517**

Troisième édition
Third edition
1990-10

**Appareillage sous enveloppe métallique
à isolation gazeuse de tension assignée
égale ou supérieure à 72,5 kV**

**Gas-insulated metal-enclosed switchgear
for rated voltages of 72,5 kV and above**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 517: 1990

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie

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

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

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

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

et pour les appareils électromédicaux,

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

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

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

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology

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

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

Graphical and letter symbols

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

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

and for medical electrical equipment,

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

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

IEC publications prepared by the same technical committee

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

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
517

Troisième édition
Third edition
1990-10

**Appareillage sous enveloppe métallique
à isolation gazeuse de tension assignée
égale ou supérieure à 72,5 kV**

**Gas-insulated metal-enclosed switchgear
for rated voltages of 72,5 kV and above**

© CEI 1990 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.

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE XA

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

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60517:1990

Withdrawn

Appareillage sous enveloppe métallique
à isolation gazeuse de tension assignée
égale ou supérieure à 72,5 kV

Gas-insulated metal-enclosed switchgear
for rated voltages of 72,5 kV and above

*Suite à la circulation du questionnaire
17C(Sec)147 et des résultats 17C/161/RQ, la
modification suivante est nécessaire.*

*Further to circulation of questionnaire
17C(Sec)147 and its results, document
17C/161/RQ, the following modification is nec-
essary.*

C O R R I G E N D U M 1

Page 68

7.102 Essais de pression des enveloppes

*Modifier comme suit le facteur k de la qua-
trième ligne de ce paragraphe:*

2,0 pour les enveloppes moulées.

*Cette procédure concernant une modification
technique a été utilisée sur la base de
l'alinéa suivant des directives ISO/CEI -
Partie 1, paragraphe 2.9.1.*

«Le Secrétaire général doit décider, en concertation
avec le secrétariat du comité technique ou du sous-
comité, et en gardant à l'esprit à la fois les conséquen-
ces financières pour l'organisation et les intérêts des
utilisateurs de la Norme internationale, s'il convient de
publier un rectificatif technique ou une réimpression
corrigée ou mise à jour de l'édition existante de la
Norme internationale. (Voir aussi 2.9.3.)»

Page 69

7.102 Pressure test of enclosures

*Modify the factor k in the fourth line of this
subclause as follows:*

2,0 for cast enclosures.

*This procedure concerning a technical
modification has been adopted on the basis
of the following paragraph of the ISO/IEC
directives - Part 1, subclause 2.9.1.*

"The Chief Executive Officer shall decide, in
consultation with the secretariat of the technical
committee or sub-committee, and bearing in mind both
the financial consequences to the organization and the
interests of users of the International Standard,
whether to publish a technical corrigendum or a
corrected or updated reprint of the existing edition of
the International Standard. (See also 2.9.3.)"

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	8
 Articles	
1 Domaine d'application	12
2 Conditions normales et spéciales de service	12
3 Définitions	12
4 Caractéristiques assignées	18
4.1 Tension assignée	18
4.2 Niveau d'isolement assigné	18
4.3 Fréquence assignée	20
4.4 Courant assigné en service continu et échauffement	20
4.5 Courant de courte durée admissible assigné	20
4.6 Valeur de crête du courant admissible assigné	20
4.7 Durée de court-circuit assignée	22
4.8 Tension assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires	22
4.9 Fréquence assignée d'alimentation des dispositifs de manoeuvre et des circuits auxiliaires	22
4.10 Pression assignée d'alimentation en gaz comprimé des organes de manoeuvre	22
4.101 Masse volumique assignée du gaz pour l'isolement	22
5 Conception et construction	22
5.1 Exigences pour les liquides utilisés dans l'appareillage	24
5.2 Exigences pour les gaz utilisés dans l'appareillage	24
5.3 Mise à la terre	24
5.4 Equipement auxiliaire	24
5.5 Fermeture dépendante à source d'énergie extérieure	24
5.6 Fermeture à accumulation d'énergie	26
5.7 Fonctionnement des déclencheurs	26
5.8 Verrouillages à basse et à haute pression	26
5.9 Plaques signalétiques	26
5.101 Degré de protection	26
5.102 Défaut interne	28
5.103 Enveloppes	32
5.104 Cloisons	34

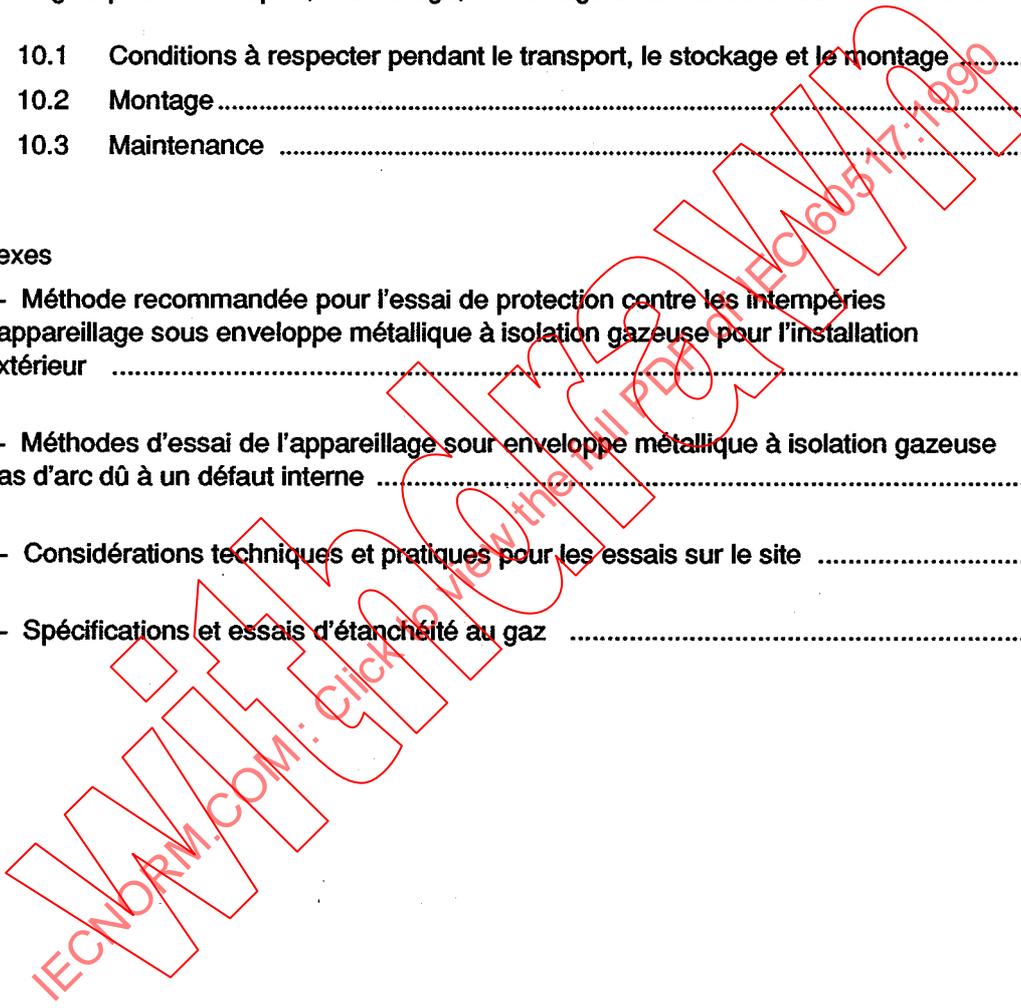
CONTENTS

	Page
FOREWORD	9
 Clause	
1 Scope	13
2 Normal and special service conditions	13
3 Definitions	13
4 Rating	19
4.1 Rated voltage	19
4.2 Rated insulation level	19
4.3 Rated frequency	21
4.4 Rated normal current and temperature rise	21
4.5 Rated short-time withstand current	21
4.6 Rated peak withstand current	21
4.7 Rated duration of short-circuit	23
4.8 Rated supply voltage of closing and opening devices and auxiliary circuits	23
4.9 Rated supply frequency of operating devices and auxiliary circuits	23
4.10 Rated pressure of compressed gas supply for operating mechanisms	23
4.101 Rated density of gas for insulation	23
5 Design and construction	23
5.1 Requirements for liquids in switchgear and controlgear	25
5.2 Requirements for gases in switchgear and controlgear	25
5.3 Earthing	25
5.4 Auxiliary equipment	25
5.5 Dependent power closing	25
5.6 Stored energy closing	27
5.7 Operation of releases	27
5.8 Low and high pressure interlocking devices	27
5.9 Nameplates	27
5.101 Degree of protection	27
5.102 Internal fault	29
5.103 Enclosures	33
5.104 Partitions	35

Articles	Pages
5.105 Décharge de pression	36
5.106 Sectionneurs et sectionneurs de terre	36
5.107 Verrouillages	38
5.108 Bruit	38
5.109 Dispositions pour les essais diélectriques de câbles	40
6 Essais de type	40
6.1 Essais diélectriques	42
6.2 Essais de tension de perturbation radioélectrique	54
6.3 Essais d'échauffement	54
6.4 Mesurage de la résistance du circuit principal	54
6.5 Essais au courant de courte durée et à la valeur de crête du courant admissibles	56
6.101 Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure	58
6.102 Essais de fonctionnement mécanique	58
6.103 Vérification du degré de protection des circuits auxiliaires et des parties en mouvement	60
6.104 Epreuves des enveloppes	60
6.105 Essai de protection contre les intempéries	62
6.106 Essai en cas d'arc dû à un défaut interne	62
6.107 Essai de stabilité thermique	64
6.108 Essais de fonctionnement aux températures extrêmes	64
6.109 Essais d'étanchéité au gaz	66
7 Essais individuels de série	66
7.1 Essais de tension à fréquence industrielle du circuit principal	68
7.2 Essais diélectriques des circuits auxiliaires et de commande	68
7.3 Mesurage de la résistance du circuit principal	68
7.101 Mesurage des décharges partielles	68
7.102 Essais de pression des enveloppes	68
7.103 Essais d'étanchéité au gaz	68
7.104 Essais de fonctionnement mécanique	70
7.105 Essais des dispositifs auxiliaires électriques, pneumatiques et hydrauliques	70
7.106 Vérification de la conformité de la filerie	70
7.107 Essais après montage sur le site	70
8 Guide pour le choix de l'appareillage selon le service	80

Clause	Page
5.105 Pressure relief	37
5.106 Disconnectors and earthing switches	37
5.107 Interlocks	39
5.108 Noise	39
5.109 Provisions for dielectric tests on cables	41
6 Type tests	41
6.1 Dielectric tests	43
6.2 Radio interference voltage (RIV) tests	55
6.3 Temperature-rise tests	55
6.4 Measurement of the resistance of the main circuit	55
6.5 Short-time and peak withstand current tests	57
6.101 Verification of making and breaking capacities	59
6.102 Mechanical operation tests	59
6.103 Verification of the degree of protection for auxiliary circuits and moving parts	61
6.104 Proof tests for enclosures	61
6.105 Weatherproofing test	63
6.106 Test under conditions of arcing due to an internal fault	63
6.107 Thermal stability test	65
6.108 Operation tests at limit temperatures	65
6.109 Gas tightness tests	67
7 Routine tests	67
7.1 Power-frequency voltage tests on the main circuit	69
7.2 Dielectric tests on auxiliary and control circuits	69
7.3 Measurement of the resistance of the main circuit	69
7.101 Partial discharge measurement	69
7.102 Pressure tests of enclosures	69
7.103 Gas tightness tests	69
7.104 Mechanical operation tests	71
7.105 Tests of auxiliary electrical, pneumatic and hydraulic devices	71
7.106 Verification of the correct wiring	71
7.107 Tests after erection on site	71
8 Guide to the selection of the switchgear for service	81

Articles	Pages
9 Renseignements à donner dans les appels d'offres, les soumissions et les commandes	82
9.101 Renseignements à donner dans les appels d'offres et les commandes	82
9.102 Renseignements à donner avec les soumissions	84
10 Règles pour le transport, le stockage, le montage et la maintenance	86
10.1 Conditions à respecter pendant le transport, le stockage et le montage	86
10.2 Montage	86
10.3 Maintenance	86
Annexes	
AA – Méthode recommandée pour l'essai de protection contre les intempéries de l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse pour l'installation à l'extérieur	88
BB – Méthodes d'essai de l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse en cas d'arc dû à un défaut interne	92
CC – Considérations techniques et pratiques pour les essais sur le site	98
DD – Spécifications et essais d'étanchéité au gaz	104



Clause	Page
9 Information to be given with enquiries, tenders and orders	83
9.101 Information with enquiries and orders	83
9.102 Information with tenders	85
10 Rules for transport, storage, erection and maintenance	87
10.1 Conditions during transport, storage and erection	87
10.2 Erection	87
10.3 Maintenance	87
Annexes	
AA – Recommended method for the weatherproofing test for outdoor gas-insulated metal-enclosed switchgear	89
BB – Methods for testing gas-insulated metal-enclosed switchgear under conditions or arcing due to an internal fault	93
CC – Technical and practical considerations of site testing	99
DD – Gas tightness specifications and tests	105

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**APPAREILLAGE SOUS ENVELOPPE MÉTALLIQUE
À ISOLATION GAZEUSE
DE TENSION ASSIGNÉE ÉGALE OU SUPÉRIEURE À 72,5 kV**

AVANT-PROPOS

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

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 17C: Appareillage à haute tension sous enveloppe, du Comité d'Etudes n° 17 de la CEI: Appareillage.

Elle remplace la deuxième édition, parue en 1986.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote	Procédure des Deux Mois	Rapport de vote
17C(BC)49 17C(BC)51 17C(BC)63	17C(BC)53 17C(BC)56 17C(BC)66	17C(BC)67	17C(BC)69

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

Cette norme se réfère à la CEI 694: Clauses communes pour les normes de l'appareillage à haute tension, qui est applicable à moins qu'il ne soit spécifié autrement dans la présente norme. En vue de simplifier l'indication des exigences correspondantes, on utilise la même numérotation des articles et des paragraphes que dans la CEI 694. Les modifications à ces articles et paragraphes sont indiquées sous les mêmes références, tandis que les paragraphes complémentaires sont numérotés à partir de 101. Les annexes complémentaires sont repérées par les lettres AA, BB, etc.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

GAS-INSULATED METAL-ENCLOSED SWITCHGEAR FOR RATED VOLTAGES OF 72,5 kV AND ABOVE

FOREWORD

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

This standard has been prepared by Sub-Committee 17C: High-voltage enclosed switchgear and controlgear, of IEC Technical Committee No. 17: Switchgear and controlgear.

It replaces the second edition, issued in 1986.

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

Six Months' Rule	Report on Voting	Two Months' Procedure	Report on Voting
17C(CO)49	17C(CO)53	17C(CO)67	17C(CO)69
17C(CO)51	17C(CO)56		
17C(CO)63	17C(CO)66		

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

The standard refers to IEC 694: Common clauses for high-voltage switchgear and controlgear standards, which is applicable unless otherwise specified in this standard. In order to simplify the indication of corresponding requirements, the same numbering of clauses and subclauses is used as in IEC 694. Amendments to these clauses and subclauses are given under the same references whilst additional subclauses are numbered from 101. Additional annexes are lettered AA, BB, etc.

Les publications suivantes de la CEI sont citées dans la présente norme:

- Publications n^{os} 44-4 (1980): Transformateurs de mesure. Quatrième partie: Mesurage des décharges partielles.
- 50(151) (1978): Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), Chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques.
- 50(441) (1984): Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), Chapitre 441: Appareillage et fusibles.
- 56 (1987): Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension.
- 60-2 (1973): Techniques des essais à haute tension. Deuxième partie: Modalités d'essais.
- 129 (1984): Sectionneurs et sectionneurs de terre à courant alternatif.
- 137 (1984): Traversées isolées pour tensions alternatives supérieures à 1 000 V.
- 141 (---): Essais de câbles à huile fluide, à pression de gaz et de leurs dispositifs accessoires.
- 270 (1981): Mesurage des décharges partielles.
- 298 (1990): Appareillage sous enveloppe métallique pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV.
- 480 (1974): Guide relatif au contrôle de l'hexafluorure de soufre (SF₆) prélevé sur le matériel électrique.
- 529 (1989): Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP).
- 651 (1979): Sonomètres.
- 694 (1980): Clauses communes pour les normes de l'appareillage à haute tension.
- 859 (1986): Raccordement de câbles pour appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse de tension assignée égale ou supérieure à 72,5 kV.

The following IEC publications are quoted in this standard:

- Publications Nos. 44-4 (1980): Instrument transformers. Part 4: Measurement of partial discharges.
- 50(151) (1978): International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 151: Electrical and magnetic devices.
- 50(441) (1984): International Electrotechnical Vocabulary (IEV), Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses.
- 56 (1987): High-voltage alternating-current circuit-breakers.
- 60-2 (1973): High-voltage test techniques, Part 2: Test procedures.
- 129 (1984): Alternating current disconnectors and earthing switches.
- 137 (1984): Bushings for alternating voltages above 1 000 V.
- 141 (----): Tests on oil-filled and gas-pressure cables and their accessories.
- 270 (1981): Partial discharge measurements.
- 298 (1990): A.C. metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV.
- 480 (1974): Guide to the checking of sulphur hexafluoride (SF₆) taken from electrical equipment.
- 529 (1989): Degrees of protection provided by enclosures (IP Code).
- 651 (1979): Sound level meters.
- 694 (1980): Common clauses for high-voltage switchgear and controlgear standards.
- 859 (1986): Cable connections for gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages of 72,5 kV and above.

APPAREILLAGE SOUS ENVELOPPE MÉTALLIQUE À ISOLATION GAZEUSE DE TENSION ASSIGNÉE ÉGALE OU SUPÉRIEURE À 72,5 kV

1 Domaine d'application

La présente norme spécifie les exigences pour l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse dont l'isolation est réalisée, au moins partiellement, par un gaz isolant autre que l'air à la pression atmosphérique, pour courant alternatif de tension assignée égale ou supérieure à 72,5 kV, pour l'installation à l'intérieur et pour l'installation à l'extérieur, et pour des fréquences de service inférieures ou égales à 60 Hz.

Dans le cadre de la présente norme, le terme «appareillage» est utilisé pour «appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse».

L'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse auquel s'applique cette norme est constitué par des matériels individuels destinés à être directement raccordés entre eux et ne pouvant fonctionner que sous cette forme.

Cette norme complète et modifie, si nécessaire, les différentes normes spécifiques applicables aux matériels individuels constitutifs de l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse.

L'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse est, sauf spécification contraire, prévu pour être utilisé dans les conditions normales de service.

2 Conditions normales et spéciales de service

Se référer à l'article 2 de la CEI 694, avec la modification suivante:

A une altitude quelconque, les caractéristiques diélectriques de l'isolation interne sont identiques à celles qui sont mesurées au niveau de la mer. Pour cette isolation, par conséquent, aucune exigence n'est applicable concernant l'altitude.

3 Définitions

Pour les définitions des termes généraux utilisés dans cette norme, il est fait référence aux CEI 50(441) et 50(151). Les définitions suivantes s'appliquent dans le cadre de la présente norme:

3.101 *Appareillage de connexion*

Terme général applicable aux appareils de connexion et à leur combinaison avec les appareils de commande, de mesure, de protection et de réglage qui leur sont associés, ainsi qu'aux ensembles de tels appareils avec les connexions, les accessoires, les enveloppes et les supports correspondants, destinés en principe à être utilisés dans le domaine de la production, du transport, de la distribution et de la transformation de l'énergie électrique (VEI 441-11-02).

NOTE - Dans cette norme, le mot «appareillage» est utilisé comme une abréviation dans le sens d'appareillage de connexion.

GAS-INSULATED METAL-ENCLOSED SWITCHGEAR FOR RATED VOLTAGES OF 72,5 kV AND ABOVE

1 Scope

This standard specifies requirements for gas-insulated metal-enclosed switchgear in which the insulation is obtained, at least partly, by an insulating gas other than air at atmospheric pressure, for alternating current of rated voltages of 72,5 kV and above, for indoor and outdoor installation, and for service frequencies up to and including 60 Hz.

For the purpose of this standard the term "switchgear" is used for "gas-insulated metal-enclosed switchgear".

The gas-insulated metal-enclosed switchgear covered by this standard consists of individual components intended to be directly connected together and able to operate only in this manner.

This standard completes and amends, if necessary, the various relevant standards applying to the individual components constituting gas-insulated metal-enclosed switchgear.

Unless otherwise specified, the gas-insulated metal-enclosed switchgear is designed to be used under normal service conditions.

2 Normal and special service conditions

Refer to clause 2 of IEC 694, with the following modification:

At any altitude the dielectric characteristics of the internal insulation are identical with those measured at sea-level. For this insulation, therefore, no requirements concerning the altitude are applicable.

3 Definitions

For the definitions of general terms used in this standard, reference is made to IEC 50(441) and 50(151). The following definitions apply for the purpose of this standard:

3.101 *Switchgear*

A general term covering switching devices and their combination with associated control, measuring, protective and regulating equipment, also assemblies of such devices and equipment with associated interconnections, accessories, enclosures and supporting structures, intended in principle for use in connection with generation, transmission, distribution and conversion of electric energy (IEV 441-11-02).

3.102 *Appareillage sous enveloppe métallique*

Ensemble d'appareillage avec une enveloppe métallique externe destinée à être mise à la terre, entièrement terminé à l'exception des connexions extérieures (VEI 441-12-04).

3.103 *Appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse*

Appareillage de connexion sous enveloppe métallique dans laquelle l'isolation est obtenue, au moins partiellement, par un gaz isolant autre que l'air à la pression atmosphérique (VEI 441-12-05).

NOTE - Ce terme s'applique généralement à l'appareillage à haute tension.

3.104 *Unité de transport*

Partie d'un appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse pouvant être transportée sans être démontée.

3.105 *Enveloppe*

Partie d'un appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse contenant le gaz isolant dans les conditions prescrites nécessaires pour conserver avec sûreté le niveau d'isolement assigné, protégeant l'équipement contre les effets extérieurs et procurant un haut degré de protection pour les personnes.

3.106 *Compartiment*

Partie d'un appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse entièrement fermée à l'exception des ouvertures nécessaires aux connexions et à la commande.

NOTE - Un compartiment peut être désigné par le matériel principal qu'il contient, par exemple compartiment disjoncteur, compartiment jeu de barres.

3.107 *Matériel*

Partie essentielle du circuit principal ou du circuit de terre de l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse, qui possède une fonction spécifique (par exemple disjoncteur, sectionneur, interrupteur, fusible, transformateur de mesure, traversée, jeu de barres, etc.).

3.108 *Cloison*

Partie d'un appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse séparant un compartiment des autres compartiments (VEI 441-13-06).

3.109 *Traversée*

Dispositif servant à conduire un ou plusieurs conducteurs à travers une enveloppe en l'isolant de celle-ci; ce dispositif comporte les moyens de fixation sur l'enveloppe.

3.102 *Metal-enclosed switchgear and controlgear*

Switchgear and controlgear assemblies with an external metal enclosure intended to be earthed, and complete except for external connections (IEV 441-12-04).

3.103 *Gas-insulated metal-enclosed switchgear*

Metal-enclosed switchgear in which the insulation is obtained, at least partly, by an insulating gas other than air at atmospheric pressure (IEV 441-12-05).

NOTE - This term generally applies to high-voltage switchgear and controlgear.

3.104 *Transport unit*

A part of gas-insulated switchgear suitable for shipment without being dismantled.

3.105 *Enclosure*

A part of gas-insulated metal-enclosed switchgear retaining the insulating gas under the prescribed conditions necessary to maintain safely the rated insulation level, protecting the equipment against external influences and providing a high degree of protection to personnel.

3.106 *Compartment*

A part of gas-insulated metal-enclosed switchgear, totally enclosed except for openings necessary for interconnection and control.

NOTE - A compartment may be designated by the main component contained therein, e.g. circuit-breaker compartment, busbar compartment.

3.107 *Component*

An essential part of the main or earthing circuits of gas-insulated metal-enclosed switchgear which serves a specific function (for example circuit-breaker, disconnecter, switch, fuse, instrument transformer, bushing, busbar, etc.).

3.108 *Partition*

A part of gas-insulated metal-enclosed switchgear separating one compartment from other compartments (IEV 441-13-06).

3.109 *Bushing*

A structure carrying one or more conductors through an enclosure and insulating it therefrom, including the means of attachment.

3.110 *Circuit principal*

Toutes les parties conductrices d'un appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse qui font partie d'un circuit destiné à transporter l'énergie électrique (VEI 441-13-02).

3.111 *Circuit auxiliaire*

Toutes les parties conductrices d'un appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse insérées dans un circuit autre que le circuit principal, destinées à la commande, la mesure, la signalisation et la régulation (VEI 441-13-03).

NOTE - Les circuits auxiliaires d'un appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse comprennent les circuits de commande et les circuits auxiliaires des appareils de connexion.

3.112 *Valeur assignée*

Valeur d'une grandeur fixée, généralement par le constructeur, pour un fonctionnement spécifié de l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse (VEI 151-04-03).

NOTE - Voir l'article 4 pour les valeurs assignées particulières.

3.113 *Température de l'air ambiant (de l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse)*

Température, déterminée dans des conditions prescrites, de l'air qui entoure l'enveloppe externe de l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse.

3.114 *Température de calcul (de l'enveloppe)*

Température maximale pouvant être atteinte par l'enveloppe dans les conditions de service.

3.115 *Pression de calcul (de l'enveloppe)*

Pression retenue pour déterminer l'épaisseur de l'enveloppe.

3.116 *Décharge disruptive*

Phénomènes associés à la défaillance de l'isolation sous l'action d'une contrainte électrique, dans lesquels la décharge court-circuite complètement l'isolation en essai, réduisant la tension entre électrodes à une valeur nulle ou presque nulle.

NOTES

- 1 Ce terme s'applique à la rupture des diélectriques solides, liquides ou gazeux et à leurs combinaisons.
- 2 Une décharge disruptive dans un diélectrique solide occasionne la perte définitive de la rigidité diélectrique (isolation non autorégénératrice); dans les diélectriques liquides ou gazeux, cette perte peut n'être que momentanée (isolation autorégénératrice).
- 3 Le terme « amorçage » est utilisé lorsque la décharge disruptive se produit dans un diélectrique gazeux ou liquide. Le terme « contournement » est utilisé lorsque la décharge disruptive longe la surface d'un diélectrique solide entouré d'un gaz ou d'un liquide isolant. Le terme « perforation » est utilisé lorsque la décharge disruptive se produit à travers un diélectrique solide.

3.110 *Main circuit*

All the conductive parts of gas-insulated metal-enclosed switchgear included in a circuit which is intended to transmit electrical energy (IEV 441-13-02).

3.111 *Auxiliary circuit*

All the conductive parts of gas-insulated metal-enclosed switchgear included in a circuit (other than the main circuit) intended to control, measure, signal and regulate (IEV 441-13-03).

NOTE - The auxiliary circuits of gas-insulated metal-enclosed switchgear include the control and auxiliary circuits of the switching devices.

3.112 *Rated value*

A quantity value assigned, generally by a manufacturer, for a specified operating condition of gas-insulated metal-enclosed switchgear (IEV 151-04-03).

NOTE - See clause 4 for individual rated values.

3.113 *Ambient air temperature (of gas-insulated metal-enclosed switchgear)*

The temperature, determined under prescribed conditions, of the air surrounding the external enclosure of gas-insulated metal-enclosed switchgear.

3.114 *Design temperature (of the enclosure)*

The highest temperature which can be reached by the enclosure under service conditions.

3.115 *Design pressure (of the enclosure)*

The pressure used to determine the thickness of the enclosure.

3.116 *Disruptive discharge*

Phenomena associated with the failure of insulation under electric stress, in which the discharge completely bridges the insulation under test, reducing the voltage between the electrodes to zero or almost zero.

NOTES

- 1 The term applies to discharges in solid, liquid and gaseous dielectrics and to combinations of these.
- 2 A disruptive discharge in a solid dielectric produces permanent loss of dielectric strength (non-self-restoring insulation); in a liquid or gaseous dielectric, the loss may be only temporary (self-restoring insulation).
- 3 The term "sparkover" is used when a disruptive discharge occurs in a gaseous or liquid dielectric. The term "flashover" is used when a disruptive discharge occurs over the surface of a solid dielectric in a gaseous or liquid medium. The term "puncture" is used when a disruptive discharge occurs through a solid dielectric.

4 Caractéristiques assignées

Les caractéristiques assignées d'un appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse sont les suivantes:

- a) tension assignée et nombre de phases;
- b) niveau d'isolement assigné;
- c) fréquence assignée;
- d) courant assigné en service continu (pour les circuits principaux);
- e) courant de courte durée admissible assigné (pour les circuits principaux et les circuits de mise à la terre);
- f) valeur de crête du courant admissible assigné (pour les circuits principaux et les circuits de mise à la terre);
- g) durée de court-circuit assignée;
- h) valeurs assignées des matériels faisant partie de l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse, y compris leurs dispositifs de manœuvre et l'équipement auxiliaire;
- i) masse volumique assignée du gaz pour l'isolement.

La coordination des tensions assignées, des courants de courte durée admissibles assignés, des valeurs de crête du courant admissible assigné et des courants assignés en service continu de l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse est à l'étude.

4.1 Tension assignée

Se référer à 4.1 et 4.1.2 de la CEI 694 en ajoutant la valeur assignée 72,5 kV.

NOTE - Les matériels faisant partie de l'appareillage peuvent avoir leurs propres valeurs de tension assignée conformément aux normes correspondantes.

4.2 Niveau d'isolement assigné

Se référer à 4.2 de la CEI 694 en ajoutant l'alinéa suivant:

L'appareillage contient des matériels possédant un niveau d'isolement défini. Bien que l'on puisse, dans une grande mesure, éviter des défauts internes par le choix d'un niveau d'isolement convenable, il est recommandé d'envisager des moyens de limitation des surtensions externes (parafoudres, éclateurs de protection).

NOTES

- 1 En ce qui concerne les parties externes des traversées (si elles existent), se reporter à la CEI 137.
- 2 Les formes d'onde sont des formes de chocs de foudre et de chocs de manœuvre conventionnelles, dans l'attente des résultats d'études sur la tenue de ces matériels à d'autres types de chocs.
- 3 Il est recommandé de choisir entre les différents niveaux d'isolement correspondant à une tension assignée en effectuant des études de coordination d'isolement tenant également compte des surtensions transitoires engendrées par les manœuvres des matériels faisant partie de l'appareillage.

4 Rating

The rating of gas-insulated metal-enclosed switchgear comprises the following:

- a) rated voltage and number of phases;
- b) rated insulation level;
- c) rated frequency;
- d) rated normal current (for main circuits);
- e) rated short-time withstand current (for main and earthing circuits);
- f) rated peak withstand current (for main and earthing circuits);
- g) rated duration of short-circuit;
- h) rated values of the components forming part of gas-insulated metal-enclosed switchgear, including their operating devices and auxiliary equipment;
- i) rated density of gas for insulation.

The co-ordination of rated voltages, rated short-time withstand currents, rated peak withstand currents and rated normal currents of gas-insulated metal-enclosed switchgear is under consideration.

4.1 Rated voltage

Refer to 4.1 and 4.1.2 of IEC 694 with the addition of the rated value 72,5 kV.

NOTE - Components forming part of the switchgear may have individual values of rated voltage in accordance with the relevant standards.

4.2 Rated insulation level

Refer to 4.2 of IEC 694 with the addition of the following supplement:

The switchgear comprises components having a definite insulation level. Although internal faults can largely be avoided by the choice of a suitable insulation level, measures to limit external overvoltages (surge arresters, protective sparkgaps) should be considered.

NOTES

- 1 Regarding the external parts of bushings (if any), refer to IEC 137.
- 2 The waveforms are accepted lightning impulse and switching impulse shapes, pending the results of studies on the ability of this equipment to withstand other types of impulses.
- 3 The choice between alternative insulation levels for a particular rated voltage should be based on insulation co-ordination studies taking into account also the self-generated transient overvoltages due to switching.

4.3 *Fréquence assignée*

Se référer à 4.3 de la CEI 694 en ajoutant les valeurs assignées suivantes:

16 ²/₃ Hz et 25 Hz

4.4 *Courant assigné en service continu et échauffement*

4.4.1 *Courant assigné en service continu*

Se référer à 4.4.1 de la CEI 694 en ajoutant l'alinéa suivant:

Certains circuits principaux de l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse (par exemple jeux de barres, circuits d'alimentation, etc.) peuvent avoir des valeurs différentes de courant assigné en service continu. Il convient de choisir de préférence parmi les valeurs suivantes:

1 250 A – 2 000 A – 3 150 A – 4 000 A – 6 300 A

4.4.2 *Echauffement*

Se référer à 4.4.2 de la CEI 694 en ajoutant le complément suivant:

L'échauffement des matériels contenus dans l'appareillage qui font l'objet de normes hors du domaine d'application de la CEI 694 ne doit pas dépasser les limites d'échauffement autorisées par la norme particulière à ces matériels.

L'échauffement des enveloppes accessibles ne doit pas dépasser 30 K. Dans le cas d'enveloppes accessibles, mais non prévues pour être touchées pendant la manœuvre normale, la limite de l'échauffement peut être portée à 40 K.

NOTE - Dans le cas d'échauffement égal ou supérieur à 65 K pour des parties de l'enveloppe non accessibles à l'opérateur, toutes les précautions sont à prendre pour être sûr qu'aucun dommage n'est causé aux matériaux isolants voisins.

4.5 *Courant de courte durée admissible assigné*

Se référer à 4.5 de la CEI 694 en ajoutant l'alinéa suivant:

Il convient de choisir le courant de courte durée admissible assigné de préférence parmi les valeurs suivantes:

25 kA – 31,5 kA – 40 kA – 50 kA – 63 kA – 80 kA – 100 kA

4.6 *Valeur de crête du courant admissible assigné*

Se référer à 4.6 de la CEI 694.

NOTE - En principe le courant de courte durée admissible assigné et la valeur de crête du courant admissible assigné d'un circuit principal ne peuvent pas excéder les valeurs assignées correspondantes les plus faibles du matériel en série dans le circuit.

4.3 *Rated frequency*

Refer to 4.3 of IEC 694 with the addition of the following rated values:

16 ²/₃ Hz and 25 Hz

4.4 *Rated normal current and temperature rise*

4.4.1 *Rated normal current*

Refer to 4.4.1 of IEC 694 with the addition of the following paragraph:

Some main circuits of gas-insulated metal-enclosed switchgear (e.g. busbars, feeder circuits, etc.) may have different values of rated normal current. They should preferably be selected from the following values:

1 250 A – 2 000 A – 3 150 A – 4 000 A – 6 300 A

4.4.2 *Temperature rise*

Refer to 4.4.2 of IEC 694 with the addition of the following supplement:

The temperature rise of components contained in the switchgear which are subject to standards not covered by the scope of IEC 694 shall not exceed the temperature-rise limits permitted in the relevant standard for those components.

The temperature rise for accessible enclosures shall not exceed 30 K. In the case of enclosures which are accessible but need not be touched during normal operation, the temperature-rise limit may be increased to 40 K.

NOTE - When applying a temperature rise equal to or higher than 65 K for parts of the enclosure not accessible to the operator, every precaution is to be taken to ensure that no damage is caused to the surrounding insulating materials.

4.5 *Rated short-time withstand current*

Refer to 4.5 of IEC 694 with the addition of the following paragraph:

The rated short-time withstand current should preferably be selected from the following values:

25 kA – 31,5 kA – 40 kA – 50 kA – 63 kA – 80 kA – 100 kA

4.6 *Rated peak withstand current*

Refer to 4.6 of IEC 694.

NOTE - In principle, the rated short-time withstand current and the rated peak withstand current of a main circuit cannot exceed the corresponding rated values of the weakest of its series connected components.

4.7 *Durée de court-circuit assignée*

Se référer à 4.7 de la CEI 694.

4.8 *Tension assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires*

Se référer à 4.8 de la CEI 694.

4.9 *Fréquence assignée d'alimentation des dispositifs de manœuvre et des circuits auxiliaires*

Se référer à 4.9 de la CEI 694 en ajoutant l'alinéa suivant:

La fréquence assignée d'alimentation des dispositifs de manœuvre et des circuits auxiliaires est la fréquence pour laquelle sont déterminées les conditions de fonctionnement et d'échauffement de ces dispositifs et de ces circuits.

4.10 *Pression assignée d'alimentation en gaz comprimé des organes de manœuvre*

Se référer à 4.10 de la CEI 694 en ajoutant l'alinéa suivant:

Il faut entendre, par «pression d'alimentation en gaz comprimé», la pression mesurée dans le réservoir immédiatement avant le fonctionnement.

4.101 *Masse volumique assignée du gaz pour l'isolement*

La masse volumique assignée du gaz pour l'isolement est la masse volumique fixée par le constructeur pour laquelle est prévue l'utilisation en service de l'appareillage.

La masse volumique minimale de gaz est la valeur de la masse volumique fixée par le constructeur à laquelle et au-dessus de laquelle le niveau d'isolement assigné est assuré.

Un ensemble d'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse peut avoir plusieurs masses volumiques assignées et plusieurs masses volumiques minimales de gaz pour l'isolement, différentes suivant les compartiments.

5 **Conception et construction**

L'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse doit être construit de telle façon que les opérations normales d'exploitation, de contrôle et de maintenance, la mise à la terre des câbles raccordés, la localisation des défauts dans les câbles, les essais diélectriques des câbles ou des autres appareils raccordés et la suppression des charges électrostatiques dangereuses puissent être effectués sans risque, y compris la vérification de l'ordre de succession des phases après installation et après extension.

La conception de l'équipement doit être telle que le déplacement des fondations ou les effets thermiques admissibles et acceptés ne réduisent pas les caractéristiques assignées de l'équipement.

Tous les matériels de construction et de caractéristiques identiques susceptibles d'être remplacés doivent être interchangeables.

4.7 *Rated duration of short-circuit*

Refer to 4.7 of IEC 694.

4.8 *Rated supply voltage of closing and opening devices and auxiliary circuits*

Refer to 4.8 of IEC 694.

4.9 *Rated supply frequency of operating devices and auxiliary circuits*

Refer to 4.9 of IEC 694 with the addition of the following paragraph:

The rated supply frequency of operating devices and auxiliary circuits is the frequency at which the conditions of operation and temperature rise of these devices and circuits are determined.

4.10 *Rated pressure of compressed gas supply for operating mechanisms*

Refer to 4.10 of IEC 694 with the addition of the following paragraph:

The pressure of the compressed gas supply is understood to be the pressure measured in the reservoir immediately before the operation.

4.101 *Rated density of gas for insulation*

The rated density of gas for insulation is the density assigned by the manufacturer at which the switchgear is intended to be used in service.

The minimum gas density is the value of the density assigned by the manufacturer at and above which the rated insulation level applies.

Gas-insulated metal-enclosed switchgear may have several rated and minimum gas densities for insulation, differing from one compartment to another.

5 **Design and construction**

Gas-insulated metal-enclosed switchgear shall be designed so that normal service, inspection and maintenance operations, earthing of connected cables, locating of cable faults, voltage tests on connected cables or other apparatus and the elimination of dangerous electrostatic charges, can be carried out safely, including the checking of phase sequence after erection and extension.

The design of the equipment shall be such that the agreed permitted movement of foundations or thermal effects do not impair the assigned performance of the equipment.

All components of the same rating and construction which may need to be replaced shall be interchangeable.

Les matériels divers contenus dans l'enveloppe sont soumis aux normes particulières les concernant, sauf lorsque ces dernières sont modifiées par la présente norme.

5.1 Exigences pour les liquides utilisés dans l'appareillage

Se référer à 5.1 de la CEI 694.

5.2 Exigences pour les gaz utilisés dans l'appareillage

Se référer à 5.2 de la CEI 694.

NOTE - Pour le contrôle de l'hexafluorure de soufre en service, voir la CEI 480.

5.3 Mise à la terre

Se référer à 5.3 de la CEI 694.

5.3.101 Mise à la terre des circuits principaux

Pour assurer la sécurité lors de travaux de maintenance, toutes les parties des circuits principaux auxquelles il est prévu ou nécessaire d'accéder doivent pouvoir être mises à la terre. De plus, il doit être possible, après ouverture de l'enveloppe, de raccorder des prises de terre pendant la durée des travaux.

La mise à la terre peut être réalisée par:

- a) des sectionneurs de terre avec un pouvoir de fermeture égal à la valeur de crête du courant admissible assigné, si l'on n'a pas la certitude de la mise hors tension du circuit raccordé;
- b) des sectionneurs de terre sans pouvoir de fermeture ou avec un pouvoir de fermeture inférieur à la valeur de crête du courant admissible assigné, si l'on a la certitude de la mise hors tension du circuit raccordé;
- c) des dispositifs amovibles de mise à la terre, seulement après accord entre constructeur et utilisateur.

5.3.102 Mise à la terre de l'enveloppe

Les enveloppes doivent pouvoir être connectées à la terre. Toutes les parties métalliques prévues pour être mises à la terre et ne faisant pas partie d'un circuit principal ou auxiliaire sont connectées à la terre. Pour l'interconnexion des enveloppes, charpentes, etc., l'assemblage (par exemple par boulonnage ou soudage) est considéré comme suffisant pour assurer la continuité électrique.

La continuité des circuits de mise à la terre doit être assurée compte tenu des sollicitations thermiques et électriques causées par les courants susceptibles de les traverser.

5.4 Equipement auxiliaire

Se référer à 5.4 de la CEI 694.

5.5 Fermeture dépendante à source d'énergie extérieure

Se référer à 5.5 de la CEI 694.

The various components contained within the enclosure are subject to their relevant standards except where modified by this standard.

5.1 *Requirements for liquids in switchgear and controlgear*

Refer to 5.1 of IEC 694.

5.2 *Requirements for gases in switchgear and controlgear*

Refer to 5.2 of IEC 694.

NOTE - For checking of sulphur hexafluoride in service, refer to IEC 480.

5.3 *Earthing*

Refer to 5.3 of IEC 694.

5.3.101 *Earthing of the main circuits*

To ensure safety during maintenance work all parts of the main circuits to which access is required or provided shall be capable of being earthed. In addition, it shall be possible, after the opening of the enclosure, to connect earth electrodes for the duration of the work.

Earthing may be made by:

- a) earthing switches with a making capacity equal to the rated peak withstand current, if there is no certainty that the circuit connected is not live;
- b) earthing switches without a making capacity or with a making capacity lower than the rated peak withstand current, if there is certainty that the circuit connected is not live;
- c) removable earthing devices, only by agreement between manufacturer and user.

5.3.102 *Earthing of the enclosure*

The enclosures shall be capable of being connected to earth. All metal parts intended to be earthed, which do not belong to a main or an auxiliary circuit, shall be connected to earth. For the interconnection of enclosures, frames, etc., fastening (e.g. bolting or welding) is acceptable for providing electrical continuity.

The continuity of the earthing circuits shall be ensured taking into account the thermal and electrical stresses caused by the current they may have to carry.

5.4 *Auxiliary equipment*

Refer to 5.4 of IEC 694.

5.5 *Dependent power closing*

Refer to 5.5 of IEC 694.

5.6 *Fermeture à accumulation d'énergie*

Se référer à 5.6 de la CEI 694.

5.7 *Fonctionnement des déclencheurs*

Se référer à 5.7 de la CEI 694.

5.8 *Verrouillages à basse et à haute pression*

Se référer à 5.8 de la CEI 694 en ajoutant le complément suivant:

Pour l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse, il est recommandé de prévoir un signal lorsque la masse volumique, ou la pression de gaz pour l'isolement a atteint la valeur minimale (voir 4.101).

5.9 *Plaques signalétiques*

Se référer à 5.9 de la CEI 694 en ajoutant le complément suivant:

L'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse, tous les dispositifs de manœuvre et matériels principaux, tels que définis par accord entre constructeur et utilisateur, doivent être munis de plaques signalétiques durables et clairement lisibles qui contiennent les renseignements suivants:

- le nom du constructeur ou la marque de fabrique;
- la désignation du type ou un numéro de série.

Il est recommandé de donner également les indications suivantes:

- tension assignée;
- courants assignés en service continu pour les barres omnibus et les circuits;
- fréquence assignée;
- courant de courte durée admissible assigné;
- pression assignée pour la manœuvre;
- masse volumique minimale de gaz pour l'isolement;
- pression de calcul pour les enveloppes.

Les plaques signalétiques individuelles des matériels peuvent être simplifiées pourvu que les renseignements communs à un même ensemble d'appareillage figurent sur une plaque signalétique.

NOTE - Il n'est pas utile de faire apparaître le mot «assigné» sur les plaques signalétiques.

5.101 *Degré de protection*

5.101.1 *Degré de protection des circuits principaux*

Il n'existe aucune prescription pour le circuit principal ni pour les parties qui lui sont directement raccordées.

5.6 *Stored energy closing*

Refer to 5.6 of IEC 694.

5.7 *Operation of releases*

Refer to 5.7 of IEC 694.

5.8 *Low and high pressure interlocking devices*

Refer to 5.8 of IEC 694 with the addition of the following supplement:

For gas-insulated metal-enclosed switchgear it is recommended that a signal be provided when the gas density or gas pressure for insulation has fallen to the minimum value (see 4.101).

5.9 *Nameplates*

Refer to 5.9 of IEC 694 with the addition of the following supplement:

Gas-insulated metal-enclosed switchgear, all its operating devices and main components, as agreed between manufacturer and user, shall be provided with durable and clearly legible nameplates which shall contain the following information:

- manufacturer's name or trade mark;
- type designation or serial number.

It is recommended that the following data are also given:

- rated voltage;
- rated normal currents for busbars and circuits;
- rated frequency;
- rated short-time withstand current;
- rated pressure for operation;
- minimum gas density for insulation;
- design pressure for enclosures.

The individual nameplates of the components can be simplified provided common information for the switchgear is stated on one nameplate.

NOTE - The word "rated" need not appear on the nameplates.

5.101 *Degree of protection*

5.101.1 *Degree of protection for the main circuits*

No specification applies to the main circuit and parts directly connected thereto.

5.101.2 Degré de protection des circuits auxiliaires et des parties en mouvement

Le degré de protection des personnes contre le contact avec les parties actives des circuits auxiliaires et les parties en mouvement (autres que les arbres lisses en rotation et les embellages) est indiqué par l'une des désignations spécifiées au tableau I.

Le chiffre caractéristique indique le degré de protection procuré par l'enveloppe vis-à-vis des personnes et aussi de l'équipement intérieur à l'enveloppe.

Le tableau I donne le détail des objets qui seront «exclus» de l'enveloppe pour chacun des degrés de protection.

Le terme «exclu» implique soit qu'une partie du corps ou un objet tenu par une personne n'entrera pas dans l'enveloppe, soit, si elle ou il entre, qu'une distance d'isolement adéquate sera maintenue et qu'aucune partie en mouvement ne sera touchée.

L'équipement pour l'installation à l'extérieur prévu avec une protection appropriée à ces conditions est repéré par la lettre caractéristique W placée immédiatement à la suite des lettres IP.

Les conditions particulières de service sont à considérer (voir l'article 2) afin de protéger l'équipement contre les agents atmosphériques.

Tableau 1 – Degrés de protection contre la pénétration de corps solides étrangers et contre l'accès à des parties actives ou en mouvement

Désignation	Définition
IP2X	Protégé contre les corps solides de plus de 12 mm de diamètre et les doigts ou objets analogues ne dépassant pas 80 mm de longueur
IP3X	Protégé contre outils, fils, etc., de diamètre ou d'épaisseur supérieurs à 2,5 mm et corps solides de plus de 2,5 mm de diamètre
IP4X	Protégé contre fils ou bandes de diamètre ou d'épaisseur supérieurs à 1,0 mm et corps solides de plus de 1,0 mm de diamètre
IP5X	Protégé contre la poussière; la pénétration de la poussière n'est pas totalement empêchée, mais la poussière ne peut pas entrer en quantité suffisante pour nuire au bon fonctionnement de l'équipement

NOTE - La désignation du degré de protection correspond à la CEI 529. Aucun degré de protection des circuits auxiliaires contre l'entrée nuisible d'eau n'est prescrit. Dans le cas du IP5X, la catégorie 2 est applicable.

5.102 Défaut interne

5.102.1 Généralités

La probabilité d'un défaut conduisant à un arc dans l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse construit selon cette norme est faible. Cela résulte de l'utilisation d'un fluide isolant autre que l'air à la pression atmosphérique, exempt de pollution,

5.101.2 Degree of protection for auxiliary circuits and moving parts

The degree of protection of persons against contact with live parts of auxiliary circuits and with any moving part (other than smooth rotating shafts and moving linkages) shall be indicated by means of one of the designations specified in table 1.

The characteristic numeral indicates the degree of protection provided by the enclosure with respect to persons, also to the equipment inside the enclosure.

Table 1 gives details of objects which will be "excluded" from the enclosure for each of the degrees of protection.

The term "excluded" implies that a part of the body or an object held by a person, either will not enter the enclosure or, if it enters, that adequate clearance will be maintained and no moving part will be touched.

Equipment for outdoor installation provided with appropriate protection features shall be indicated by the characteristic letter W placed immediately after the letters IP.

The relevant service conditions shall be observed (see clause 2) in order to protect the equipment against atmospheric agents.

Table 1 – Degrees of protection against ingress of foreign solid objects and against access to live or moving parts

Designation	Definition
IP2X	Protected against solid objects greater than 12 mm in diameter and fingers or similar objects not exceeding 80 mm in length
IP3X	Protected against tools, wires, etc., of diameter or thickness greater than 2,5 mm and solid objects exceeding 2,5 mm in diameter
IP4X	Protected against wires or strips of diameter or thickness greater than 1,0 mm and solid objects exceeding 1,0 mm in diameter
IP5X	Dust-protected; the ingress of dust is not totally prevented but dust does not interfere with satisfactory operation of the equipment

NOTE - The designation of the degree of protection corresponds to IEC 529. No degree of protection for auxiliary circuits against harmful ingress of water is specified. In case of IP5X, category 2 is applicable.

5.102 Internal fault

5.102.1 General

A fault leading to arcing within gas-insulated metal-enclosed switchgear built to this standard has a low order of probability. This results from the application of an insulating fluid other than air at atmospheric pressure which will not be altered by pollution, humidity or

d'humidité ou de vermine. De plus, les qualités de l'isolation peuvent être vérifiées par des essais diélectriques sur des unités assemblées en usine ou sur le site. Si la probabilité d'un tel défaut est faible, la probabilité que celui-ci se produise en présence de personnel est encore plus faible, en particulier parce que les postes à isolation gazeuse sont des zones d'opération électrique fermées dont l'accès n'est permis qu'au personnel autorisé.

Des exemples de dispositions pour éviter les arcs dus à un défaut interne, et pour limiter leur durée et leurs conséquences sont:

- la coordination de l'isolement;
- la limitation et la surveillance des fuites de gaz;
- la protection rapide;
- les dispositifs de court-circuitage rapide des arcs;
- les verrouillages entre les appareils de connexion;
- la commande à distance;
- les décharges de pression, internes et/ou externes;
- le contrôle de la main-d'oeuvre sur le site.

En principe des dispositions sont également prises pour réduire les effets de défauts internes conduisant à un arc sur la continuité de service de l'appareillage. L'effet d'un arc est, en principe, limité au compartiment dans lequel il s'est produit, ou aux autres compartiments de la section en défaut, si un dispositif de décharge de pression est utilisé entre compartiments dans cette section. Après séparation et isolation du compartiment ou de la section, le rétablissement du fonctionnement normal de l'équipement restant est, en principe, possible.

Si, en dépit des dispositions prises, un essai est décidé par accord entre constructeur et utilisateur pour vérifier l'effet de l'arc dû à un défaut interne, il convient de conduire cet essai selon le 6.106.

Dans le cas d'appareillage monophasé sous enveloppe installé dans des réseaux à neutre isolé ou mis à la terre par bobine d'extinction, et équipé d'une protection pour limiter la durée des défauts internes à la terre, les essais ne sont normalement pas nécessaires.

5.102.2 *Effets externes de l'arc*

Afin d'atteindre une protection élevée pour le personnel, les effets externes d'un arc doivent être limités (par un système approprié de protection) à l'apparition d'un trou ou d'une déchirure sur l'enveloppe, sans fragmentation.

Le constructeur doit fournir des informations suffisantes concernant le système de protection employé.

Le constructeur et l'utilisateur peuvent convenir d'une durée pendant laquelle un arc dû à un défaut interne, jusqu'à une valeur donnée du courant de court-circuit, ne causera pas d'effets externes.

5.102.3 *Localisation du défaut interne*

Il convient que le constructeur de l'appareillage propose des mesures appropriées pour la localisation des défauts, lorsque l'utilisateur le demande.

vermin. Further, the insulating qualities may be checked by dielectric tests on assembled units in the factory and on site. While the probability of such a fault is low, the probability of a fault occurring with personnel present is even lower, especially since gas-insulated sub-stations are closed electrical operating areas, the access to which is permitted only to authorized personnel.

Examples of measures to avoid arcing due to an internal fault and to limit duration and consequences are:

- insulation co-ordination;
- gas-leakage limitation and control;
- high-speed protection;
- high-speed arc short-circuiting devices;
- interlocking of switching devices;
- remote control;
- internal and/or external pressure reliefs;
- checking of workmanship on site.

Arrangements should also be made to minimize the effects of internal faults leading to arcing on the continued service capability of the switchgear. The effect of an arc should be confined to the compartment in which the arc has been initiated, or to the other compartments in the faulty section, if pressure relief is used between compartments within this section. After disconnection of the compartment or section, restoration of the normal operation of the remaining equipment should be possible.

If, in spite of the measures taken, a test is agreed between manufacturer and user to verify the effect of arcing due to an internal fault, this test should be in accordance with 6.106.

Tests would normally not be necessary in the case of single-phase enclosed switchgear installed in isolated neutral or resonant earthed systems and equipped with a protection to limit the duration of internal earth faults.

5.102.2 *External effects of the arc*

In order to provide a high protection to personnel the external effects of an arc shall be limited (by a suitable protective system) to the appearance of a hole or tear in the enclosure without any fragmentation.

The manufacturer shall provide sufficient information regarding the protective system employed.

Manufacturer and user may agree upon a time during which an arc due to an internal fault up to a given value of short-circuit current will cause no external effects.

5.102.3 *Internal fault location*

The manufacturer of the switchgear should propose appropriate measures for fault location, if required by the user.

5.103 Enveloppes

5.103.1 Généralités

L'enveloppe est en métal, reliée en permanence à la terre et capable de résister aux pressions normales et transitoires auxquelles elle est soumise en service.

Bien que les enveloppes d'équipement à remplissage de gaz conforme à la présente norme soient en service sous pression permanente, elles sont soumises à des conditions de service particulières qui les différencient des réservoirs d'air comprimé ou des réservoirs de stockage similaires. Ces conditions sont:

- non seulement les enveloppes enferment le circuit principal pour empêcher toute approche dangereuse des parties actives ou en mouvement, mais encore ont-elles les formes nécessaires pour assurer le niveau d'isolement assigné (voir 4.2) de l'équipement lorsqu'elles sont remplies à une masse volumique égale ou supérieure à la masse volumique minimale de gaz pour l'isolement (voir 4.101) (des considérations d'ordre électrique plutôt que mécanique sont déterminantes pour le choix des formes et des matériaux utilisés);
- les enveloppes sont remplies normalement avec un gaz non corrosif, complètement sec, stable et inerte; comme il est fondamental pour le bon fonctionnement de l'appareillage de maintenir ce gaz dans cet état avec seulement de faibles variations de pression, et comme les enveloppes ne seront pas soumises à une corrosion interne, la prise en compte de ces facteurs est inutile pour la conception des enveloppes (cependant il convient de tenir compte des effets possibles des vibrations transmises);
- la pression de service est relativement faible.

Pour l'installation à l'extérieur, le constructeur doit tenir compte de l'influence des conditions climatiques (voir article 2).

5.103.2 Conception des enveloppes

Les parois des enveloppes doivent avoir une épaisseur déterminée d'après la pression de calcul et d'après les durées minimales suivantes avant perforation par l'arc:

- 0,1 s pour les courants de 40 kA ou plus;
- 0,2 s pour les courants plus faibles.

En attendant la normalisation d'une procédure reconnue internationalement, les méthodes pour le calcul de l'épaisseur et la construction des enveloppes soudées ou moulées peuvent être choisies dans des codes reconnus de réservoirs à pression, en prenant comme base la température et la pression de calcul définies par la présente norme.

NOTE - Pour la conception d'une enveloppe, il convient, en principe, de tenir compte des données suivantes:

- a) mise à vide éventuelle de l'enveloppe au cours des opérations normales de remplissage;
- b) différence totale de pression possible, de part et d'autre des parois de l'enveloppe ou des cloisons;
- c) pression résultant d'une fuite accidentelle entre compartiments pour des compartiments adjacents remplis à des pressions de service différentes;
- d) possibilité d'apparition d'un défaut interne (voir 5.102).

5.103 Enclosures

5.103.1 General

The enclosure shall be of metal, permanently earthed and capable of withstanding the normal and transient pressures to which it is subjected in service.

While the enclosures of gas-filled equipment conforming to this standard are permanently pressurized in service they are subjected to particular conditions of service which distinguish them from compressed air receivers and similar storage vessels. These conditions are:

- enclosures envelop the main circuit not only to prevent hazardous approach to live or moving parts but are so shaped that when filled at or above the minimum gas density for insulation (see 4.101) they ensure that the rated insulation level (see 4.2) for the equipment is achieved (electrical rather than mechanical considerations predominate in determining the shape and materials employed);
- enclosures are normally filled with a non-corrosive gas, thoroughly dried, stable and inert; since measures to maintain the gas in this condition with only small fluctuations in pressure are fundamental to the operation of the switchgear and since the enclosures will not be subject to internal corrosion, there is no need to make allowances for these factors in determining the design of the enclosures (however, the effect of possible transmitted vibrations should be taken into account);
- the service pressure employed is relatively low.

For outdoor installation, the manufacturer shall take into account the influence of climatic conditions (see clause 2).

5.103.2 Design of enclosures

The wall thickness of the enclosure shall be based on the design pressure as well as the following minimum withstand durations without burn-through:

- 0,1 s for currents of 40 kA and above;
- 0,2 s for lower currents.

Pending international agreement on a standard procedure, methods for the calculation of the thickness and the construction of enclosures either by welding or casting may be chosen from established pressure vessel codes based on the design temperature and design pressure defined in this standard.

NOTE - When designing an enclosure, account should also be taken of the following:

- a) the possible evacuation of the enclosure as part of the normal filling process;
- b) the full differential pressure possible across the enclosure walls or partitions;
- c) the resulting pressure in the event of an accidental leak between the compartments in the case of adjacent compartments having different service pressures;
- d) the possibility of the occurrence of an internal fault (see 5.102).

La température de calcul d'une enveloppe est généralement la limite supérieure de la température de l'air ambiant, augmentée de l'échauffement dû au passage du courant assigné en service continu. Il convient de tenir compte du rayonnement solaire en cas d'effet significatif de celui-ci.

La pression de calcul d'une enveloppe est au moins égale à la pression maximale atteinte à l'intérieur de l'enveloppe à la température de calcul.

Pour déterminer la pression de calcul de l'enveloppe, la température du gaz est supposée égale à la moyenne des températures maximales de l'enveloppe et du conducteur de circuit principal sous le courant assigné en service continu, à moins que la pression de calcul ne puisse être déduite des résultats découlant d'essais d'échauffement.

Pour démontrer que les enveloppes et parties d'enveloppes, dont la résistance n'a pas été complètement calculée, satisfont aux exigences requises, il doit être procédé à des épreuves (voir 6.104).

Les matériaux utilisés dans la construction des enveloppes doivent avoir des caractéristiques mécaniques minimales connues et certifiées, servant de base aux calculs et/ou aux épreuves. Le constructeur est responsable du choix des matériaux et du respect de ces caractéristiques minimales, d'après des certificats de fournisseurs ou d'après des essais faits par lui-même ou d'après les deux à la fois.

5.103.3 *Étanchéité au gaz*

Puisqu'un gaz comprimé est utilisé pour l'isolement, un degré élevé d'étanchéité est demandé pour l'enveloppe. Le constructeur indique, en principe, le taux de fuite de gaz admissible par an ou par jour, et l'intervalle entre compléments de remplissage pour chaque type de compartiment et pour l'installation complète conformément à l'annexe DD.

Sur demande de l'utilisateur, en vue de permettre d'effectuer la maintenance dans un compartiment lorsque les compartiments voisins contiennent un gaz sous pression, il convient également que le constructeur indique le taux de fuite de gaz admissible à travers les cloisons.

5.104 *Cloisons*

L'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse est divisé en compartiments en vue de répondre aux conditions normales de fonctionnement et d'obtenir une limitation des effets d'un arc à l'intérieur du compartiment (voir 5.102.1).

A cet effet, des cloisons sont nécessaires afin d'assurer que les caractéristiques diélectriques dans un compartiment ne sont pas altérées de façon importante lorsqu'un compartiment voisin est soumis à une pression réduite par suite de fuites ou d'opérations de maintenance. Les cloisons sont généralement constituées par un matériau isolant mais ne sont pas destinées à assurer par elles-mêmes la sécurité électrique des personnes, sécurité pour laquelle d'autres moyens, tels que la mise à la terre de l'équipement, peuvent être nécessaires. Toutefois, les cloisons assurent la sécurité mécanique vis-à-vis de la pression normale du gaz qui existe encore dans le compartiment voisin.

Une cloison séparant un compartiment rempli d'un gaz isolant d'un compartiment voisin rempli de liquide, tel qu'une boîte à câbles ou un transformateur de tension, ne doit pas comporter de fuite affectant les propriétés diélectriques des deux milieux.

The design temperature of the enclosure is generally the upper limit of ambient air temperature increased by the temperature rise due to the flow of rated normal current. Solar radiations should be taken into account when they have a significant effect.

The design pressure of the enclosure is at least the upper limit of the pressure reached within the enclosure at the design temperature.

In determining the design pressure of the enclosure, the gas temperature shall be taken as the mean of the upper limits of the enclosure temperature and the main circuit conductor temperature with rated normal current flowing unless the design pressure can be established from existing temperature-rise test records.

For enclosures and parts thereof, the strength of which has not been fully determined by calculation, proof tests (see 6.104) shall be performed to demonstrate that they fulfil the requirements.

Materials used in the construction of enclosures shall be of known and certified minimum physical properties on which calculations and/or proof tests are based. The manufacturer shall be responsible for the selection of the materials and the maintenance of these minimum properties, based on certification of the material supplier, or tests conducted by the manufacturer, or both.

5.103.3 *Gas tightness*

Because compressed gas is used for insulation a high degree of tightness is required for the enclosure. The permissible annual or daily escape of gas and the time between refillings for each type of compartment and for the complete installation should be stated by the manufacturer in accordance with annex DD.

If requested by the user, in order to permit maintenance in a compartment when adjacent compartments contain gas under pressure, the permissible gas leakage across partitions should also be stated by the manufacturer.

5.104 *Partitions*

Gas-insulated metal-enclosed switchgear shall be divided into compartments in such a manner that both the normal operating conditions are met and a limitation of the effects of an arc inside the compartment is obtained (see 5.102.1).

For this purpose partitions are required to ensure that the dielectric characteristics in one compartment are not substantially altered when an adjacent compartment is at reduced pressure due to leaks or maintenance operations. They are generally of insulating material but are not intended by themselves to provide electrical safety of personnel, for which other means such as earthing of the equipment may be necessary; they shall, however, provide mechanical safety against the normal gas pressure still present in the adjacent compartment.

A partition separating a compartment filled with insulating gas from a neighbouring compartment filled with liquid, such as a cable box or a voltage transformer, shall not show any leakage affecting the dielectric properties of the two media.

5.105 *Décharge de pression*

Les dispositifs de décharge de pression prévus conformément au présent paragraphe sont placés de façon à réduire au minimum le danger pour un opérateur pendant qu'il effectue les tâches normales d'exploitation dans le poste à isolation gazeuse si des gaz ou vapeurs s'échappent sous pression.

NOTE - Le terme «dispositif de décharge de pression» recouvre à la fois: des soupapes de décharge caractérisées par une pression d'ouverture et une pression de refermeture; des dispositifs de décharge sans refermeture, tels que des diaphragmes ou des disques de rupture.

5.105.1 *Soupapes de décharge pour limiter la pression maximale de remplissage*

Dans le cas d'enveloppes reliées en permanence à une source de gaz comprimé, on ne peut pas se fier aux dispositifs de régulation de pression pour éviter toute surpression. Des soupapes de décharge de section suffisante sont prévues afin d'empêcher que la pression à l'intérieur de l'enveloppe dépasse de plus de 10 % la pression de calcul en cas de défaillance des dispositifs de régulation de pression.

Dans le cas d'enveloppes non reliées en permanence à une source de gaz comprimé, une soupape de décharge est montée sur le tuyau de remplissage afin d'empêcher que la pression dépasse de plus de 10 % la pression de calcul pendant le remplissage de l'enveloppe. En variante, la soupape peut être montée sur l'enveloppe elle-même.

Après une ouverture, une soupape de décharge doit se refermer avant que la pression ne soit descendue à 75 % de la pression de calcul.

Il est recommandé de choisir la pression de remplissage en tenant compte de la température du gaz au moment du remplissage, par exemple en utilisant des manomètres avec compensation de température.

5.105.2 *Dispositifs de décharge pour limiter l'élévation de pression en cas de défaut interne*

Comme après un arc dû à un défaut interne les enveloppes endommagées seront remplacées, les dispositifs de décharge de pression n'ont besoin d'être dimensionnés que pour limiter les effets externes de l'arc (voir 5.102.2).

Dans certaines constructions, la décharge de pression peut être réalisée par la perforation de l'enveloppe par l'arc en des points prédéterminés. Si de tels moyens sont utilisés, le trou résultant est réputé être un dispositif de décharge de pression et il convient donc qu'il soit conforme à 5.105.

NOTES

1 Dans le cas d'un défaut interne provoquant la déformation plastique d'une enveloppe, il est recommandé de vérifier l'absence de déformation sur les enveloppes voisines.

2 En cas d'emploi de disques de rupture pour la décharge de pression, il convient de porter une attention particulière à leur pression de rupture, comparée à la pression de calcul de l'enveloppe (voir 3.115) pour diminuer les risques de rupture intempestive des disques.

5.106 *Sectionneurs et sectionneurs de terre*

Les dispositifs assurant la distance de sectionnement entre conducteurs à haute tension sont considérés comme des sectionneurs qui satisfont à la CEI 129. Les 6.102 et 7.104 décrivent des exigences supplémentaires.

5.105 *Pressure relief*

Pressure relief devices in accordance with this subclause shall be arranged so as to minimize the danger to an operator during the time he is performing his normal operating duties in the gas-insulated substation if gases or vapours are escaping under pressure.

NOTE - The term "pressure relief device" includes both: pressure relief valves, characterized by an opening pressure and a closing pressure; non-reclosing pressure relief devices, such as diaphragms and bursting disks.

5.105.1 *Pressure relief valves to limit maximum filling pressure*

In the case of an enclosure permanently connected to a compressed gas supply, the devices employed for pressure regulation cannot be relied upon to prevent overpressure. Pressure relief valves of adequate size shall be fitted to prevent the pressure within the enclosure from rising to more than 10 % above the design pressure in the event of failure of the pressure regulation means.

In the case of enclosures not permanently connected to a compressed gas supply, a pressure relief valve shall be fitted to the filling pipe to prevent the gas pressure from rising to more than 10 % above the design pressure during the filling of the enclosure. Alternatively the valve may be fitted to the enclosure itself.

After an opening operation of a pressure relief valve, it shall reclose before the pressure has fallen to 75 % of the design pressure.

The filling pressure should be chosen to take into account the gas temperature at the time of filling, for example checking by temperature-compensated pressure gauges.

5.105.2 *Pressure relief devices to limit pressure rise in the case of an internal fault*

Since after an arc due to an internal fault the damaged enclosures will be replaced, pressure relief devices need only be proportioned to limit the external effects of the arc (see 5.102.2).

In some designs pressure relief may be achieved by allowing the arc to burn through the enclosure at designated points. Where such means are employed the resultant hole is deemed to be a pressure relief device and consequently should fulfil the requirements given in 5.105.

NOTES

1 In the case of an internal fault which causes yielding of the enclosure, the adjacent enclosures should be checked for absence of distortion.

2 When bursting disks are used for pressure relief, due regard should be paid to their rupture pressure in relation to the design pressure of the enclosure (see 3.115) to reduce the possibility of unintentional rupture of the disk.

5.106 *Disconnectors and earthing switches*

The devices for ensuring the isolating distance between high-voltage conductors are considered to be disconnectors which shall comply with IEC 129. Additional requirements are given in 6.102 and 7.104.

L'exigence de la CEI 129 selon laquelle il doit être possible de contrôler la position du sectionneur ou du sectionneur de terre est remplie si la position du sectionneur ou du sectionneur de terre est indiquée par un dispositif indicateur sûr.

La coordination des niveaux d'isolement par rapport à la terre et sur la distance de sectionnement n'est pas nécessairement obtenue par la construction ou par la conception de l'appareillage. Des parafoudres ou d'autres dispositifs sont recommandés pour réaliser une telle coordination. Pour ce type d'appareillage, aucune exigence supplémentaire n'est nécessaire à l'exception du niveau d'isolement de la distance de sectionnement qui doit être conforme au point b) du 6.1.4.

Le sectionneur ou le sectionneur de terre ne doivent pas pouvoir s'ouvrir ou se fermer intempestivement sous l'effet des forces pouvant se produire en service, y compris celles qui sont dues à un court-circuit.

5.107 Verrouillages

Des verrouillages entre les différents matériels de l'équipement sont prévus pour des raisons de sécurité et pour faciliter le service. Les dispositions suivantes sont obligatoires pour les circuits principaux:

- les appareils installés dans les circuits principaux, qui servent à assurer la distance de sectionnement durant des travaux de maintenance, doivent être à l'abri de toute refermeture;
- les sectionneurs de terre doivent être à l'abri de toute réouverture.

Il est recommandé que les sectionneurs de terre, ayant un pouvoir de fermeture sur court-circuit inférieur à la valeur de crête du courant admissible assigné du circuit, soient verrouillés avec les sectionneurs associés.

Il est recommandé que les interrupteurs ayant un pouvoir de fermeture sur court-circuit inférieur à la valeur de crête du courant admissible assigné ou un pouvoir de coupure inférieur au courant assigné en service continu, et les sectionneurs, soient verrouillés avec le disjoncteur associé en vue de ne permettre l'ouverture ou la fermeture de l'interrupteur ou du sectionneur que lorsque le disjoncteur associé est ouvert. Si les sectionneurs sont équipés d'écrans métalliques, le verrouillage entre contacts et écrans métalliques doit interdire:

- l'interposition de l'écran métallique si les contacts ne sont pas complètement ouverts;
- la fermeture des contacts si l'écran métallique n'est pas complètement effacé.

Des verrouillages complémentaires ou différents peuvent être prévus par accord entre constructeur et utilisateur. Le constructeur fournit toutes les informations nécessaires sur le but et le mode de fonctionnement des verrouillages.

5.108 Bruit

Il est recommandé que, lors d'une manœuvre, le niveau de bruit émis par l'appareillage ne dépasse pas une valeur spécifiée. En principe, cette valeur et les modalités de vérification sont convenues entre constructeur et utilisateur (voir la CEI 651).

The requirement of IEC 129, that it shall be possible to know the operating position of the disconnecter or earthing switch, is met if the position of the disconnecter or earthing switch is indicated by a reliable indicating device.

The co-ordination of the insulation levels to earth and of the isolating distance is not necessarily obtained by the construction or design of the switchgear. Surge arresters or other means are recommended to perform such a co-ordination. For this type of switchgear, there is no additional requirement necessary apart from the insulation level for the isolating distance, which shall be in accordance with item b) of 6.1.4.

It shall not be possible for the disconnecter or earthing switch to open or to close inadvertently due to forces which may occur in service, including those due to a short-circuit.

5.107 Interlocks

Interlocks between different components of the equipment are provided for reasons of safety and for convenience of operation. The following provisions are mandatory for main circuits:

- apparatus installed in main circuits, which are used for ensuring isolating distances during maintenance work, shall be secured against reclosure;
- earthing switches shall be secured against reopening.

It is recommended that earthing switches having a short-circuit making capacity less than the rated peak withstand current of the circuit should be interlocked with the associated disconnectors.

It is recommended that switches having a short-circuit making capacity less than the rated peak withstand current, or a breaking capacity less than the rated normal current, and disconnectors should be interlocked with the associated circuit-breaker to prevent opening or closing of the switch or disconnector unless the associated circuit-breaker is open. If the disconnectors are fitted with metallic screens, the interlock between contacts and metallic screens shall prevent:

- the metallic screen being interposed, if the contacts are not completely open;
- the contacts from being closed, if the metallic screen is not completely retracted.

The provision of additional or alternative interlocks shall be subject to agreement between manufacturer and user. The manufacturer shall give all necessary information on the purpose and function of interlocks.

5.108 Noise

During an operation, the level of noise emitted by the switchgear should not exceed a specified value. This value and the procedure of verification should be agreed between manufacturer and user (see IEC 651).

5.109 Dispositions pour les essais diélectriques de câbles

Les parties de l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse qui restent reliées au câble doivent être capables de tenir les tensions d'essai des câbles spécifiées dans les normes particulières des câbles pour la même tension assignée (pour les câbles à huile fluide et à pression de gaz, voir la CEI 141).

S'il n'est pas acceptable d'appliquer les tensions d'essai à courant continu des câbles à l'appareillage, des mesures spéciales sont prises pour essayer les câbles (par exemple: dispositifs de sectionnement ou accroissement de la masse volumique du gaz pour l'isolement).

Pendant les essais diélectriques sur des câbles, les parties adjacentes de l'appareillage sont généralement mises hors tension et à la terre, sauf si des mesures spéciales sont prises pour éviter que les décharges disruptives survenant dans le câble ne se répercutent sur les parties de l'appareillage qui sont sous tension.

L'emplacement de traversées convenables pour l'essai des câbles à la tension continue et/ou alternative est en principe prévu sur l'enveloppe de raccordement de câble ou sur l'appareillage lui-même (voir la CEI 859).

NOTE - On attire l'attention sur le fait qu'en pratique, dans certains cas, il n'y a pas de marge de sécurité entre la tension d'essai à fréquence industrielle assignée sur la distance de sectionnement et la contrainte diélectrique sur cette même distance de sectionnement résultant de l'application de la tension d'essai à courant continu sur le câble, tandis que l'autre extrémité de la distance de sectionnement de l'appareillage est encore sous tension.

6 Essais de type

Se référer à l'article 6 de la CEI 694 en ajoutant le texte suivant:

Les matériels faisant partie de l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse et relevant de normes non couvertes par la CEI 694 doivent y satisfaire et être essayés conformément à ces normes, en tenant compte des conditions indiquées aux paragraphes suivants.

En règle générale, les essais sur les matériels de l'appareillage sont effectués suivant les normes particulières des appareils.

En général, les essais de type sont effectués sur une unité fonctionnelle unipolaire ou tripolaire complète d'une travée type d'appareillage. Lorsque cela n'est pas réalisable, les essais de type peuvent être effectués sur des ensembles ou des sous-ensembles représentatifs.

Il n'est pas possible de soumettre toutes les dispositions prévues de l'appareillage à des essais de type, compte tenu de la multiplicité des types, des caractéristiques assignées et des combinaisons possibles des matériels. Les caractéristiques d'une disposition donnée peuvent alors être déduites des résultats d'essais obtenus avec des dispositions comparables.

5.109 Provisions for dielectric tests on cables

Those parts of the gas-insulated metal-enclosed switchgear which remain connected to the cable shall be capable of withstanding the cable test voltages specified in the relevant cable standards for the same rated voltage (for oil-filled and gas-pressure cables see IEC 141).

If it is not acceptable to apply d.c. cable test voltages to the switchgear, special provisions for cable testing are to be made (e.g. disconnecting facilities and/or increasing of the gas density for insulation).

During dielectric tests on cables in general, the adjacent parts of the switchgear should be de-energized and earthed, unless special measures are taken to prevent disruptive discharges in the cable affecting the energized parts of the switchgear.

The location of suitable bushings for cable testing with d.c. and/or a.c. voltages should be provided at the cable connection enclosure or at the switchgear itself (see IEC 859).

NOTE - Attention is drawn to the fact that practically no safety margin is left in some cases between the rated power frequency test voltage for the isolating distance and the resulting voltage stress across the isolating distance due to the application of the d.c. cable test voltage, while the other side of the isolating distance of the switchgear is still alive.

6 Type tests

Refer to clause 6 of IEC 694 with the addition of the following:

Components contained in gas-insulated metal-enclosed switchgear which are subject to standards not covered by the scope of IEC 694 shall comply with and be tested in accordance with those standards, taking into account the conditions given in the following subclauses.

As a general rule, tests on switchgear components are carried out in accordance with the relevant standards of the apparatus.

In general type testing shall be carried out on a complete single-pole or three-pole functional unit of a typical switchgear bay. Where this is impracticable, the type tests can be made on representative assemblies or sub-assemblies.

Because of the variety of types, ratings and possible combinations of components, it is impracticable to subject all arrangements of the switchgear to type tests. The performance of any particular arrangement may be substantiated by test data of comparable arrangements.

Les essais et vérifications de type comprennent:

	Paragraphes
1) <i>Essais de type normaux</i>	
a) Essais de vérification du niveau d'isolement de l'équipement y compris les essais de décharges partielles et les essais diélectriques des circuits auxiliaires:	6.1
b) Essais de vérification de l'échauffement de toute partie de l'équipement et mesurage de la résistance du circuit principal:	6.3 et 6.4
c) Essais de vérification de l'aptitude des circuits principaux et des circuits de mise à la terre à supporter la valeur de crête du courant admissible assigné et le courant de courte durée admissible assigné:	6.5
d) Essais de vérification du pouvoir de fermeture et du pouvoir de coupure des appareils de connexion contenus dans l'équipement:	6.101
e) Essais de vérification du fonctionnement satisfaisant des appareils de connexion contenus dans l'équipement:	6.102
f) Essais de vérification de la protection des personnes contre le contact avec des parties actives et des pièces en mouvement:	6.103
g) Essais de vérification de la résistance mécanique de l'enveloppe:	6.104
2) <i>Essais de type spéciaux</i> (faisant l'objet d'un accord entre constructeur et utilisateur)	
h) Essais de vérification de la protection de l'équipement contre les effets externes dus aux intempéries et aux agents atmosphériques:	6.105
i) Essais de vérification du niveau de tension de perturbation radioélectrique:	6.2
j) Essais pour évaluer les effets d'un arc dû à un défaut interne:	6.106
k) Essais de vérification de la stabilité thermique de l'isolation solide:	6.107
l) Essais de vérification du fonctionnement aux températures extrêmes:	6.108
m) Essais d'étanchéité au gaz:	6.109

NOTE - Certains de ces essais de type peuvent compromettre l'aptitude des parties essayées à leur emploi ultérieur en service.

6.1 *Essais diélectriques*

6.1.1 *Conditions de l'air ambiant pendant les essais*

Se référer à 6.1.1 de la CEI 694.

The type tests and verifications comprise:

- | | Subclause |
|--|-------------|
| 1) <i>Normal type tests</i> | |
| a) Tests to verify the insulation level of the equipment including partial discharge tests and dielectric tests on auxiliary circuits: | 6.1 |
| b) Tests to prove the temperature rise of any part of the equipment and measurement of the resistance of the main circuit: | 6.3 and 6.4 |
| c) Tests to prove the ability of the main and earthing circuits to carry the rated peak and the rated short-time withstand current: | 6.5 |
| d) Tests to verify the making and breaking capacity of the included switching devices: | 6.101 |
| e) Tests to prove the satisfactory operation of the included switching devices: | 6.102 |
| f) Tests to verify the protection of persons against contact with live parts and moving parts: | 6.103 |
| g) Tests to prove the strength of enclosures: | 6.104 |
| 2) <i>Special type tests (subject to agreement between manufacturer and user)</i> | |
| h) Tests to verify the protection of the equipment against external effects due to weather and atmospheric agents: | 6.105 |
| i) Tests to prove the radio interference voltage (RIV) level: | 6.2 |
| j) Tests to assess the effects of arcing due to an internal fault: | 6.106 |
| k) Tests to prove the thermal stability of solid insulation: | 6.107 |
| l) Tests to prove the satisfactory operation at limit temperatures: | 6.108 |
| m) Gas tightness tests: | 6.109 |

NOTE - Some of the type tests may impair the suitability of the tested parts for subsequent use in service.

6.1 *Dielectric tests*

6.1.1 *Ambient air conditions during tests*

Refer to 6.1.1 of IEC 694.

6.1.2 *Modalités des essais sous pluie*

Se référer à 6.1.2 de la CEI 694 en ajoutant le complément suivant:

Un essai sous pluie n'est nécessaire que pour les traversées d'extérieur qui n'ont pas été essayées sous pluie antérieurement.

Pour les tensions assignées inférieures à 300 kV, l'essai est un essai de tension à fréquence industrielle.

Pour les tensions assignées égales ou supérieures à 300 kV, l'essai est un essai de tension aux chocs de manœuvre.

Les tensions d'essai et les modalités de l'essai sont spécifiées dans la CEI 137.

6.1.3 *Etat de l'appareillage pendant les essais diélectriques*

Se référer à 6.1.3 de la CEI 694 pour les points qui sont applicables.

6.1.4 *Application de la tension d'essai et conditions d'essai*

Le 6.1.4 de la CEI 694 n'est pas applicable. Compte tenu de la grande diversité des constructions, il n'est pas possible de spécifier de manière détaillée les essais auxquels le circuit principal est soumis. Sont toutefois compris, en principe, les essais suivants:

a) A la terre et entre phases:

Les tensions d'essai spécifiées en 6.1.5 sont appliquées en connectant successivement chaque conducteur de phase du circuit principal à la borne à haute tension de la source d'essai. Tous les autres conducteurs du circuit principal et des circuits auxiliaires sont reliés au conducteur de terre, ou du châssis et à la borne de terre de la source d'essai.

S'il existe un hublot, l'essai diélectrique est effectué en appliquant une feuille métallique reliée à la terre sur le côté accessible du hublot.

Les essais diélectriques sont faits avec tous les appareils de connexion en position de fermeture (à l'exception des sectionneurs de terre). L'attention est attirée sur la possibilité d'un champ électrique moins favorable lorsque les appareils de connexion sont en position d'ouverture. Les essais sont alors répétés dans ces conditions moins favorables.

Lorsque chaque phase est individuellement enfermée dans une enveloppe métallique, on n'effectue que des essais à la terre et pas d'essai entre phases sauf si l'on utilise des traversées pour les connexions externes.

b) Entre les bornes des appareils de connexion en position d'ouverture:

Chaque appareil de connexion du circuit principal est essayé en position d'ouverture avec les tensions d'essai spécifiées pour les disjoncteurs, interrupteurs ou sectionneurs, dans leurs normes respectives et correspondant aux niveaux d'isolement assignés (voir 4.2).

6.1.2 *Wet test procedure*

Refer to 6.1.2 of IEC 694 with the addition of the following supplement:

A wet test is only necessary for outdoor bushings which have not been tested previously under rain.

For rated voltages of less than 300 kV, the test shall be a power frequency voltage test.

For rated voltages of 300 kV and above, the test shall be a switching impulse voltage test.

The test voltage and the test procedure shall be those specified in IEC 137.

6.1.3 *Conditions of switchgear and controlgear during dielectric tests*

Refer to 6.1.3 of IEC 694 for those items which are applicable.

6.1.4 *Application of test voltage and test conditions*

Subclause 6.1.4 of IEC 694 is not applicable. Because of the great variety of designs, it is not feasible to give specific indication of the tests to be performed on the main circuit, but, in principle, they shall cover the following:

a) To earth and between phases:

The test voltages specified in 6.1.5 shall be applied connecting each phase conductor of the main circuit in turn to the high-voltage terminal of the test supply. All other conductors of the main circuit and the auxiliary circuits are to be connected to the earthing conductor or the frame and to the earth terminal of the test supply.

If an inspection window exists, a dielectric test is made with an earthed metal foil covering the accessible side of the inspection window.

The dielectric tests shall be made with all switching devices (except earthing switches) closed. Attention shall be given to the possibility that switching devices in their open position may result in less favourable field conditions. Under such conditions, the test shall be repeated.

When each phase is individually encased in a metallic enclosure, only tests to earth, and no test between phases, are carried out, unless bushings are used for external connections.

b) Across the open position of switching devices:

Each switching device in the main circuit shall be tested in the open position with the test voltages specified for circuit-breakers, switches or disconnectors in the respective standards related to the rated insulation levels (see 4.2).

Si, en position d'ouverture d'un sectionneur, un écran métallique est interposé entre les contacts ouverts, cet intervalle entre contacts n'est pas considéré comme une distance de sectionnement.

Quand les transformateurs de tension ou de puissance constituant une partie intégrante de l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse possèdent un niveau d'isolement réduit, ils peuvent être remplacés pendant les essais diélectriques par des maquettes reproduisant la répartition du champ dû aux connexions à haute tension. Les dispositifs de protection contre les surtensions sont déconnectés ou enlevés pendant les essais.

Lorsque l'on adopte ces modalités d'essai, on essaie séparément les transformateurs de tension ou de puissance conformément à leurs normes particulières.

6.1.5 Tensions d'essai

Les tensions de tenue assignées à la terre et entre phases (s'il y a lieu) sont spécifiées aux tableaux I, III et IV du 4.2 de la CEI 694.

- colonnes (2) et (4) pour les tensions assignées de 72,5 kV à 245 kV;
- colonnes (2) et (3) pour les tensions assignées de 300 kV à 765 kV.

Les tensions de tenue assignées sur la distance de sectionnement des sectionneurs sont spécifiées dans la CEI 694 pour les niveaux d'isolement assignés correspondants.

6.1.6 Essais de tension aux chocs de foudre et aux chocs de manœuvre

Se référer à 6.1.6 de la CEI 694 en ajoutant le complément suivant:

Les enroulements secondaires des transformateurs de courant sont court-circuités et mis à la terre.

Pendant les essais, la borne du générateur de choc raccordée à la terre est connectée à l'enveloppe de l'appareillage, sauf que, pour certains des essais selon le point b) du 6.1.4, l'enveloppe est, en cas de nécessité, isolée de la terre de telle façon que la tension entre une quelconque des parties actives et l'enveloppe n'excède pas la tension spécifiée au point a) du 6.1.4.

6.1.7 Essais de tension à fréquence industrielle du circuit principal

Se référer à 6.1.7 de la CEI 694 en ajoutant le complément suivant:

Les circuits principaux de l'appareillage sont seulement soumis aux essais de tension à fréquence industrielle à sec.

Pendant les essais, une borne du transformateur d'essai est connectée à la terre et à l'enveloppe de l'appareillage, sauf que, pour les essais selon le point b) du 6.1.4, le point milieu ou un autre point intermédiaire de la source de tension est en principe connecté à la terre et à l'enveloppe pour empêcher que la tension entre une quelconque des parties actives et l'enveloppe n'excède la tension spécifiée au point a) du 6.1.4.

If, in the open position of a disconnecter, an earthed metallic screen is interposed between the open contacts, this contact gap is not an isolating distance.

When voltage or power transformers forming an integral part of the gas-insulated metal-enclosed switchgear have a reduced insulation level, they may be replaced during the dielectric tests by replicas reproducing the field configuration of the high voltage connections. Overvoltage protection devices shall be disconnected or removed during the tests.

When this procedure is adopted, the voltage or power transformers shall be separately tested in accordance with the relevant standard.

6.1.5 *Test voltages*

The rated withstand voltages to earth and between phases (if any) shall be those specified in 4.2 of IEC 694, tables I, III and IV.

- 72,5 kV to 245 kV in columns (2) and (4);
- 300 kV to 765 kV in columns (2) and (3).

The rated withstand voltages across the isolating distance of disconnectors shall be those specified in IEC 694 for the pertinent rated insulation levels.

6.1.6 *Lightning and switching impulse voltage tests*

Refer to 6.1.6 of IEC 694 with the addition of the following supplement:

Current transformer secondaries shall be short-circuited and earthed.

During the tests, the earthed terminal of the impulse generator shall be connected to the enclosure of the switchgear except that during some of the tests in accordance with item b) of 6.1.4 the enclosure shall, if necessary, be insulated from earth in order that the voltage appearing between any of the live parts and the enclosure will not exceed the test voltage specified in item a) of 6.1.4.

6.1.7 *Power-frequency voltage tests on the main circuit*

Refer to 6.1.7 of IEC 694 with the addition of the following supplement:

The main circuits of the switchgear shall be subjected to power-frequency voltage tests in dry conditions only.

During the tests, one terminal of the test transformer shall be connected to earth and to the enclosure of the switchgear, except that during the tests in accordance with item b) of 6.1.4 the mid-point or another intermediate point of the voltage source should be connected to earth and to the enclosure in order that the voltage appearing between any of the live parts and the enclosure will not exceed the test voltage specified in item a) of 6.1.4.

6.1.8 Essais de pollution artificielle

Se référer à 6.1.8 de la CEI 694 en ajoutant le complément suivant:

Ces essais s'appliquent seulement aux traversées pour l'extérieur de l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse qui n'ont pas été soumises auparavant à des essais, et ne sont effectués que par accord spécial entre constructeur et utilisateur.

6.1.9 Essais de décharges partielles

Le mesurage des décharges partielles convient pour déceler certaines anomalies dans l'équipement en essai et constitue un complément utile des essais diélectriques. L'expérience montre que, dans des dispositions particulières, les décharges partielles peuvent conduire à une dégradation progressive de la tenue diélectrique de l'équipement, spécialement des isolants solides. D'autre part, il n'est pas encore possible d'établir une relation valable entre les mesures de décharges partielles et l'espérance de vie de l'équipement, par suite de la complexité des systèmes d'isolation utilisés dans l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse.

Le mesurage des décharges partielles est en principe effectué comme essai de type en vue de montrer, en relation avec les autres essais diélectriques, si et - dans l'affirmative - à quel endroit, il y a des points faibles en ce qui concerne les contraintes diélectriques résultant de la conception de l'équipement.

L'essai peut être effectué sur les ensembles ou les sous-ensembles de l'équipement utilisés pour tous les autres essais diélectriques, et est en principe effectué après ceux-ci.

Les contraintes diélectriques au cours du mesurage doivent, autant que possible, correspondre à celles qui apparaîtraient dans l'installation complète de l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse.

6.1.9.101 Circuits d'essai et instruments de mesurage

Les circuits d'essai et les instruments de mesurage recommandés, ainsi que les méthodes d'étalonnage, sont indiqués dans la CEI 270.

Un appareil de mesurage permettant d'évaluer les décharges individuelles est préférable. On peut obtenir des renseignements complémentaires en mesurant le débit quadratique exprimé en coulombs carrés par seconde.

Les éléments du circuit d'essai et l'appareil de mesurage sont en principe choisis de façon que l'intensité de décharge minimale mesurable ne soit pas supérieure à 50 % de l'intensité admissible des décharges partielles.

6.1.9.102 Modalités d'essai

La tension à fréquence industrielle est élevée jusqu'à une valeur U_p de précontrainte et y est maintenue pendant au moins 10 s. Puis on fait décroître la tension jusqu'à la valeur U_d de mesurage des décharges partielles.

- a) Equipement comportant une enveloppe par pôle utilisé dans des réseaux à neutre relié directement à la terre.

$$U_p = U$$

$$U_d = 1,1 U/\sqrt{3}$$

6.1.8 *Artificial pollution tests*

Refer to 6.1.8 of IEC 694 with the addition of the following supplement:

These tests apply only to outdoor bushings of gas-insulated metal-enclosed switchgear not previously tested and shall be performed only by special agreement between manufacturer and user.

6.1.9 *Partial discharge tests*

The measurement of partial discharges is a suitable means of detecting certain defects in the equipment under test and is a useful complement to the dielectric tests. Experience shows that partial discharges may lead in particular arrangements to a degradation in the dielectric strength of the equipment, especially of solid insulation. On the other hand, it is not yet possible to establish a reliable relationship between the results of partial discharge measurements and the life expectancy of the equipment owing to the complexity of the insulation systems used in gas-insulated metal-enclosed switchgear.

The measurement of partial discharges should be made as a type test to show, in correlation with the other dielectric tests, if and where there are weak points with respect to the dielectric stresses resulting from the design of the equipment.

The test may be carried out on assemblies or sub-assemblies of the equipment used for all other dielectric tests, and should follow them.

The dielectric stresses during the measurement shall, as far as possible, be representative of those which would occur in the complete installation of gas-insulated metal-enclosed switchgear.

6.1.9.101 *Test circuits and measuring instruments*

The test circuits and measuring instruments recommended and methods of calibration are given in IEC 270.

A measuring instrument which permits an evaluation of the individual discharges is preferred. Additional information can be gained by measuring the quadratic rate expressed in coulombs squared per second.

The elements of the test circuit and the measuring instrument should be chosen so that the minimum measurable discharge intensity is not more than 50 % of the permissible partial discharge intensity.

6.1.9.102 *Test procedure*

The applied power-frequency voltage is raised to a pre-stress value U_p and maintained at that value for at least 10 s. Then, the voltage is decreased to the value U_d for measuring the partial discharge intensity.

- a) Equipment with single phase enclosures to be used on systems with solidly earthed neutral.

$$U_p = U$$

$$U_d = 1,1 U\sqrt{3}$$

b) Equipement tripolaire comportant une enveloppe commune utilisé dans des réseaux à neutre relié directement à la terre.

L'essai peut être effectué en triphasé ou en monophasé.

Essai en triphasé

L'enveloppe est reliée au neutre de la source.

La tension est mesurée entre phases.

$$U_p = 1,3 U \qquad U_d = 1,1 U$$

Essai en monophasé

L'essai peut être effectué de deux façons:

1) Avec l'accord du constructeur, le circuit principal de chaque pôle est relié successivement à la source de tension, les conducteurs des circuits principaux des autres pôles et l'enveloppe étant reliés à la terre:

$$U_p = 1,3 U \qquad U_d = 1,1 U$$

2) L'essai est effectué à l'aide de deux sources de tension ayant chacune une borne à la terre (voir figure 1).

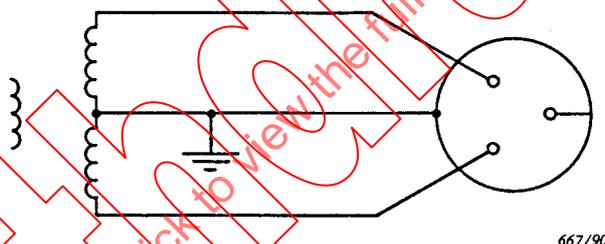


Figure 1

La source principale est reliée à un pôle. La source auxiliaire est reliée à un autre pôle et sa tension est telle que la tension entre les deux pôles soit égale à $\sqrt{3}$ fois la tension de la source principale. Le troisième pôle est relié à l'enveloppe et à la terre. La source principale est raccordée successivement à chaque pôle.

La tension d'essai est mesurée entre les deux pôles sous tension.

$$U_p = 1,3 U \qquad U_d = 1,1 U$$

c) Equipement comportant une enveloppe par pôle, utilisé dans des réseaux à neutre non directement relié à la terre.

$$U_p = 1,3 U \qquad U_d = 1,1 U \qquad \text{puis } U_d = 1,1 U\sqrt{3}$$

d) Equipement tripolaire comportant une enveloppe commune, utilisé dans des réseaux à neutre non directement relié à la terre.

L'essai peut être effectué en triphasé ou en monophasé.

b) Equipment with three-phase enclosures to be used on systems with solidly earthed neutral.

The test may be made with a three-phase or with a single-phase test circuit.

Three-phase test circuit

The enclosure is connected to the neutral of the voltage supply.

The test voltage is measured between phases.

$$U_p = 1,3 U \qquad U_d = 1,1 U$$

Single-phase test circuit

For the single-phase test the following two methods apply:

1) With the manufacturer's agreement, each phase conductor of the main circuit shall be connected in turn to the voltage supply, the conductors of the other phases being earthed together with the enclosure:

$$U_p = 1,3 U \qquad U_d = 1,1 U$$

2) The test is made with two voltage supplies having one terminal earthed (see figure 1).

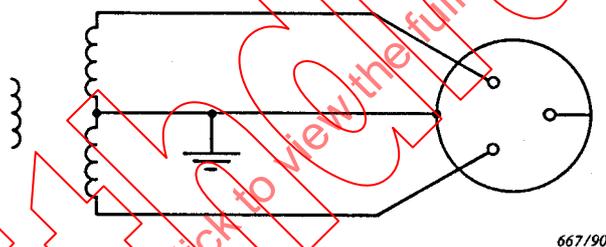


Figure 1

The main supply is connected to one phase conductor; the auxiliary supply is connected to another phase conductor and its voltage shall be chosen so that the voltage between these two phases is equal to $\sqrt{3}$ times the voltage of the main supply. The third phase conductor is connected to the earthed enclosure. The main supply shall be connected to each phase in turn.

The test voltage is measured between the two live phases.

$$U_p = 1,3 U \qquad U_d = 1,1 U$$

c) Equipment with single-phase enclosures to be used on systems without solidly earthed neutral.

$$U_p = 1,3 U \qquad U_d = 1,1 U \qquad \text{and } U_d = 1,1 U/\sqrt{3}$$

d) Equipment with three-phase enclosures to be used on systems without solidly earthed neutral.

The test may be made with a three-phase or with a single-phase test circuit.

Essai en triphasé

La tension est mesurée entre phases.

La terre est d'abord reliée à l'enveloppe et au neutre de la source, puis à l'enveloppe et au circuit principal de chaque pôle successivement.

Dans chaque cas: $U_p = 1,3 U$ $U_d = 1,1 U$

Essai en monophasé

La source de tension est reliée au circuit principal de chaque pôle successivement, les circuits principaux des autres pôles et l'enveloppe étant reliés à la terre.

$$U_p = 1,3 U \quad U_d = 1,1 U \quad \text{puis } U_d = 1,1 U/\sqrt{3}$$

NOTE - Si cela est possible, compte tenu du niveau de bruit de fond existant, il convient d'enregistrer à titre de renseignement complémentaire les tensions d'apparition et d'extinction des décharges partielles.

6.1.9.103 Intensité maximale admissible des décharges partielles

L'intensité maximale admissible des décharges partielles à $1,1 U/\sqrt{3}$ ou à $1,1 U$ suivant le cas n'excède pas en principe les valeurs suivantes:

- traversées isolées et autres isolateurs en résine coulée à l'intérieur de l'équipement: 10×10^{-12} C
- traversées de transformateur et de borne de ligne: suivant la CEI 137
- transformateurs de tension:
 - à isolation solide ou liquide: suivant la CEI 44-4
 - à isolation papier ou film synthétique dans le gaz: 10×10^{-12} C

NOTE - Il n'est pas donné de valeur particulière pour les transformateurs de courant, les modèles généralement utilisés dans l'appareillage ne comportant pas, au primaire, d'isolation solide autre que des traversées en résine coulée.

Les valeurs ci-dessus s'appliquent à des matériels individuels et aux sous-ensembles dont ils font partie. Tout sous-ensemble d'appareillage comportant des matériels ayant une intensité admissible de décharges partielles supérieure à 10×10^{-12} C doit être considéré comme acceptable si cette intensité n'excède pas celle du matériel ayant l'intensité de décharges partielles admissible.

6.1.10 Essais diélectriques des circuits auxiliaires

Se référer à 6.1.10 de la CEI 694 qui est applicable à tous les circuits auxiliaires à basse tension.

Les enroulements secondaires des transformateurs de courant sont mis en court-circuit et déconnectés de la terre. Les enroulements secondaires des transformateurs de tension sont déconnectés.

Three-phase test circuit

The test voltage is measured between phases.

First, the enclosure and the neutral of the voltage supply are earthed, then the enclosure and each phase conductor in turn are earthed.

For each case: $U_p = 1,3 U$ $U_d = 1,1 U$

Single-phase test circuit

Each phase conductor is connected in turn to the voltage supply, the conductors of the other phases being earthed together with the enclosure.

$$U_p = 1,3 U \qquad U_d = 1,1 U \qquad \text{then } U_d = 1,1 U/\sqrt{3}$$

NOTE - If possible, taking into account the actual background noise level, the partial discharge inception and the partial discharge extinction voltages should be recorded as additional information.

6.1.9.103 Maximum permissible partial discharge intensity

The maximum permissible partial discharge intensity at $1,1 U/\sqrt{3}$ and at $1,1 U$ corresponding to the applied test circuit should not exceed the following values:

- cast resin insulated bushings and other insulators within the equipment: $10 \times 10^{-12} \text{ C}$
- line terminal and transformer bushings: see IEC 137
- voltage transformers having the following types of insulation:
 - liquid immersed or solid: see IEC 44-4
 - gas-impregnated paper or synthetic film: $10 \times 10^{-12} \text{ C}$

NOTE - No separate values are given for current transformers since the designs commonly utilized in gas insulated switchgear do not contain solid primary insulation, other than the cast resin insulated bushings.

The above values apply to individual components as well as to the sub-assemblies in which they are contained. Any sub-assembly containing components with a permitted partial discharge intensity greater than $10 \times 10^{-12} \text{ C}$ shall be considered acceptable if the discharge level does not exceed that of the component having the highest permitted discharge intensity.

6.1.10 Dielectric tests on auxiliary circuits

Refer to 6.1.10 of IEC 694 which is applicable to all low voltage auxiliary circuits.

Current transformer secondaries shall be short-circuited and disconnected from earth. Voltage transformer secondaries shall be disconnected.

6.2 *Essais de tension de perturbation radioélectrique*

Se référer à 6.2 de la CEI 694 en ajoutant le complément suivant:

Cet essai n'est effectué que si une traversée à isolation externe existe et après accord spécial entre constructeur et utilisateur.

6.3 *Essais d'échauffement*

Se référer à 6.3 de la CEI 694 en ajoutant le complément suivant:

Quand il est prévu une possibilité de choix entre différents matériels ou différentes dispositions, l'essai est effectué avec les matériels ou dispositions donnant les conditions les plus sévères.

L'ensemble ou sous-ensemble est monté approximativement comme dans les conditions normales d'exploitation, avec toutes les enveloppes normales, et est protégé contre des échauffements ou des refroidissements intempestifs venant de l'extérieur.

Sauf dans le cas où chaque pôle est individuellement enfermé dans une enveloppe métallique, les essais sont faits avec le nombre de phases assigné et le courant assigné en service continu circulant d'une extrémité des barres omnibus aux bornes prévues pour la connexion des câbles.

Lorsqu'un essai monophasé est autorisé et effectué, le courant dans l'enveloppe doit représenter les conditions de fonctionnement les plus sévères.

Pour l'essai de sous-ensembles individuels, les sous-ensembles voisins sont en principe parcourus par des courants dissipant les puissances prévues pour les conditions assignées. Il est admis de réaliser des conditions équivalentes à l'aide de résistances de chauffage ou d'une isolation thermique lorsque l'essai ne peut être effectué dans les conditions réelles.

Les échauffements des différents matériels s'entendent par rapport à la température de l'air ambiant. Ils ne doivent pas excéder les valeurs spécifiées dans les normes dont relèvent ces matériels.

6.4 *Mesurage de la résistance du circuit principal*

Se référer à 6.4 de la CEI 694 en ajoutant le complément suivant:

Les exigences de la CEI 694 ne sont valables que pour les appareils de connexion de l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse avant et après l'essai d'échauffement.

En outre, des mesurages globaux sont effectués en usine sur les unités de transport comme essai de type.

6.2 *Radio interference voltage (RIV) tests*

Refer to 6.2 of IEC 694 with the addition of the following supplement:

This test is made only if an external bushing exists, and shall be performed by special agreement between manufacturer and user.

6.3 *Temperature-rise tests*

Refer to 6.3 of IEC 694 with the addition of the following supplement:

Where the design provides alternative components or arrangements, the test shall be performed with those components or arrangements for which the most severe conditions are obtained.

The assembly or sub-assembly shall be mounted approximately as in normal service, including all normal enclosures and shall be protected against undue external heating or cooling.

Except in the case when each phase is incased individually in a metallic enclosure, the tests shall be made with the rated number of phases and the rated normal current flowing from one end of the busbars to the terminals provided for the connection of cables.

When a single-phase test is permitted and carried out, the current in the enclosure shall represent the most severe condition.

When testing individual sub-assemblies, the neighbouring sub-assemblies should carry the currents which produce the power loss corresponding to the rated conditions. It is admissible to simulate equivalent conditions by means of heaters or heat insulation, if the test cannot be made under actual conditions.

The temperature rises of the different components shall be referred to the ambient air temperature. They shall not exceed the values specified for them in the relevant standards.

6.4 *Measurement of the resistance of the main circuit*

Refer to 6.4 of IEC 694 with the addition of the following supplement:

The requirements of IEC 694 apply only to the switching devices of gas-insulated metal-enclosed switchgear before and after the temperature-rise test.

In addition, overall measurements are made on transport units in the factory as type test.

6.5 Essais au courant de courte durée et à la valeur de crête du courant admissibles

Se référer à 6.5 de la CEI 694.

6.5.1 Disposition de l'appareillage et du circuit d'essai

Le 6.5.1 de la CEI 694 n'est pas applicable.

L'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse avec enveloppe tripolaire doit être essayé en triphasé. L'appareillage avec une enveloppe par pôle doit être essayé en monophasé avec le plein courant de retour dans l'enveloppe.

NOTE - Il convient de tenir soigneusement compte de la conception des enveloppes, les dispositions retenues pour les essais pouvant correspondre à des conditions plus sévères. Si la section d'enveloppe n'est pas électriquement reliée au reste de l'appareillage, il est recommandé de faire l'essai en triphasé.

6.5.2 Valeurs du courant d'essai et de sa durée

Se référer à 6.5.2 de la CEI 694.

6.5.3 Comportement de l'appareillage au cours de l'essai

Le 6.5.3 de la CEI 694 n'est pas applicable.

6.5.4 Etat de l'appareillage après l'essai

Le 6.5.4 de la CEI 694 n'est pas applicable.

6.5.101 Essais des circuits principaux

Les circuits principaux de l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse sont soumis à des essais en vue de vérifier leur tenue au courant de courte durée et à la valeur de crête du courant admissibles assignés, dans les conditions d'installation et d'emploi prévues, c'est-à-dire qu'ils sont essayés selon leur disposition dans l'appareillage, avec tous les matériels associés qui peuvent influencer sur le comportement, ou modifier le courant de court-circuit et en tenant compte des normes dont relèvent les appareils de connexion principaux inclus dans les circuits considérés.

Pendant ces essais, il y a lieu de veiller à ce qu'aucun dispositif de protection à maximum de courant ne fonctionne.

Après ces essais, les matériels ou les conducteurs intérieurs de l'enveloppe ne doivent accuser ni déformation ni détérioration nuisibles au bon fonctionnement.

Pour ces essais, les connexions courtes aux transformateurs de tension ne sont pas considérées comme faisant partie du circuit principal.

6.5.102 Essais des circuits de mise à la terre

Les circuits de mise à la terre de l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse assemblés en usine, et comprenant les conducteurs de terre, les connexions de terre et les appareils de mise à la terre, sont soumis à des essais en vue de vérifier leur tenue au courant de courte durée et à la valeur de crête du courant admissibles assignés dans les conditions de mise à la terre du neutre du réseau, c'est-à-dire qu'ils sont essayés selon leur disposition dans l'appareillage, avec tous les matériels associés qui peuvent influencer sur le comportement ou modifier le courant de court-circuit.

6.5 *Short-time and peak withstand current tests*

Refer to 6.5 of IEC 694.

6.5.1 *Arrangement of the switchgear and of the test circuit*

Subclause 6.5.1 of IEC 694 is not applicable.

Gas-insulated metal-enclosed switchgear with three-phase enclosures shall be tested three-phase. Switchgear with single-phase enclosures shall be tested single-phase with the full return current in the enclosure.

NOTE - Careful attention should be given to the design of enclosures as the arrangement selected may lead to more severe conditions. If the enclosure section is not electrically connected to the rest of the switchgear a three-phase test should be carried out.

6.5.2 *Test current and duration*

Refer to 6.5.2 of IEC 694.

6.5.3 *Behaviour of the switchgear during test*

Subclause 6.5.3 of IEC 694 is not applicable.

6.5.4 *Conditions of the switchgear after test*

Subclause 6.5.4 of IEC 694 is not applicable.

6.5.101 *Tests on the main circuits*

Main circuits of gas-insulated metal-enclosed switchgear shall be tested to verify their capability to withstand the rated short-time and peak withstand current under the intended conditions of installation and use, i.e. they shall be tested as installed in the switchgear with all associated components influencing the performance or modifying the short-circuit current and according to the standards for the principal switching devices included in the circuits.

During these tests, it is necessary to ensure that no overcurrent protection device operates.

After the tests, no deformation or damage to components or conductors within the enclosure which may impair good operation shall have been sustained.

Short connections to voltage transformers are not considered as parts of the main circuit in this respect.

6.5.102 *Tests on earthing circuits*

Earthing circuits of gas-insulated metal-enclosed switchgear which are factory assembled and comprise earthing conductors, earthing connections and earthing devices shall be tested to verify their capability to withstand the rated short-time and peak withstand current under the neutral earthing condition of the system, i.e. they shall be tested as installed in the switchgear with all associated components which may influence the performance or modify the short-circuit current.

Après l'essai, les matériels ou les conducteurs intérieurs de l'enveloppe ne doivent accuser ni déformation ni détérioration nuisibles au bon fonctionnement des circuits principaux. Une certaine déformation et détérioration du conducteur de terre, des connexions de terre ou des appareils de mise à la terre est acceptable, mais la continuité du circuit de mise à la terre doit être maintenue.

6.101 *Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure*

En vue de vérifier leurs pouvoirs assignés de fermeture et de coupure, les appareils de connexion faisant partie du circuit principal de l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse sont essayés conformément aux normes dont ils relèvent et dans les conditions propres d'installation et d'emploi, c'est-à-dire selon leur disposition normale dans l'appareillage, avec tous les matériels associés dont la disposition peut influencer sur leur comportement, tels que connexions, supports, etc.

NOTE - Pour déterminer les matériels associés susceptibles d'influer sur le comportement, il est recommandé de porter une attention particulière aux efforts mécaniques dus au court-circuit, à la possibilité de décharges disruptives, etc. Il est reconnu que l'influence de ces facteurs est tout à fait négligeable dans certains cas.

Pour les essais par éléments séparés, voir les articles 6 et 7 de la CEI 56.

NOTE - Il convient de ne tenir compte de la capacité des matériels qui existent entre les bornes des parties soumises aux essais et les connexions extérieures que pour les essais de coupure.

En ce qui concerne les disjoncteurs utilisant un gaz comprimé, les pressions à adopter pour les essais sont spécifiées par la CEI 56.

6.102 *Essais de fonctionnement mécanique*

Les appareils de connexion de l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse doivent être soumis à un essai d'endurance mécanique conformément à leurs normes particulières, s'ils n'ont pas déjà subi auparavant ces essais.

En outre, tous les appareils de connexion munis de verrouillages doivent subir 50 cycles de manœuvres en vue de vérifier le fonctionnement des verrouillages associés. Avant chaque manœuvre, les verrouillages sont placés dans la position prévue pour empêcher la manœuvre des appareils de connexion et une tentative est alors faite pour manœuvrer chacun des appareils de connexion. Pendant ces essais on n'applique que les efforts de manœuvre normaux et on ne se livre à aucun réglage sur les appareils de connexion ou les verrouillages.

Les essais sont considérés comme satisfaisants si les appareils de connexion et les verrouillages restent en parfait état de fonctionnement et si les efforts nécessaires à la manœuvre des appareils de connexion sont pratiquement les mêmes avant et après les essais.

Les verrouillages sont considérés comme satisfaisants si les appareils de connexion ne peuvent pas être manœuvrés.

After the test, no deformation or damage to the components or conductors within the enclosure which may impair good operation of the main circuit shall have been sustained. Some deformation and degradation of the earthing conductor, earthing connections or earthing devices is permissible, but the continuity of the earthing circuit shall be preserved.

6.101 *Verification of making and breaking capacities*

Switching devices forming part of the main circuit of gas-insulated metal-enclosed switchgear shall be tested to verify their rated making and breaking capacities according to the relevant standards and under the proper conditions of installation and use, i.e. they shall be tested as normally installed in the switchgear with all associated components the arrangement of which may influence the performance, such as connections, supports, etc.

NOTE - In determining which associated components are likely to influence the performance, special attention should be given to mechanical forces due to the short-circuit, to the possibility of disruptive discharges, etc. It is recognized that, in some cases, such influences may be quite negligible.

For unit tests, see clauses 6 and 7 of IEC 56.

NOTE - Capacitance of the components existing between the terminals of the parts tested and the external connections should be taken into account only for breaking tests.

For circuit-breakers using compressed gas, the pressures to be adopted for tests shall be those specified by IEC 56.

6.102 *Mechanical operation tests*

Switching devices of gas-insulated metal-enclosed switchgear shall be submitted to mechanical endurance tests in accordance with their relevant standards, unless previously tested separately.

In addition, all switching devices fitted with interlocks shall be submitted to 50 operating cycles in order to check the operation of the associated interlocks. Before each operation the interlocks shall be set in the position intended to prevent the operation of the switching devices and one attempt shall then be made to operate each switching device. During these tests only normal operating forces shall be employed and no adjustment shall be made to the switching devices or interlocks.

The tests are considered satisfactory if the switching devices and the interlocks are in proper working order and if the forces required to operate the switching devices are practically the same before and after the tests.

The interlocks are considered satisfactory if the switching devices cannot be operated.

6.103 *Vérification du degré de protection des circuits auxiliaires et des parties en mouvement*

Les essais sont effectués suivant les exigences spécifiées à l'article 7 de la CEI 529 pour le premier chiffre caractéristique approprié.

Dans le cas de IP5X, la poussière ne doit pas s'accumuler en quantité telle ni à un emplacement tel qu'elle affecte le fonctionnement correct de l'équipement; elle ne doit pas se déposer sur des isolateurs en compromettant leur tenue.

Toutefois, les essais ne sont effectués qu'en cas de doute sur la conformité avec ces exigences.

6.104 *Epreuves des enveloppes*

Des épreuves sont effectuées quand la résistance de l'enveloppe ou de parties de celle-ci n'est pas calculée. Elles sont effectuées sur les enveloppes seules sans équipement interne, avec des conditions d'essais reproduisant les contraintes dues à la pression de calcul.

Les épreuves peuvent consister soit en un essai de rupture sous pression, soit en un essai non destructif sous pression, suivant le matériau utilisé.

6.104.1 *Essai de rupture sous pression*

Dans le cas d'un essai de rupture sous pression, la vitesse d'accroissement de la pression ne dépasse pas en principe 400 kPa/min. La pression de rupture minimale exigible est en principe 3,5 fois la pression de calcul pour les enveloppes moulées et 2,3 fois la pression de calcul pour les enveloppes soudées. Ces facteurs sont fixés par rapport aux caractéristiques minimales certifiées des matériaux utilisés.

D'autres facteurs peuvent être nécessaires pour tenir compte des méthodes de construction.

Toute enveloppe demeurée intacte après avoir été soumise à ces pressions est mise au rebut.

6.104.2 *Essai non destructif sous pression*

Dans le cas d'un essai non destructif sous pression par mesurage des déformations locales, il convient en principe d'appliquer la procédure suivante:

Avant l'essai, des extensomètres permettant de déceler des déformations de 0,000 05 mm par millimètre sont fixés à la surface de l'enveloppe. Le nombre d'extensomètres, leur position et leur direction sont choisis de façon que les déformations et les contraintes principales puissent être mesurées à tous les endroits importants pour l'intégrité de l'enveloppe.

La pression hydraulique est augmentée progressivement, par paliers d'environ 10 %, jusqu'à la pression d'essai normalisée correspondant à la pression de calcul souhaitée (voir 7.102) ou jusqu'à déformation plastique notable d'une partie quelconque de l'enveloppe.

Lorsque l'un ou l'autre des stades est atteint, la pression n'est plus augmentée.

6.103 *Verification of the degree of protection for auxiliary circuits and moving parts*

The tests shall be performed in accordance with the requirements specified in clause 7 of IEC 529 for the appropriate first characteristic numeral.

In the case of IP5X no dust shall accumulate in a quantity or in a location such as to interfere with the correct operation of the equipment and no dust shall deposit on the insulations affecting its safe operation.

The tests shall, however, be made only if there are doubts on the compliance with these requirements.

6.104 *Proof tests for enclosures*

Proof tests are made when the strength of the enclosure or parts thereof is not calculated. They are performed on individual enclosures before the internal parts are added with testing conditions based on the design pressure stresses.

Proof tests may be either a bursting pressure test or a non-destructive pressure test, as appropriate to the material employed.

6.104.1 *Bursting pressure test*

In the case of a bursting pressure test, the pressure rise should not be faster than 400 kPa/min. The bursting pressure test requirements should be based on 3,5 times the design pressure for cast enclosures and 2,3 times the design pressure for welded enclosures. These factors are based on the minimum certified properties of the material used.

Additional factors may be required taking into account the methods of construction.

Any enclosure remaining intact after these pressures have been reached shall be discarded.

6.104.2 *Non-destructive pressure test*

In the case of a non-destructive pressure test using a strain indication technique, the following procedure should be applied:

Before the test, strain gauges capable of indicating strains to 0,00005 mm per millimetre shall be affixed to the surface of the enclosure. The number of gauges, their position and their direction shall be chosen so that principal strains and stresses can be determined at all points of importance to the integrity of the enclosure.

Hydrostatic pressure shall be applied gradually in steps of approximately 10 % until the standard test pressure for the expected design pressure (see 7.102) is reached or significant yielding of any part of the enclosure occurs.

When either of these points is reached, the pressure shall not be increased further.

Les indications des extensomètres sont relevées pendant la montée en pression et de nouveau pendant la descente de pression.

L'indication d'une déformation permanente localisée peut être négligée sous réserve qu'il n'y ait aucun signe de déformation générale de l'enveloppe.

Si la courbe des déformations en fonction de la pression n'est pas linéaire, la pression peut être de nouveau appliquée au maximum cinq fois jusqu'à ce que les courbes de montée et de descente de pression correspondant à deux cycles successifs coïncident de façon substantielle. Si cette coïncidence ne peut pas être obtenue, la pression de calcul et la pression d'essai sont déterminées à partir du domaine de pression correspondant à la partie linéaire de la courbe pendant la dernière descente de pression.

Si la pression d'essai normalisée est atteinte avec une variation linéaire des déformations en fonction de la pression, on considère que la pression de calcul souhaitée est confirmée.

Si la pression finale d'essai ou le domaine de pression correspondant à la partie linéaire de la courbe des déformations en fonction de la pression (voir ci-dessus) sont inférieurs à la pression d'essai normalisée, on détermine la pression de calcul d'après la formule:

$$p = \frac{1}{1,1 k} \left(p_y \frac{f_a}{f_t} \right)$$

où:

p est la pression de calcul

p_y est la pression à laquelle est apparue une déformation plastique notable, ou le domaine de pression correspondant à la partie linéaire de la courbe des déformations en fonction de la pression pour la partie de l'enveloppe la plus déformée au cours de la dernière descente de pression (voir ci-dessus)

k est le facteur de pression d'essai normalisée (voir 7.102)

f_t est la contrainte de calcul admissible à la température de l'essai

f_a est la contrainte de calcul admissible à la température de calcul

On peut s'entendre sur d'autres procédures d'essais non destructifs sous pression.

6.105 Essai de protection contre les intempéries

Après accord entre constructeur et utilisateur, un essai de protection contre les intempéries est effectué sur l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse pour l'installation à l'extérieur. L'annexe AA indique une méthode recommandée. L'essai tient compte également des effets de la neige propulsée par le vent.

Si un examen de la conception de l'appareillage montre que l'essai n'est pas nécessaire, celui-ci peut être supprimé.

6.106 Essai en cas d'arc dû à un défaut interne

Si un tel essai est décidé, la procédure est celle des méthodes décrites à l'annexe BB.

Strain readings shall be taken during the increase of pressure and repeated during unloading.

Indication of localized permanent set may be disregarded provided there is no evidence of general distortion of the enclosure.

Should the curve of the strain/pressure relationship show a non-linearity, the pressure may be re-applied not more than five times until the loading and unloading curves corresponding to two successive cycles substantially coincide. Should coincidence not be attained, the design pressure and the test pressure shall be taken from the pressure range corresponding to the linear portion of the curve obtained during the final unloading.

If the standard test pressure is reached within the linear portion of the strain/pressure relationship, the expected design pressure shall be considered to be confirmed.

If the final test pressure or the pressure range corresponding to the linear portion of the strain/pressure relationship (see above) is less than the standard test pressure, the design pressure shall be calculated from the following equation:

$$p = \frac{1}{1,1 k} \left(p_y \frac{f_a}{f_t} \right)$$

where:

p is the design pressure

p_y is the pressure at which significant yielding occurs or the pressure range corresponding to the linear portion of the strain/pressure relationship of the most highly strained part of the enclosure during final unloading (see above)

k is the standard test pressure factor (see 7.102)

f_t is the permissible design stress at test temperature

f_a is the permissible design stress at design temperature

Alternative procedures for non-destructive pressure tests may be agreed.

6.105 Weatherproofing test

When agreed between manufacturer and user a weatherproofing test shall be made on gas-insulated metal-enclosed switchgear for outdoor use. A recommended method is given in annex AA. This test also takes into account the effects of wind-driven snow.

If an examination of the design shows the test to be unnecessary, it may be omitted.

6.106 Test under conditions of arcing due to an internal fault

If such a test is agreed, the procedure shall be in accordance with the methods described in annex BB.

The short-circuit current applied during the arcing test is to be stated by the manufacturer.

Le courant de court-circuit appliqué pendant l'essai d'arc est à indiquer par le constructeur. Il correspond en principe au courant de courte durée admissible assigné, ou, dans quelques utilisations d'appareillage dans des réseaux à neutre isolé, il peut être limité au courant de défaut à la terre apparaissant dans de tels réseaux.

Deux interprétations sont faites: la première concerne le comportement de l'équipement pendant le fonctionnement de la protection de premier stade (principale), la seconde concerne le cas où le défaut est éliminé par le fonctionnement de la protection de second stade (de secours).

L'appareillage est en principe réputé convenir si, au cours de l'essai, aucun effet externe autre que le fonctionnement des dispositifs appropriés de décharge de pression ne se produit pendant les durées spécifiées en 5.103.2 et si aucune fragmentation de l'enveloppe ne résulte d'un défaut éliminé en 0,3 s pour un courant supérieur ou égal à 40 kA, ou en 0,5 s pour un courant plus faible, sauf accord différent entre constructeur et utilisateur.

NOTE - Pour information, le temps d'élimination de défaut pour la protection de premier stade est d'environ 0,1 s pour les courants de 40 kA ou plus et de 0,2 s pour les courants plus faibles. Le temps pour la protection de second stade ne dépasse normalement pas 0,3 s pour les courants de 40 kA ou plus et 0,5 s pour les courants plus faibles.

Par accord, des essais sur une disposition particulière peuvent être utilisés pour prévoir le comportement d'autres dispositions par calcul ou par analogie, ou par une combinaison des deux.

6.107 *Essai de stabilité thermique*

Cet essai ne s'applique qu'aux parties (telles que les traversées) de l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse de tension assignée égale ou supérieure à 145 kV, dont l'isolation principale est assurée par une matière organique et qui sont destinées à des matériels remplis d'un milieu de refroidissement liquide dont la température de service est comprise entre 60 °C et 100 °C.

Cet essai n'a pas besoin d'être effectué lorsque le champ électrique en milieu gazeux ou liquide intervient pour la majeure partie dans la différence de potentiel existant entre parties conductrices.

Les modalités de l'essai sont celles qui sont spécifiées pour les traversées par la CEI 137.

6.108 *Essais de fonctionnement aux températures extrêmes*

6.108.1 *Essai de fonctionnement à haute température*

L'appareillage ou le matériel essayé est placé en position d'ouverture ou en position de fermeture (cette position étant fixée par accord entre constructeur et utilisateur) dans une enceinte climatique dont la température est de +40 °C pendant une durée de cinq jours (120 h).

Pendant deux jours complets, les appareils de connexion ne doivent pas fonctionner.

Its values should correspond to the rated short-time withstand current or, in some applications of the switchgear in isolated neutral systems, it may be the earth fault current occurring in such a system.

Two assessments are made: the first concerns the performance of the equipment during the operation of the first stage (main) protection and the second concerns the case when the fault is cleared by the operation of the second stage (back-up) protection.

The switchgear should be considered adequate if, during the test, no external effect other than the operation of suitable pressure relief devices occurs within the times specified in 5.103.2 and no fragmentation of the enclosure results from a fault cleared in 0,3 s for currents of 40 kA and above and in 0,5 s for lower currents unless otherwise agreed upon between manufacturer and user.

NOTE - For information, the fault clearing time for the first stage protection is about 0,1 s for currents of 40 kA and above and 0,2 s for lower currents. The time for the second stage protection normally does not exceed 0,3 s for currents of 40 kA and above and 0,5 s for lower currents.

By agreement, tests on a particular arrangement may be used to predict the performance of other arrangements either by calculation or inference or a combination of both.

6.107 *Thermal stability test*

This test is only applicable to parts (such as bushings) of gas-insulated metal-enclosed switchgear, the major insulation of which consists of organic material, having a rated voltage of 145 kV and above and is intended for components filled with a liquid cooling medium the operating temperature of which is between 60 °C and 100 °C.

This test need not be carried out where the electric field in gas or liquid accounts for the major part of the difference in potential between conducting parts.

The test procedure shall be that specified for bushings in IEC 137.

6.108 *Operation tests at limit temperatures*

6.108.1 *Operation test at high temperature*

The switchgear or component tested shall be in the open or in the closed position (this position being stated by agreement between manufacturer and user) in a climatic housing, the temperature of which shall be +40 °C for a duration of five days (120 h).

For two full days, the switching devices shall not be operated.

Au cours d'un des trois derniers jours, on fait exécuter à l'appareil 10 cycles de manœuvres à la cadence d'un cycle de manœuvres toutes les 4 min.

Vers la fin de l'essai, on relève:

- les durées de fonctionnement;
- les pressions des gaz contenus dans l'enveloppe;
- les pertes de gaz pendant une période de 24 h.

On doit vérifier que ces valeurs restent dans les domaines pour lesquels le constructeur garantit les performances de l'appareillage.

Au cours de l'essai, on vérifie également le fonctionnement des thermostats éventuels.

6.108.2 Essai de fonctionnement à basse température

Cet essai est identique à l'essai de fonctionnement à haute température, la température de l'enceinte climatique étant la température minimale de l'air ambiant spécifiée pour les conditions de service à l'intérieur ou à l'extérieur selon le cas (voir l'article 2).

6.109 Essais d'étanchéité au gaz

Se référer à l'annexe DD.

Des essais d'étanchéité au gaz doivent être effectués au cours des essais suivant les 6.102 et 6.108, à titre d'essais de type, sur chaque type de compartiment comportant des montages d'étanchéité caractéristiques, pour démontrer l'absence de variation du taux de fuite sous l'influence des essais de type de fonctionnement mécanique et de fonctionnement aux températures extrêmes.

7 Essais individuels de série

Les essais individuels de série sont effectués sur toutes les unités de transport et, chaque fois que cela est praticable, dans les usines du constructeur, en vue de s'assurer que la production est conforme à l'équipement sur lequel l'essai de type a été effectué.

Se référer à l'article 7 de la CEI 694 en ajoutant les essais individuels suivants:

	Paragraphes
d) Mesurage des décharges partielles:	7.101
e) Essais de pression des enveloppes:	7.102
f) Essais d'étanchéité au gaz:	7.103
g) Essais de fonctionnement mécanique:	7.104
h) Essais des dispositifs auxiliaires, pneumatiques et hydrauliques:	7.105
i) Vérification de la conformité de la filerie:	7.106

NOTE - Il peut être nécessaire de vérifier l'interchangeabilité des matériels de caractéristiques assignées et de construction identiques (voir article 5).

During one of the last three days, 10 operating cycles are carried out with a frequency of one operating cycle every 4 min.

Towards the end of the test, the following shall be noted:

- the operating times;
- the pressure of the gases contained in the enclosure;
- the gas leakage over a period of 24 h.

It shall be verified that these values remain within the ranges for which the manufacturer guarantees the performance of the switchgear.

During the test, the operation of thermostats, if any, shall also be verified.

6.108.2 *Operation test at low temperature*

This test is identical with the operation test at high temperature, the temperature of the climatic housing being the minimum ambient air temperature specified for normal indoor or outdoor service conditions respectively (see clause 2).

6.109 *Gas tightness tests*

Refer to annex DD.

The measurement of gas tightness shall be performed together with the tests of 6.102 and 6.108 with each type of compartment comprising characteristic sealings of gas-insulated metal-enclosed switchgear as a type test to show that the leakage rate will not be changed by influences caused by the mechanical and limit temperature type tests.

7 Routine tests

The routine tests shall be made with each transport unit and, whenever practicable, at the manufacturer's works to ensure that the product is in accordance with the equipment on which the type test has been carried out.

Refer to clause 7 of IEC 694 with the addition of the following routine tests:

	Subclause
d) Partial discharge measurement:	7.101
e) Pressure tests of enclosures:	7.102
f) Gas tightness tests:	7.103
g) Mechanical operation tests:	7.104
h) Tests of auxiliary electrical, pneumatic and hydraulic devices:	7.105
i) Verification of correct wiring:	7.106

NOTE - It may be necessary to verify the interchangeability of components of the same rating and construction (see clause 5).

7.1 *Essais de tension à fréquence industrielle du circuit principal*

Se référer à 7.1 de la CEI 694 en ajoutant le complément suivant:

L'essai de tension à fréquence industrielle du circuit principal de l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse est effectué suivant les exigences du 6.1.7 à la terre, entre phases (s'il y a lieu) et entre bornes des appareils de connexion ouverts. Les tensions de tenue pour les essais individuels de série doivent être celles qui sont spécifiées, pour les tensions assignées respectives, au tableau I, colonne 6, au tableau III, colonne 4 et au tableau IV, colonne 7, de la CEI 694.

Les essais sont effectués à la masse volumique minimale du gaz pour l'isolement.

7.2 *Essais diélectriques des circuits auxiliaires et de commande*

Se référer à 7.2 de la CEI 694.

7.3 *Mesurage de la résistance du circuit principal*

Se référer à 7.3 de la CEI 694 en ajoutant le complément suivant:

Des mesurages globaux sont effectués en usine sur les unités de transport.

La résistance globale mesurée avec les appareils de connexion en position de fermeture ne doit pas être supérieure à $1,2 R_u$, où R_u est la somme des résistances correspondantes mesurées pendant les essais de type.

7.101 *Mesurage des décharges partielles*

Le mesurage des décharges partielles est recommandé comme essai individuel pour détecter les anomalies possibles de matière ou de fabrication. Il peut être utilisé comme essai de réception mais seulement après accord entre constructeur et utilisateur.

L'essai ne peut être effectué suivant le 6.1.9 que sur des unités de transport ou des matériels.

7.102 *Essais de pression des enveloppes*

Des essais de pression sont faits sur toutes les enveloppes après construction.

La pression d'essai normalisée est égale à k fois la pression de calcul, le facteur k étant égal à:

1,3 pour les enveloppes soudées,

1,5 pour les enveloppes moulées.

Il n'est prescrit aucun essai de pression après montage sur le site.

7.103 *Essais d'étanchéité au gaz*

Se référer à l'annexe DD.

7.1 *Power-frequency voltage tests on the main circuit*

Refer to 7.1 of IEC 694 with the addition of the following supplement:

The power-frequency voltage test on the main circuit of gas-insulated metal-enclosed switchgear shall be performed according to the requirements in 6.1.7 to earth, between phases (if applicable) and across the open switching devices. The withstand voltages for routine tests shall be those specified in IEC 694, table I, column 6, table III, column 4, and table IV, column 7, for the respective rated voltages.

The tests shall be performed at minimum gas density of the insulating gas.

7.2 *Dielectric tests on auxiliary and control circuits*

Refer to 7.2 of IEC 694.

7.3 *Measurement of the resistance of the main circuit*

Refer to 7.3 of IEC 694 with the addition of the following supplement:

Overall measurements are made on transport units in the factory.

The overall resistance measured with the switching devices in the closed position shall not exceed $1,2 R_u$, where R_u is the sum of the corresponding resistances measured during the type tests.

7.101 *Partial discharge measurement*

The measurement of partial discharges is recommended as a routine test to detect possible material and manufacturing defects. It may also be used as an acceptance test but only if agreed between manufacturer and user.

The test may be carried out in accordance with 6.1.9 but only on transport units or components.

7.102 *Pressure tests of enclosures*

Pressure tests shall be made on all enclosures after manufacture.

The standard test pressure shall be k times the design pressure, where the factor k is:

1,3 for welded enclosures,

1,5 for cast enclosures.

No pressure tests are prescribed after erection on site.

7.103 *Gas tightness tests*

Refer to annex DD.

Un essai d'étanchéité au gaz, tel que décidé par accord entre constructeur et utilisateur, est effectué pour prouver que l'appareillage répond bien à la valeur admissible de fuite de gaz prescrite par le constructeur. S'ils ont été demandés, des essais d'étanchéité au gaz à travers les cloisons peuvent également être effectués (voir 5.103.3).

NOTE - Pour essayer l'étanchéité d'une cloison, un compartiment peut être mis sous vide tandis que le compartiment adjacent est rempli de gaz à la masse volumique assignée (voir 4.101) en mesurant la montée de la pression dans le compartiment vide pendant une durée de 24 h.

7.104 *Essais de fonctionnement mécanique*

Les essais de fonctionnement sont effectués pour s'assurer que les appareils de connexion satisfont aux conditions de manœuvre prescrites et que les verrouillages mécaniques fonctionnent correctement.

Les appareils de connexion de l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse doivent être soumis à un essai de série d'endurance mécanique conformément à leurs normes particulières, s'ils n'ont pas déjà subi auparavant ces essais.

En outre, tous les appareils de connexion munis de verrouillages doivent subir cinq cycles de manœuvres en vue de vérifier le fonctionnement des verrouillages associés. Avant chaque manœuvre, une tentative est faite pour manœuvrer chaque appareil de connexion comme spécifié en 6.102.

Pendant ces essais, qui sont effectués sans tension ni courant dans les circuits principaux, on vérifie en particulier que les appareils de connexion s'ouvrent et se ferment correctement dans les limites spécifiées de la tension et de la pression d'alimentation de leurs dispositifs de manœuvre.

7.105 *Essais des dispositifs auxiliaires électriques, pneumatiques et hydrauliques*

Les verrouillages électriques, pneumatiques et autres, et les dispositifs de commande à séquence de manœuvres prédéterminée sont essayés cinq fois de suite, dans les conditions prévues d'emploi et de fonctionnement, pour les valeurs limites les plus défavorables de la source auxiliaire. Pendant l'essai, on n'effectue aucun réglage.

Les essais sont considérés comme satisfaisants si les dispositifs auxiliaires ont fonctionné correctement, s'ils sont en bon état de fonctionnement après les essais et si l'effort nécessaire à la manœuvre de l'appareil de connexion est pratiquement le même avant et après les essais.

7.106 *Vérification de la conformité de la filerie*

On vérifie que la filerie est conforme au schéma et aux exigences prescrites.

7.107 *Essais après montage sur le site*

L'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse doit être essayé après montage avant mise en service pour s'assurer du bon fonctionnement et de la tenue diélectrique de l'équipement.

A gas tightness test as agreed between manufacturer and user shall be made to prove compliance of the switchgear with the value of the permissible gas leakage rate prescribed by the manufacturer. If requested, gas tightness tests may be made also across the partitions (see 5.103.3).

NOTE - For testing the tightness of a partition, one compartment may be evacuated while the adjacent compartment is filled with gas at the rated density (see 4.101), measuring the pressure rise in the evacuated compartment over a period of 24 h.

7.104 *Mechanical operation tests*

Operation tests are made to ensure that the switching devices comply with the prescribed operating conditions and that the mechanical interlocks work properly.

Switching devices of gas-insulated metal-enclosed switchgear shall be submitted to a mechanical routine test in accordance with their relevant standards, unless previously tested separately.

In addition, all switching devices fitted with interlocks shall be submitted to five operating cycles in order to check the operation of the associated interlocks. Before each operation one attempt shall be made to operate each switching device as specified in 6.102.

During these tests, which are performed without voltage on or current in the main circuits, it shall be verified in particular that the switching devices open and close correctly within the specified limits of the supply voltage and pressure of their operating devices.

7.105 *Tests of auxiliary electrical, pneumatic and hydraulic devices*

The electrical, pneumatic and other interlocks together with control devices having a predetermined sequence of operations shall be tested five times in succession in the intended conditions of use and operation and with the most unfavourable limit values of auxiliary supply. During the test no adjustment shall be made.

The tests are considered to be satisfactory, if the auxiliary devices have operated properly, if they are in good operating condition after the tests and if the force to operate the switching device is practically the same before and after the tests.

7.106 *Verification of the correct wiring*

It shall be verified that the wiring conforms with the diagram and the prescribed requirements.

7.107 *Tests after erection on site*

After erection, before putting into service, the gas-insulated metal-enclosed switchgear shall be tested to check the correct operation and the dielectric strength of the equipment.

Ces essais et vérifications comprennent:

	Paragraphes
a) Essais de tension des circuits principaux:	7.107.1
b) Essais diélectriques des circuits auxiliaires:	7.2
c) Mesurage de la résistance du circuit principal:	7.107.4
d) Essais d'étanchéité au gaz:	7.103
e) Contrôles et vérifications:	7.107.2
f) Mesurages de contrôle de l'état du gaz:	7.107.3

Pour les raisons exposées en 5.103.1 et pour la réduction des perturbations au minimum, ainsi que pour réduire les risques de pénétration d'humidité et de poussières dans les enveloppes, pouvant empêcher le bon fonctionnement de l'appareillage, aucune inspection périodique obligatoire et aucun essai de pression après la mise en service du poste à isolation gazeuse ne sont spécifiés ni recommandés.

Il est recommandé d'effectuer un essai pour vérifier l'absence de courants de circulation dangereux dans l'enveloppe et dans les autres parties métalliques telles que les tuyauteries et les supports, s'ils n'ont pas été prévus pour de tels courants.

7.107.1 Essais de tension des circuits principaux

7.107.1.1 Généralités

Parce qu'elle est d'une importance capitale pour ce type d'appareillage, la tenue diélectrique doit être vérifiée afin d'éliminer les causes fortuites (mauvais montage, dégâts pendant la manutention, le transport, le stockage et le montage, présence de corps étrangers, etc.) qui pourraient ultérieurement conduire à un défaut interne.

A cause de leur objectif différent, ces essais ne doivent pas remplacer les essais de type ou les essais individuels qui sont réalisés sur les unités de transport et, chaque fois que cela est possible, en usine. Ils complètent les essais diélectriques individuels avec pour objectif de vérifier l'intégrité diélectrique de l'installation achevée et de détecter les anomalies, comme indiqué ci-dessus. Normalement l'essai diélectrique doit être réalisé après que l'appareillage a été entièrement monté et rempli de gaz à la masse volumique assignée, de préférence à la fin de tous les essais sur site dans le cas d'une installation nouvelle. Il est recommandé de réaliser également un tel essai diélectrique après tout démontage important pour maintenance ou reconditionnement de compartiments. Ces essais doivent être distingués de la montée progressive en tension réalisée afin de créer un certain conditionnement électrique de l'équipement avant mise en service.

La réalisation sur le site de tels essais n'est pas toujours pratique et certaines dérogations aux normes peuvent être acceptées. Le but de ces essais étant une vérification finale avant mise sous tension, il est très important que la procédure d'essai choisie ne mette pas en péril les parties saines de l'appareillage.

En choisissant, dans chaque cas individuel, une méthode d'essai appropriée, un accord particulier peut être nécessaire dans un intérêt de commodité ou d'économie: par exemple les besoins en puissance électrique, les dimensions et le poids des équipements d'essais peuvent être à prendre en compte.

These tests and verifications comprise:

	Subclause
a) Voltage tests on the main circuits:	7.107.1
b) Dielectric tests on auxiliary circuits:	7.2
c) Measurement of the resistance of the main circuit:	7.107.4
d) Gas tightness tests:	7.103
e) Checks and verifications:	7.107.2
f) Measurement of gas condition:	7.107.3

For reasons given in 5.103.1 and to ensure minimum disturbance, and to reduce the risk of moisture and dust entering enclosures so preventing correct operation of the switchgear, no obligatory periodic inspections or pressure tests are specified or recommended when the gas-insulated substation is in service.

A test should be made to prove the absence of dangerous circulating currents in the enclosure and other metallic parts, such as pipes and supporting structures, if these are not intended for such currents.

7.107.1 *Voltage tests on the main circuits*

7.107.1.1 *General*

Since it is exceptionally important for this kind of switchgear, the dielectric strength shall be checked in order to eliminate fortuitous causes (wrong fastening, damage during handling, transportation, storage and erection, presence of foreign bodies, etc.) which might in the future give rise to an internal fault.

Because of their different purpose, these tests shall not replace the type tests or the routine tests carried out on the transport units and, as far as possible, in the factory. They are supplementary to the dielectric routine tests with the aim of checking the dielectric integrity of the completed installation and of detecting irregularities as mentioned above. Normally the dielectric test shall be made after the switchgear has been fully erected and gas-filled at the rated density preferably at the end of all site tests, when newly installed. Such a dielectric test is recommended to be performed also after major dismantling for maintenance or reconditioning of compartments. These tests are to be distinguished from the progressive voltage increase performed in order to achieve a kind of electrical conditioning of the equipment before commissioning.

The execution of such site tests is not always practicable and deviations from the standards may be accepted. The aim of these tests being a final check before energizing. It is very important that the chosen test procedure does not jeopardize sound parts of the switchgear.

In choosing an appropriate test method for each individual case a special agreement may be necessary in the interest of practicability and economy, e.g. the electrical power requirements, and the dimensions and weight of the test equipment may need to be considered.

Le constructeur et l'utilisateur doivent convenir du programme détaillé des essais diélectriques sur le site.

7.107.1.2 Modalités d'essai

L'appareillage est complètement monté et rempli de gaz à la masse volumique assignée.

Certaines parties peuvent être déconnectées pour l'essai, soit à cause de leur courant de charge important, soit à cause de leur effet de limitation de la tension, comme:

- les câbles haute tension et les lignes aériennes;
- les transformateurs de puissance et la plupart des réducteurs de tension;
- les parafoudres et les éclateurs de protection.

NOTES

1 Pour déterminer les parties pouvant être déconnectées, il convient d'attirer l'attention sur le fait que l'opération de reconnexion peut provoquer des défauts après la fin des essais.

2 Pour essayer la plus grande partie de l'appareillage, on peut prévoir, dès la conception, une éclisse démontable pour chacun des cas mentionnés ci-dessus. On entend par «éclisse» un élément du conducteur qui peut être facilement enlevé afin de séparer l'appareillage en deux parties isolées l'une de l'autre. Ce genre de séparation est à préférer à un démontage.

Toute partie nouvellement installée d'un appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse doit être soumise sur le site à un essai diélectrique.

Généralement, en cas d'extension, la partie adjacente de l'appareillage existant est, en principe, mise hors tension et à la terre pendant l'essai diélectrique, sauf si des mesures spéciales sont prises pour éviter que des décharges disruptives survenant dans l'extension ne se répercutent sur la partie sous tension de l'appareillage existant.

Il peut être nécessaire d'appliquer la tension d'essai après réparation ou maintenance de parties importantes ou après montage d'extensions. On peut alors être obligé d'appliquer la tension d'essai à une partie existante pour essayer toutes les sections concernées. Dans ces cas il est recommandé de suivre la même procédure que pour un appareillage nouvellement installé.

7.107.1.3 Formes d'ondes

Pour choisir une forme d'onde appropriée, il convient de tenir compte de la CEI 60-2; cependant, des formes similaires sont aussi acceptables. Il n'existe pas de forme d'onde idéale qui couvrirait tous les besoins. Des divergences admissibles sont indiquées ci-après. Des informations sur les moyens de produire les tensions d'essai sont données dans l'article CC1 de l'annexe CC.

1) Essais de tension alternative

Les essais de tension alternative sont particulièrement sensibles pour détecter des contaminations (par exemple des particules conductrices) et, dans la plupart des cas, suffisent pour détecter des configurations anormales du champ électrique.

L'expérience actuelle correspond à des fréquences d'essai de 50 Hz et 60 Hz. Une fréquence d'essai comprise entre 10 Hz et 300 Hz convient.

NOTE - L'attention est attirée sur le fait que, pour les essais de tension avec des fréquences différentes des fréquences assignées de 50 Hz et 60 Hz, il faut tenir compte d'une expérience plus complète de tels essais.

A detailed test programme for the dielectric tests on site shall be agreed between manufacturer and user.

7.107.1.2 *Test procedure*

The switchgear shall be erected completely and gas-filled at its rated density.

Some parts may be disconnected for the test, either because of their high charging current or because of their effect on voltage limitation, such as:

- high voltage cables and overhead lines;
- power transformers and most voltage transformers;
- surge arresters and protective spark gaps.

NOTES

- 1 In determining the parts which could be disconnected attention is drawn to the fact that the reconnection may introduce faults after the tests are finished.
- 2 In order to test as much as possible of the switchgear, a removable link may be included in the design in each of the above-mentioned cases. Here a "link" is understood to be a part of the conductor which can easily be removed in order to isolate two parts of the switchgear from each other. This type of separation is preferable rather than dismantling.

Every newly erected part of gas-insulated metal-enclosed switchgear shall be subjected to a dielectric test on site.

In the case of extensions, in general, the adjacent existing part of the switchgear should be de-energized and earthed during the dielectric test, unless special measures are taken to prevent disruptive discharges in the extension affecting the energized part of the existing switchgear.

Application of the test voltage may be necessary after repair or maintenance of major parts or after erection of extensions. The test voltage may then have to be applied to existing parts in order to test all sections involved. In those cases the same procedure should be followed as for newly erected switchgear.

7.107.1.3 *Voltage waveforms*

For the choice of an appropriate voltage waveform, IEC 60-2 should be taken into consideration, however, similar waveforms are also permissible. An ideal voltage waveform covering all requirements does not exist. Permissible deviations are indicated below. Information concerning the generation of test voltages is given in clause CC1 of annex CC.

1) *A.C. voltage tests*

A.C. voltage tests are especially sensitive in detecting contaminations (e.g. conducting particles), and are in most cases also sufficient in detecting abnormal field configurations.

The existing experience refers to test frequencies of 50 Hz and 60 Hz. The test frequency should be limited to the range of 10 Hz to 300 Hz.

NOTE - Attention should be given to the fact that for voltage tests with frequencies other than the rated frequencies of 50 Hz and 60 Hz further experience with such tests has to be taken into account.

2) Essais de tension de choc

a) Les essais de tension de choc de foudre sont particulièrement sensibles pour détecter des configurations de champ électrique anormales (par exemple électrodes endommagées).

Sur la base de l'expérience acquise à ce jour, des tensions de choc de foudre peuvent être acceptées avec une durée de front jusqu'à 8 μ s. Quand on utilise des tensions oscillantes de choc de foudre, la durée de front est acceptable jusqu'à environ 15 μ s.

NOTE - Il convient de tenir compte des réflexions dues aux ondes à front raide dans les grandes installations.

b) Les essais de tension de choc de manœuvre sont utiles, en particulier pour les tensions assignées les plus élevées, afin de détecter la présence de contaminations ou de configurations de champ anormales, avec un équipement d'essai relativement simple.

Selon l'expérience existante, des chocs de manœuvre de forme apériodique ou oscillante et ayant une durée jusqu'à la crête comprise entre 150 μ s et 10 ms conviennent.

3) Essais de tension continue

Un essai de tension continue ne peut pas être recommandé. Les spécifications existantes relatives aux câbles ne sont pas applicables à l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse (se référer à 5.109).

7.107.1.4 Tensions d'essai

Considérant que:

- les unités de transport ont normalement subi les essais individuels de série;
- la probabilité de décharge disruptive est plus grande dans une installation complète que sur des unités fonctionnelles séparées;
- toute décharge disruptive doit être évitée dans un compartiment correctement monté;

la valeur de la tension pour les essais diélectriques sur le site doit être égale à:

- 80 % de la tension alternative appliquée pour l'essai individuel de série;
- 80 % de la tension appliquée pour les essais aux chocs de foudre et de manœuvre.

Lorsqu'il n'est pas spécifié d'essai de type aux chocs de manœuvre, l'essai sur le site aux chocs de manœuvre se fait à 80 % de la tension d'essai sur le site aux chocs de foudre.

NOTE - Il convient de porter une attention particulière à la sévérité relative des ondes de forme non normalisée et d'ajuster, en conséquence, la valeur de la tension d'essai.

Dans certains cas, pour des raisons techniques ou pratiques, les essais diélectriques sur le site peuvent être réalisés avec des valeurs de tension réduites. Des informations détaillées sont données dans l'article CC3 de l'annexe CC.

2) *Impulse voltage tests*

a) Tests with lightning impulse voltages are especially sensitive in detecting abnormal field configurations (e.g. damaged electrodes).

Based on the existing experience, lightning impulse voltages with a front time extended up to 8 μ s are acceptable. When using oscillating lightning impulse voltages the front time may be extended to approximately 15 μ s.

NOTE - Reflections due to steep front waves in large installations should be taken into account.

b) Tests with switching impulse voltages are useful especially for higher rated voltages to detect the presence of contaminations as well as abnormal field configurations with relatively simple test equipment.

Based on existing experience, switching impulses with either aperiodic or oscillating waveforms and with a time to crest in the range of 150 μ s to 10 ms are suitable.

3) *D.C. voltage tests*

A d.c. voltage test cannot be recommended. The existing test specifications for cables are not applicable to gas-insulated metal-enclosed switchgear (refer to 5.109).

7.107.1.4 *Test voltages*

Considering that:

- transport units have normally been subjected to routine tests;
- the probability of disruptive discharges is higher for the complete installation than for individual functional units;
- disruptive discharges in correctly erected equipment shall be avoided;

the test voltage for dielectric tests on site shall be:

- 80 % of the a.c. voltage applied for the routine test;
- 80% of the voltage applied for lightning and switching impulse tests.

Where no switching impulse voltage is specified, the value of the switching impulse voltage for dielectric tests on site shall be 80 % of the lightning impulse test voltage on site.

NOTE - Special attention should be given to the relative severity of non-standardized waveforms the test voltage value of which should be adjusted accordingly.

In certain circumstances, for technical or practical reasons, dielectric tests on site may be carried out with reduced voltage values. Details are given in clause CC3 of annex CC.

7.107.1.5 Procédures d'essai diélectrique

La procédure d'essai est choisie parmi les suivantes, par accord entre constructeur et utilisateur:

Procédure A

Essai avec une tension alternative à la valeur spécifiée pendant 1 min.

Dans des cas particuliers cet essai peut être complété par un essai de tension de choc consistant en trois chocs de chaque polarité à la valeur spécifiée.

Procédure B

Essai d'une durée minimale de 5 min avec une tension alternative ayant une valeur au moins égale à $U/\sqrt{3}$ pour les réseaux à neutre à la terre et U pour les réseaux à neutre isolé ou compensés par bobine d'extinction. Cet essai est suivi par un essai de tension de choc, consistant en trois chocs de chaque polarité à la valeur spécifiée.

D'autres essais peuvent être acceptés sur la base de l'expérience en service et de résultats d'études ultérieures (voir article CC3 de l'annexe CC).

7.107.1.6 Application de la tension

La tension d'essai spécifiée est appliquée entre chaque conducteur de phase, à tour de rôle, et l'enveloppe, les autres conducteurs de phase étant reliés à l'enveloppe mise à la terre. L'isolation entre conducteurs de phases n'est soumise à aucun autre essai diélectrique distinct sur le site.

La source de tension peut être reliée à un endroit convenable quelconque du conducteur de la phase en essai.

Il est souvent pratique de diviser en plusieurs parties l'installation complète de l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse en ouvrant des disjoncteurs et des sectionneurs pour l'une au moins des raisons suivantes:

- aider à localiser des décharges disruptives;
- limiter l'énergie de décharge si une décharge disruptive se produit;
- limiter la charge capacitive de la source de tension d'essai.

Les parties qui dans de tels cas ne sont pas essayées et qui sont isolées de la partie en essai par un disjoncteur ou un sectionneur sont mises à la terre. Aucun essai diélectrique entre contacts ouverts des appareils de connexion n'est nécessaire sur le site sauf s'il y a un démontage après l'essai individuel de série.

7.107.1.7 Evaluation de l'essai

On considère que l'appareillage a subi l'essai de façon satisfaisante si chaque partie a supporté la tension d'essai spécifiée sans aucune décharge disruptive.

7.107.1.5 Dielectric test procedures

The test procedure should be agreed between manufacturer and user and be chosen from:

Procedure A

A.C. voltage test for a duration of 1 min at the specified value.

In special cases this test may be complemented by an impulse voltage test consisting of three impulses of each polarity at the specified value.

Procedure B

A.C. voltage test for a minimum duration of 5 min at a value not lower than $U/\sqrt{3}$ for earthed neutral or U for isolated neutral or resonant earthed systems. This test is followed by an impulse voltage test consisting of three impulses of each polarity at the specified value.

Other tests may be acceptable based on service experience and the results of further development (see clause CC3 of annex CC).

7.107.1.6 Voltage application

The specified test voltage shall be applied between each phase conductor, one at a time, and the enclosure, the other phase conductors being connected to the earthed enclosure. The insulation between phase conductors shall not be subjected to any other separate dielectric test on site.

The test voltage source may be connected to any convenient point of the phase conductor under test.

It is often convenient to divide the whole installation of gas-insulated metal-enclosed switchgear into sections by opening circuit-breakers and disconnectors for at least one of the following reasons:

- to facilitate the location of disruptive discharges;
- to limit the discharged energy if a disruptive discharge occurs;
- to limit the capacitive load on the test voltage source.

The sections which in such cases are not being tested and which are isolated by a circuit-breaker or a disconnector from the section under test shall be earthed. Unless dismantled after routine test, no dielectric test across the open switching devices need be carried out on site.

7.107.1.7 Assessment of the test

The switchgear shall be considered to have passed the test, if each section has withstood the specified test voltage without any disruptive discharge.

Lorsqu'une décharge disruptive se produit pendant les essais diélectriques sur le site, on doit s'assurer de la tenue diélectrique de l'équipement. Ceci peut être fait soit par inspection de l'isolation solide si cela est faisable et si l'emplacement de la décharge disruptive est connu (voir article CC2 de l'annexe CC), ou peut être fait en réalisant des essais diélectriques complémentaires suivant un accord entre constructeur et utilisateur, établi avant le début des essais sur le site.

Un guide pour la reprise d'essais est donné dans l'article CC6 de l'annexe CC.

7.107.2 *Contrôles et vérifications*

Les points suivants doivent être vérifiés:

- a) conformité de l'ensemble avec les dessins et les instructions du constructeur;
- b) étanchéité de tous les raccords de tuyauterie et serrage des boulons et connexions;
- c) conformité de la filerie avec les schémas;
- d) fonctionnement correct des verrouillages électriques, pneumatiques ou autres;
- e) fonctionnement correct des équipements de commande, de mesure, de protection et de réglage, y compris le chauffage et l'éclairage.

NOTE - Si pour une raison quelconque, un ou plusieurs des essais individuels de série n'ont pas été effectués en usine, il convient de les faire sur le site en les combinant avec les essais après montage.

7.107.3 *Mesurages de contrôle de l'état du gaz*

Le taux d'humidité du gaz isolant doit être déterminé, et ne doit pas dépasser la limite maximale permise par le constructeur.

Si l'appareillage est rempli d'hexafluorure de soufre, se référer, pour le contrôle de l'état du gaz en service, à la CEI 480.

7.107.4 *Mesurage de la résistance du circuit principal*

Des mesurages globaux doivent être faits sur l'installation complète, dans des conditions aussi proches que possible des conditions dans lesquelles les essais individuels ont été faits sur les unités de transport.

Les résistances mesurées ne doivent pas dépasser les valeurs maximales correspondantes fixées pour les essais individuels des unités de transport (voir 7.3) en tenant compte des différences de disposition (nombre d'appareils, de contacts, de raccords, longueur des conducteurs, etc.).

8 *Guide pour le choix de l'appareillage selon le service*

Pour une certaine contrainte en service, l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse est choisi en tenant compte des caractéristiques assignées individuelles de ses matériels qu'exigent les conditions de charge normale et les conditions en cas de défaut.

In the event of a disruptive discharge occurring during dielectric tests on site, steps shall be taken to ensure the dielectric strength of the equipment. This may be achieved either by the inspection of the solid insulation, if practicable and if the location of the disruptive discharge is known (see clause CC2 of annex CC), or it may be done by performing additional dielectric tests according to an agreement between manufacturer and user established before the site tests have started.

Guidelines on repetition tests are given in clause CC6 of annex CC.

7.107.2 *Checks and verifications*

The following shall be verified:

- a) conformity of the assembly with the manufacturer's drawings and instructions;
- b) sealing of all pipe junctions, and the tightness of bolts and connections;
- c) conformity of the wiring with the diagrams;
- d) proper function of the electrical, pneumatic and other interlocks;
- e) proper function of the control, measuring, protective and regulating equipment including heating and lighting.

NOTE - If for whatever reasons one or more routine tests are not performed at the manufacturer's works, they should be carried out on site combined with the tests after erection.

7.107.3 *Measurement of gas condition*

The moisture content of the insulating gas shall be determined. The content shall not exceed the maximum limit permitted by the manufacturer.

If the switchgear is filled with sulphur hexafluoride, for checking the condition of the gas during service, reference is made to IEC 480.

7.107.4 *Measurement of the resistance of the main circuit*

Overall measurements shall be made on the complete installation, under conditions as similar as possible to those of the routine test on transport units.

The resistances measured shall not exceed the maximum values permitted for the routine tests on transport units (see 7.3), taking into account the differences of the two test arrangements (number of devices, contacts and connections, length of conductors, etc.).

8 Guide to the selection of the switchgear for service

For a given duty in service, gas-insulated metal-enclosed switchgear is selected by considering the individual rated values of its components required under normal load conditions and in case of fault conditions.

Les caractéristiques assignées sont choisies en principe comme proposé dans cette norme en tenant compte des caractéristiques du réseau et de ses futures extensions présumées. La liste complète des caractéristiques assignées est indiquée à l'article 4.

Pour l'isolation externe seulement on doit considérer d'autres paramètres tels que les conditions locales atmosphériques et climatiques et l'utilisation à des altitudes dépassant 1 000 m (voir article 2).

Les contraintes imposées par les conditions en cas de défaut sont en principe déterminées en calculant les courants de défaut à l'endroit du réseau où l'installation de l'appareillage est prévue.

9 Renseignements à donner dans les appels d'offres, les soumissions et les commandes

9.101 Renseignements à donner dans les appels d'offres et les commandes

Pour lancer un appel d'offre ou passer commande d'une installation d'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse, il est recommandé au demandeur de fournir les renseignements suivants:

1) *Caractéristiques propres au réseau*

Tension nominale et tension la plus élevée, fréquence, mode de mise à la terre du neutre.

2) *Conditions de service*

Les températures minimale et maximale de l'air ambiant; toutes conditions divergeant des conditions normales de service ou nuisant au fonctionnement satisfaisant de l'équipement, telles que, par exemple, l'exposition inhabituelle à la vapeur, à l'humidité, aux fumées, aux atmosphères explosives, à la poussière excessive ou au sel, le risque de tremblements de terre ou d'autres vibrations dues à des causes extérieures à l'équipement à livrer, ainsi que les mouvements possibles des fondations.

3) *Caractéristiques de l'installation et de ses matériels*

- a) installation pour l'intérieur ou l'extérieur;
- b) nombre de phases (sous enveloppes monophasées ou sous enveloppe commune);
- c) nombre de jeux de barres;
- d) tension assignée;
- e) niveau d'isolement assigné;
- f) courants assignés en service continu des jeux de barres et des circuits d'arrivée;
- g) courant de courte durée admissible assigné (I_{th});
- h) durée de court-circuit assignée (si elle est différente de 1 s);
- i) valeur de crête du courant admissible assigné (si elle est différente de $2,5 I_{th}$);
- j) valeurs assignées des matériels;
- k) degré de protection des circuits auxiliaires et des pièces en mouvement;
- l) schémas des circuits;
- m) détails des raccordements de câbles à haute tension.

The rated values should be chosen as suggested in this standard regarding the characteristics of the system as well as its expected future development. The complete list of rating is given in clause 4.

For external insulation only, other parameters such as local atmospheric and climatic conditions and the use at altitudes exceeding 1 000 m are to be considered (see clause 2).

The duty imposed by fault conditions should be determined by calculating the fault currents at the place where the switchgear is to be located in the system.

9 Information to be given with enquiries, tenders and orders

9.101 Information with enquiries and orders

When enquiring for or ordering an installation of gas-insulated metal-enclosed switchgear the following information should be supplied by the enquirer:

1) Particulars of the system

Nominal and highest voltage, frequency, type of system neutral earthing.

2) Service conditions

Minimum and maximum ambient air temperature; any condition deviating from the normal service conditions or affecting the satisfactory operation of the equipment, for example, unusual exposure to vapour, moisture, fumes, explosive gases, excessive dust or salt, the risk of earth tremors or other vibrations due to causes external to the equipment to be delivered, as well as possible movements of foundations.

3) Particulars of the installation and its components

- a) indoor or outdoor installation;
- b) number of phases (individually encased or in a common enclosure);
- c) number of busbars;
- d) rated voltage;
- e) rated insulation level;
- f) rated normal currents of busbars and feeder circuits;
- g) rated short-time withstand current (I_{th});
- h) rated duration of short-circuit (if different from 1 s);
- i) rated peak withstand current (if different from $2,5 I_{th}$);
- j) rated values of components;
- k) degree of protection for auxiliary circuits and moving parts;
- l) circuit diagrams;
- m) details of high-voltage cable connections.

4) *Caractéristiques des dispositifs de manœuvre*

- a) type des dispositifs de manœuvre;
- b) tension assignée d'alimentation (s'il y a lieu);
- c) fréquence assignée d'alimentation (s'il y a lieu);
- d) pression assignée d'alimentation (s'il y a lieu);
- e) exigences spéciales de verrouillage.

En plus de ces alinéas, il est recommandé au demandeur d'indiquer toute condition qui peut influencer sur la soumission ou la commande, telle que les conditions particulières de montage ou d'installation, l'emplacement des connexions externes à haute tension ou les règles pour les réservoirs à pression.

Il convient d'indiquer si des essais de type spéciaux sont demandés.

9.102 *Renseignements à donner avec les soumissions*

En principe, les renseignements suivants sont donnés par le constructeur, si applicable, avec les notices descriptives et les plans:

1) *Valeurs et caractéristiques assignées*

Les caractéristiques de l'installation sont énumérées à la section 3) du 9.101.

2) *Autres particularités de l'appareillage et de ses matériels*

- a) pression de calcul des enveloppes;
- b) température de calcul des enveloppes;
- c) type et masse volumique assignée du gaz d'isolement;
- d) masse volumique minimale du gaz;
- e) volume de gaz pour les différents compartiments;
- f) valeurs limites des taux d'humidité et de fuite de gaz;
- g) détail des mesures appropriées pour la localisation des défauts.

3) *Certificats ou comptes rendus d'essais de type*

Quand des certificats sont demandés, il suffit généralement de soumettre les premières pages avec les résultats.

4) *Détails de construction*

- a) masse de l'unité de transport la plus lourde;
- b) dimensions hors tout de l'appareillage;
- c) disposition des connexions externes;
- d) dispositions pour le transport à prévoir par l'utilisateur;
- e) dispositions pour le montage à prévoir par l'utilisateur.

4) Particulars of the operating devices

- a) type of operating devices;
- b) rated supply voltage (if any);
- c) rated supply frequency (if any);
- d) rated supply pressure (if any);
- e) special interlocking requirements.

In addition to these items, the enquirer should indicate every condition which might influence the tender or the order, as, for example, special mounting or erection conditions, the locating of the external high-voltage connections or the rules for pressure vessels.

Information should be supplied if special type tests are required.

9.102 Information with tenders

The following information, if applicable, should be given by the manufacturer with descriptive matters and drawings:

1) Rated values and characteristics

Particulars of the installation are enumerated in section 3) of 9.101.

2) Further particulars of the switchgear and its components

- a) design pressure of enclosures;
- b) design temperature of enclosures;
- c) type and rated density of gas for insulation;
- d) minimum gas density;
- e) volume of gas for the different compartments;
- f) limit values of moisture content and gas leakage;
- g) details of appropriate measures for fault location.

3) Type test certificates or reports

When certificates are requested, in general the first pages containing the results may be sufficient.

4) Constructional features

- a) mass of the heaviest transport unit;
- b) overall dimensions of the switchgear;
- c) arrangement of the external connections;
- d) provisions for transport to be taken by the user;
- e) provisions for mounting to be taken by the user.

- 5) *Caractéristiques des dispositifs de manœuvre*
- a) types et valeurs assignées telles qu'énumérées à la section 4) du 9.101;
 - b) courant ou puissance nécessaire pour la manœuvre;
 - c) durées de manœuvre;
 - d) quantité de gaz ramenée à la pression atmosphérique nécessaire pour la manœuvre.
- 6) *Informations concernant tous les sujets faisant l'objet d'un accord préalable entre constructeur et utilisateur*

7) *Liste des pièces détachées recommandées*

L'utilisateur devrait se procurer ces pièces détachées.

8) *Instructions concernant le fonctionnement et la maintenance*

10 Règles pour le transport, le stockage, le montage et la maintenance

Se référer à l'article 10 de la CEI 694.

10.1 Conditions à respecter pendant le transport, le stockage et le montage

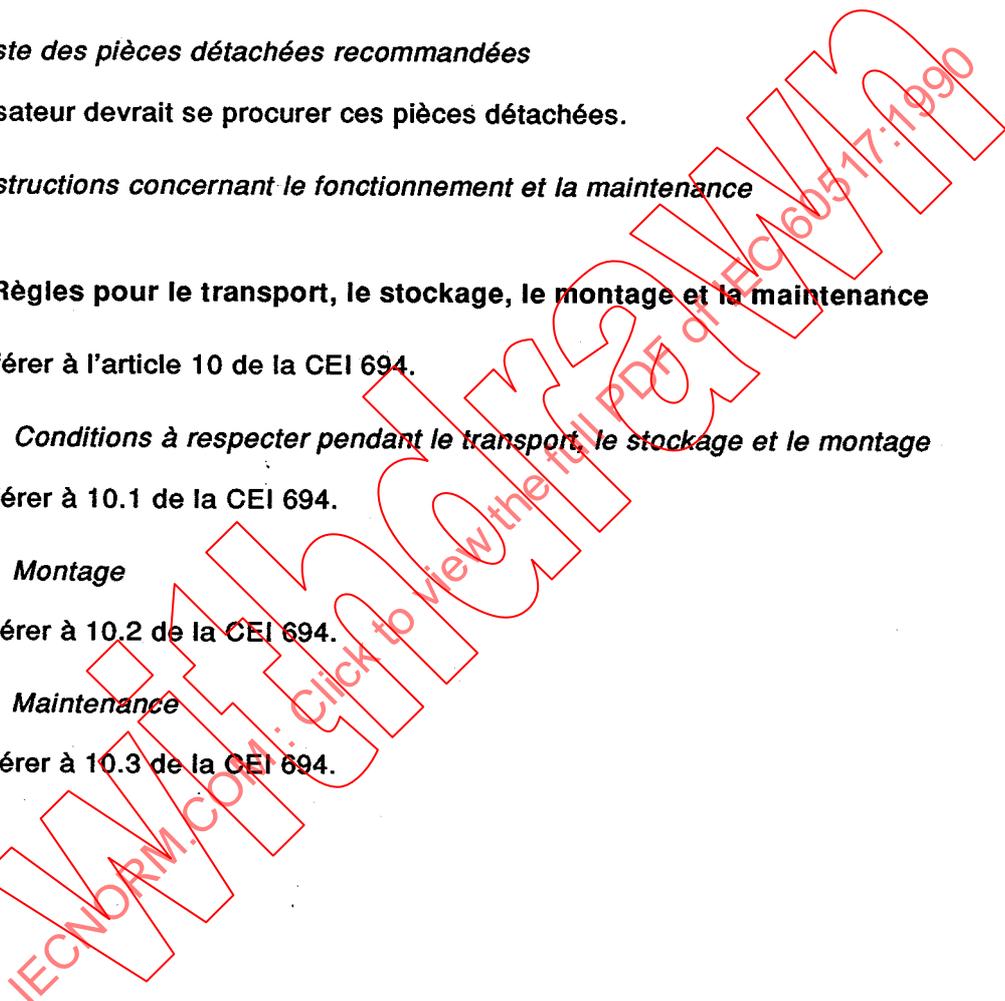
Se référer à 10.1 de la CEI 694.

10.2 Montage

Se référer à 10.2 de la CEI 694.

10.3 Maintenance

Se référer à 10.3 de la CEI 694.



5) *Particulars of the operating devices*

- a) types and rated values as enumerated in section 4) of 9.101;
- b) current or power for operation;
- c) operating times;
- d) quantity of free gas for operation.

6) *Information about all matters to be subject to prior agreement between manufacturer and user*

7) *List of recommended spare parts*

Spare parts should be procured by the user.

8) *Instructions for operation and maintenance.*

10 Rules for transport, storage, erection and maintenance

Refer to clause 10 of IEC 694.

10.1 *Conditions during transport, storage and erection*

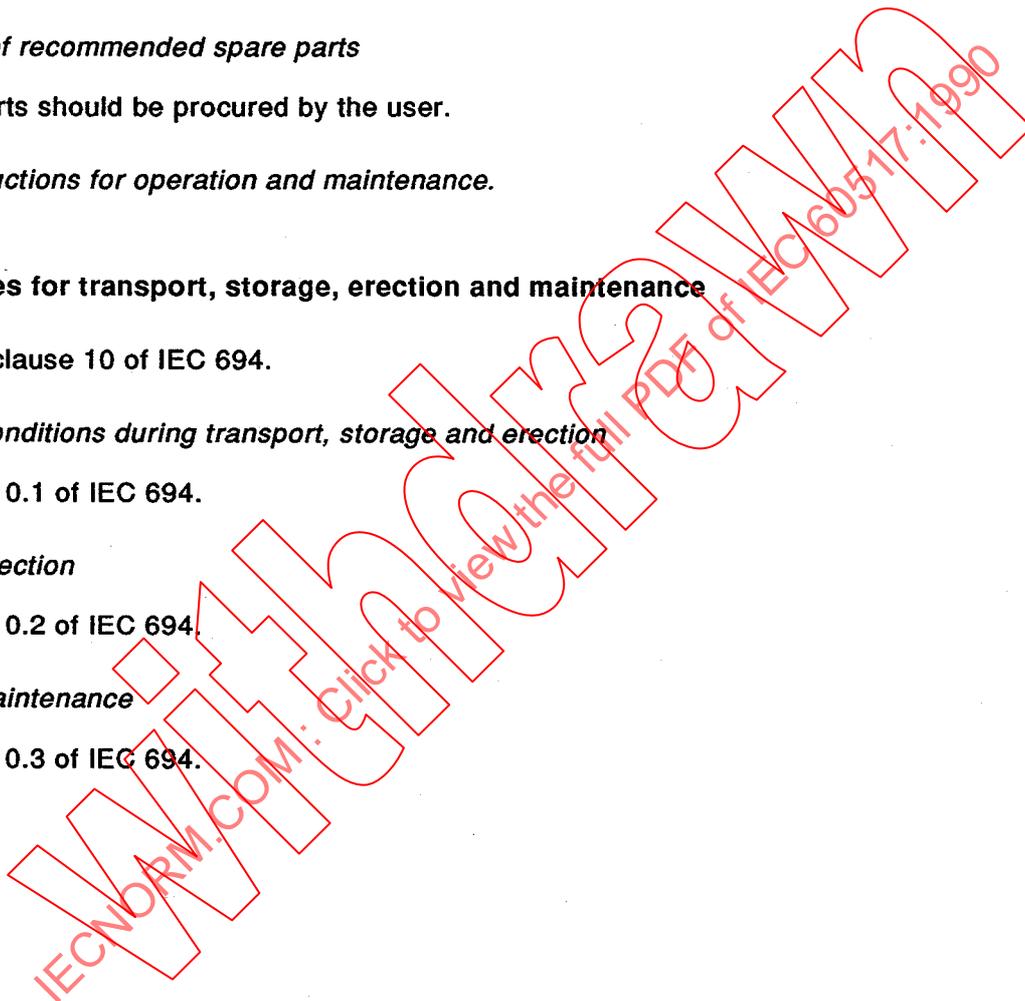
Refer to 10.1 of IEC 694.

10.2 *Erection*

Refer to 10.2 of IEC 694.

10.3 *Maintenance*

Refer to 10.3 of IEC 694.



Annexe AA (normative)

Méthode recommandée pour l'essai de protection contre les intempéries de l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse pour l'installation à l'extérieur

L'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse à essayer est complet, équipé de tous les capots, écrans, traversées, etc., et placé dans la zone exposée à la pluie artificielle.

La pluie artificielle est fournie par un nombre suffisant de lances arrosant de façon uniforme les surfaces à essayer. Il est admis d'essayer séparément les différentes parties de l'équipement, à condition que soient arrosés simultanément et de façon uniforme:

- a) les surfaces supérieures par des lances qui se trouvent à une hauteur appropriée;
- b) le sol sur une distance de 1 m devant les parties essayées, l'équipement se trouvant à la hauteur minimale au-dessus du sol indiquée par le constructeur.

Si la largeur de l'équipement dépasse 3 m, il est admis d'arroser successivement des tranches de 3 m de largeur. Les enveloppes sous pression ne sont pas nécessairement soumises à la pluie artificielle.

Chaque lance utilisée pour cet essai fournit un jet d'eau à section carrée et de distribution uniforme; elle a un débit de 30 l/min \pm 10 % à une pression de 4,6 bar \pm 10 %, l'angle d'ouverture du jet étant de 60° à 80°. L'axe longitudinal de chaque lance est incliné vers le sol, de sorte que la limite supérieure du jet se trouve dans un plan horizontal s'il est dirigé vers les surfaces à essayer. Il est recommandé de disposer des lances sur un tube-support vertical à intervalles d'environ 2 m (voir disposition d'essai sur la figure AA1).

La pression dans le tube d'alimentation des lances est de 4,6 bar \pm 10 % lorsque l'eau circule. La quantité d'eau appliquée à chaque surface essayée est d'environ 5 mm/min, chaque surface ainsi essayée étant arrosée avec cette quantité de pluie artificielle pendant 5 min. L'orifice de chaque lance doit se trouver à une distance comprise entre 2,5 m et 3 m de la surface essayée la plus proche.

NOTE - Au cas où une lance conforme au dessin de la figure AA2 est utilisée, la quantité d'eau est considérée comme correspondant à cette norme lorsque la pression est de 4,6 bar \pm 10 %.

Immédiatement après l'essai, l'équipement doit être examiné en vue de vérifier si les exigences suivantes sont remplies:

- a) on ne constate pas de présence d'eau sur l'isolation des circuits auxiliaires;
- b) on ne constate pas de présence d'eau sur les matériels électriques ou les mécanismes de l'équipement, sauf sur les traversées;
- c) la charpente ou d'autres parties non isolantes ne retiennent pas une quantité notable d'eau (afin de réduire la corrosion).

Annex AA (normative)

Recommended method for the weatherproofing test for outdoor gas-insulated metal-enclosed switchgear

The gas-insulated metal-enclosed switchgear to be tested shall be fully equipped and complete with all top covers, screens, bushings, etc., and placed in the area to be supplied with artificial precipitation.

The artificial precipitation shall be supplied by a sufficient number of nozzles to produce a uniform spray over the surfaces under test. The various parts of the equipment may be tested separately, provided that a uniform spray is simultaneously applied also to both of the following:

- a) the top surfaces from nozzles located at a suitable height;
- b) the floor for a distance of 1 m in front of the parts under test with the equipment located at the minimum height above the floor level specified by the manufacturer.

Where the width of the equipment exceeds 3 m, the spray may be applied to 3 m wide sections in turn. Pressurized enclosures need not be submitted to artificial precipitation.

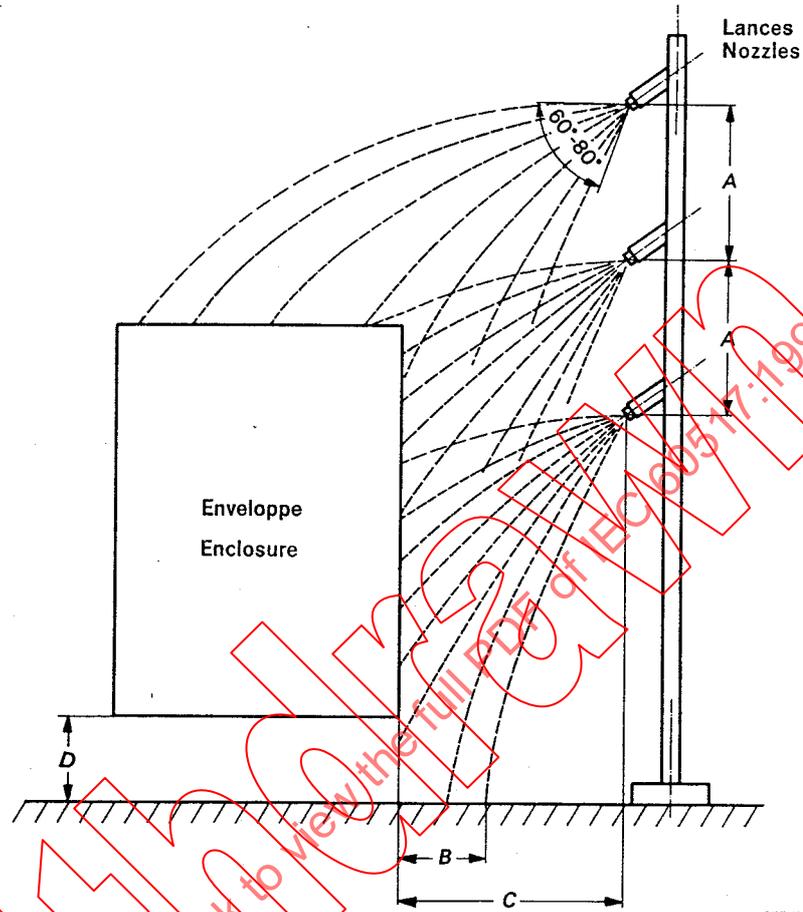
Each nozzle used for this test shall deliver a square-shaped spray pattern with uniform spray distribution and shall have a capacity of 30 l/min \pm 10 % at a pressure of 4,6 bar \pm 10 % and a spray angle of 60° to 80°. The centre lines of the nozzles shall be inclined downwards so that the top of the spray is horizontal if it is directed towards the surfaces being tested. It is convenient to arrange the nozzles on a vertical stand-pipe and space them about 2 m apart (see test arrangement in figure AA1).

The pressure in the feedpipe of the nozzles shall be 4,6 bar \pm 10 % under flow conditions. The rate at which water is applied to each surface under test shall be about 5 mm/min, and each surface so tested shall receive this rate of artificial precipitation for a duration of 5 min. The spray nozzles shall be at a distance between 2,5 m and 3 m from the nearest vertical surface under test.

NOTE - When a nozzle in accordance with figure AA2 is used, the quantity of water is considered to be in accordance with this standard when the pressure is 4,6 bar \pm 10 %.

After the test is completed, the equipment shall be inspected promptly to determine whether the following requirements have been met:

- a) no water shall be visible on the insulation of the auxiliary circuits;
- b) no water shall be visible on electrical components or mechanisms of the equipment except for bushings;
- c) no significant accumulation of water shall be retained by the structure or other non-insulating part (to minimize corrosion).

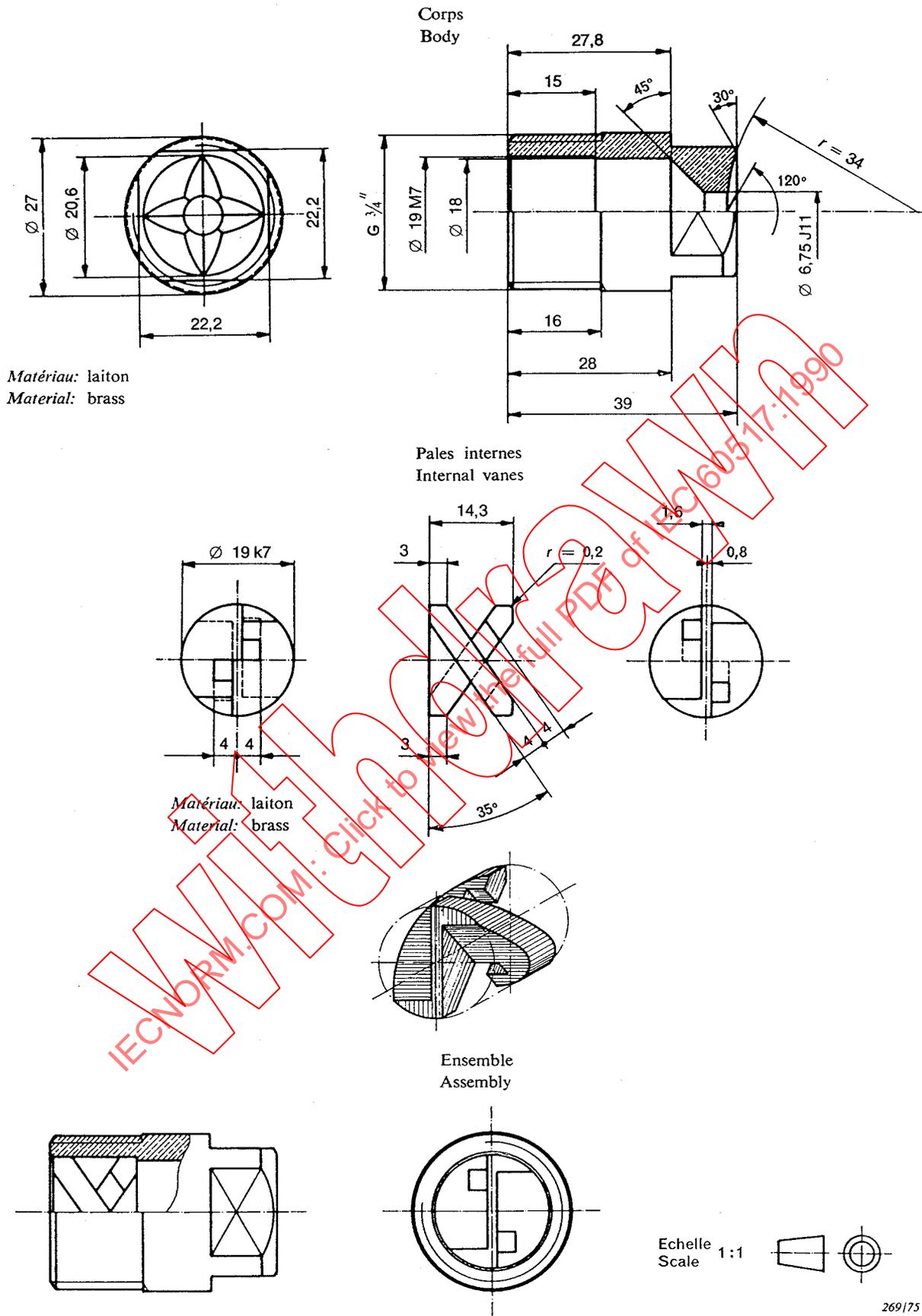


180/81

A	Environ About	2 m
B	Environ About	1 m
C	2,5 m ^à to 3 m	

Figure AA1 – Disposition des appareils pour l'essai de protection contre les intempéries

Arrangement for the weatherproofing test



Dimensions en millimètres

Dimensions in millimetres

Figure AA 2 – Exemple d'une lance répondant aux exigences de l'essai contre les intempéries
Example of a nozzle meeting the requirements of the weatherproofing test

Annexe BB (normative)

Méthodes d'essai de l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse en cas d'arc dû à un défaut interne

BB1 Introduction

L'apparition d'un arc à l'intérieur de l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse, dû à un défaut interne, est accompagnée de phénomènes physiques variés.

Par exemple, l'énergie résultant du développement d'un arc dans l'enveloppe provoquera une surpression interne et un échauffement local contraignant mécaniquement et thermiquement l'appareillage. De plus, les matériaux impliqués peuvent engendrer des produits de décomposition chauds qui peuvent être évacués dans l'atmosphère.

Cette annexe considère la surpression interne agissant sur l'enveloppe et les effets thermiques de l'arc ou de sa racine sur l'enveloppe. Elle ne prend pas en compte tous les effets qui peuvent constituer un risque, tels que les gaz toxiques.

BB2 Essai d'arc au courant de court-circuit

BB2.1 Dispositions d'essai

Pour le choix de l'objet à essayer, référence est en principe faite aux documents de conception de l'appareillage. Les compartiments apparaissant comme les moins susceptibles de supporter les montées en pression et en température en cas d'arc sont en principe choisis.

Dans chaque cas, les points suivants sont en principe respectés:

- a) Chaque essai peut être réalisé sur un objet d'essai non déjà soumis à des essais d'arc. Les objets en essai ayant déjà subi des essais d'arc sont remis en état de telle manière que les conditions pour les essais d'arc ultérieurs ne soient ni aggravées ni facilitées.
- b) L'objet en essai est complètement équipé et installé en comprenant tout dispositif de protection tel que dispositifs de décharge de pression, dispositifs de court-circuitage, etc. fourni par le constructeur pour la limitation des effets de l'arc.

Des «maquettes» sont permises pourvu qu'elles aient le même volume et les mêmes matériaux externes et qu'elles réagissent de la même manière que l'original en ce qui concerne la tenue aux arcs.

- c) L'objet en essai est en principe rempli du gaz isolant normal à la masse volumique assignée.

BB2.2 Courant et tension appliqués

En principe les enveloppes unipolaires sont essayées en monophasé et les enveloppes tripolaires en triphasé.

Annex BB (normative)

Methods for testing gas-insulated metal-enclosed switchgear under conditions of arcing due to an internal fault

BB1 Introduction

The occurrence of an arc inside gas-insulated metal-enclosed switchgear due to an internal fault is accompanied by various physical phenomena.

For example, the energy resulting from an arc developing in the enclosure will cause internal overpressure and local overheating, which will result in mechanical and thermal stressing of the switchgear. Moreover, the materials involved may produce hot decomposition products which may be discharged into the atmosphere.

This annex takes into account the internal overpressure acting on the enclosure and the thermal effects of the arc or its root on the enclosure. It does not cover all the effects which may constitute a risk, such as toxic gases.

BB2 Short-circuit current arcing test

BB2.1 *Test arrangements*

When choosing the object to be tested, reference should be made to the design documents for the switchgear. The compartments which appear to have the least likelihood of withstanding the pressure and temperature rise in the event of arcing should be selected.

In any case, the following points should be observed:

- a) Each test may be carried out on a test object not previously subjected to arcing tests. Test objects that have already undergone arcing tests should be restored so that the conditions for further arcing tests are neither aggravated nor eased.
- b) The test object shall be fully equipped and arranged to include any protection device, such as pressure reliefs, short-circuiting devices, etc., provided by the manufacturer for the limitation of the effects of the arc.
"Mock-ups" are permitted provided they have the same volume and external material and would react in the same way as the original parts with respect to withstanding arcing.
- c) The test object should be filled with normal insulating gas at rated density.

BB2.2 *Current and voltage applied*

Single-pole enclosures should be tested single-phase, and three-pole enclosures should be tested three-phase.

BB2.2.1 Tension

L'essai peut être réalisé avec une tension appliquée plus faible que la tension assignée de l'objet en essai, si les conditions suivantes sont remplies:

- a) le courant de l'arc est pratiquement sinusoïdal;
- b) l'arc ne s'éteint pas prématurément.

BB2.2.2 Courant

1) Composante périodique

En principe la composante périodique au début de l'essai a une tolérance de +10 % et 0 %. Pendant la durée de protection de premier stade, la tolérance est en principe de $\pm 10\%$ et pendant la durée de protection de second stade, le courant ne descend pas, en principe, au-dessous de 80 % de la valeur spécifiée à condition que la composante périodique moyenne ne soit pas inférieure au courant de court-circuit indiqué.

NOTE - Si la station d'essai ne permet pas cela, la durée de l'essai peut être allongée mais pas de plus de 20 % avec un ajustement approprié des moments où les interprétations sont faites.

2) Composante aperiodique

En principe l'instant d'établissement du court-circuit est choisi de manière que la première onde de courant de l'arc ait une valeur de crête d'au moins 1,7 fois la valeur efficace de la composante périodique du courant de court-circuit indiqué. Pour les essais en triphasé, cela s'applique au courant dans au moins une phase.

BB2.2.3 Fréquence

Pour les fréquences assignées 50 Hz ou 60 Hz, la fréquence au début de l'essai est en principe comprise entre 48 Hz et 62 Hz.

Pour les fréquences assignées $16 \frac{2}{3}$ Hz ou 25 Hz, il est permis de faire les essais à 25 Hz avec une tolérance de $\pm 10\%$. La fréquence au début de l'essai peut être aussi comprise entre 48 Hz et 62 Hz, si la durée de l'essai est d'au moins 0,1 s.

BB2.2.4 Durée de l'essai

La durée d'application du courant doit être telle qu'elle couvre le temps de protection de second stade sur la base de durée prévue et déterminée par les dispositifs de protection.

BB2.3 Procédure d'essai

BB2.3.1 Connexions d'essai

Le point de l'alimentation du courant à choisir est celui qui est susceptible de donner la condition la plus difficile.

Il faut veiller à ce que les connexions ne rendent pas les conditions d'essai moins sévères. Généralement, l'enveloppe est mise à la terre du côté arrivée de courant de l'objet en essai.

BB2.3.2 Amorçage de l'arc

Il convient d'amorcer l'arc au moyen d'un fil métallique de diamètre convenable.

Le point d'amorçage à choisir est celui où l'arc est censé produire les contraintes les plus élevées dans l'objet en essai. Généralement, cela est réalisé quand l'arc est amorcé au

BB2.2.1 Voltage

The test can be made with an applied voltage lower than the rated voltage of the test object if the following conditions are met:

- a) the arc current shall be practically sinusoidal;
- b) the arc shall not extinguish prematurely.

BB2.2.2 Current

1) A.C. component

The a.c. component at the beginning of the test should lie within a +10 % and 0 % tolerance. Within the duration of the first stage protection, the tolerance should be ± 10 % and within the duration of the second stage protection the current should not fall below 80 % of the specified value provided that the average a.c. component is not less than the stated short-circuit current.

NOTE - If the test plant does not permit this, the test duration may be extended by not more than 20% with an appropriate adjustment to the times at which assessments are made.

2) D.C. component

The instant of short-circuit making should be chosen to ensure that the first loop of the arc-current has a peak value of at least 1,7 times the r.m.s. value of the stated short-circuit current a.c. component. For three-phase tests, this applies to the current in at least one phase.

BB2.2.3 Frequency

For 50 Hz or 60 Hz rated frequency, the frequency at the beginning of the test should lie within the limits of 48 Hz and 62 Hz.

For 16 2/3 Hz or 25 Hz rated frequency, it is permissible to make tests with 25 Hz with a tolerance of ± 10 %. The frequency at the beginning of the test may also lie within the limits of 48 Hz and 62 Hz, if the test duration is at least 0,1 s.

BB2.2.4 Duration of the test

The current duration shall be such as to cover the second stage protection chosen on the basis of the expected duration as determined by the protection devices.

BB2.3 Test procedure

BB2.3.1 Test connections

The point of current infeed to be chosen is the one likely to result in the most onerous condition.

Care should be taken in order that the connections do not ease the test conditions. Generally, the enclosure is earthed on the same side of the test object into which the current is fed.

BB2.3.2 Arc initiation

The arc should be initiated by means of a metal wire of suitable diameter.

The point of initiation to be chosen is where the arc is likely to set up the highest stresses in the test object. Generally, this will be achieved when the arc is initiated in