

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

62271-203

Première édition
First edition
2003-11

Appareillage à haute tension –

**Partie 203:
Appareillage sous enveloppe métallique
à isolation gazeuse de tensions assignées
supérieures à 52 kV**

High-voltage switchgear and controlgear –

**Part 203:
Gas-insulated metal-enclosed switchgear
for rated voltages above 52 kV**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 62271-203:2003

Numérotation des publications

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

Editions consolidées

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

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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

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

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

- **IEC Just Published**

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

- **Service clients**

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

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

Publication numbering

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

Consolidated editions

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

Further information on IEC publications

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

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

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

- **IEC Just Published**

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

- **Customer Service Centre**

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

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

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

62271-203

Première édition
First edition
2003-11

Appareillage à haute tension –

**Partie 203:
Appareillage sous enveloppe métallique
à isolation gazeuse de tensions assignées
supérieures à 52 kV**

High-voltage switchgear and controlgear –

**Part 203:
Gas-insulated metal-enclosed switchgear
for rated voltages above 52 kV**

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

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

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

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE **XB**

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	8
1 Généralités	16
1.1 Domaine d'application	16
1.2 Références normatives	16
2 Conditions normales et spéciales de service.....	18
2.1 Conditions normales de service.....	18
2.2 Conditions spéciales de service	18
3 Termes et définitions.....	20
4 Caractéristiques assignées	26
4.1 Tension assignée à l'équipement (U_r)	26
4.2 Niveau d'isolement assigné.....	26
4.3 Fréquence assignée (f_r).....	32
4.4 Courant assigné en service continu et échauffement	32
4.5 Courant de courte durée admissible assigné (I_k).....	32
4.6 Valeur de crête du courant admissible assigné (I_p).....	32
4.7 Durée de court-circuit assignée (t_k).....	32
4.8 Tension assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires et de commande (U_a).....	32
4.9 Fréquence assignée d'alimentation des dispositifs de manœuvre et des circuits auxiliaires	32
4.10 Pression assignée d'alimentation en gaz comprimé pour isolement et/ou exploitation	32
5 Conception et construction.....	34
5.1 Exigences pour les liquides utilisés dans l'appareillage de commutation et de commande.....	34
5.2 Exigences pour les gaz utilisés dans l'appareillage de commutation et de commande.....	34
5.3 Mise à la terre de l'appareillage de commutation et de commande.....	34
5.4 Equipement auxiliaire et de commande	36
5.5 Manœuvre à source d'énergie extérieure.....	36
5.6 Manœuvre à accumulation d'énergie	36
5.7 Manœuvre manuelle indépendante.....	36
5.8 Fonctionnement des déclencheurs	36
5.9 Dispositifs de verrouillage et commande à basse et à haute pression	36
5.10 Plaques signalétiques	38
5.11 Verrouillages.....	38
5.12 Indication de position	38
5.13 Degré de protection procuré par les enveloppes	38
5.14 Lignes de fuite	38
5.15 Étanchéité au gaz et au vide	38
5.16 Étanchéité au liquide.....	40
5.17 Inflammabilité	40
5.18 Compatibilité électromagnétique (CEM).....	40
6 Essais de type	54
6.1 Généralités	54
6.2 Essais diélectriques	58
6.3 Essais de tension de perturbation radioélectrique	66

CONTENTS

FOREWORD	9
1 General.....	17
1.1 Scope	17
1.2 Normative references.....	17
2 Normal and special service conditions	19
2.1 Normal service conditions	19
2.2 Special service conditions	19
3 Terms and definitions.....	21
4 Ratings	27
4.1 Rated voltage for equipment (U_r).....	27
4.2 Rated insulation level.....	27
4.3 Rated frequency (f_r)	33
4.4 Rated normal current and temperature rise	33
4.5 Rated short-time withstand current (I_k).....	33
4.6 Rated peak withstand current (I_p).....	33
4.7 Rated duration of short-circuit (t_k)	33
4.8 Rated supply voltage of closing and opening devices and of auxiliary and control circuits (U_a)	33
4.9 Rated supply frequency of closing and opening devices and of auxiliary circuits	33
4.10 Rated pressure of compressed gas supply for insulation and/or operation.....	33
5 Design and construction	35
5.1 Requirements for liquids in switchgear and controlgear	35
5.2 Requirements for gases in switchgear and controlgear	35
5.3 Earthing of switchgear and controlgear.....	35
5.4 Auxiliary and control equipment.....	37
5.5 Dependent power operation	37
5.6 Stored energy operation	37
5.7 Independent manual operation	37
5.8 Operation of releases.....	37
5.9 Low- and high-pressure interlocking and monitoring devices.....	37
5.10 Nameplates	39
5.11 Interlocking devices	39
5.12 Position indication	39
5.13 Degrees of protection by enclosures.....	39
5.14 Creepage distances	39
5.15 Gas and vacuum tightness	39
5.16 Liquid tightness.....	41
5.17 Flammability	41
5.18 Electromagnetic compatibility (EMC)	41
6 Type tests	55
6.1 General	55
6.2 Dielectric tests	59
6.3 Radio interference voltage (r.i.v.) test.....	67

6.4	Mesurage de la résistance du circuit	66
6.5	Essais d'échauffement	66
6.6	Essais au courant de courte durée et à la valeur de crête du courant admissible	68
6.7	Vérification de la protection	70
6.8	Essais d'étanchéité	70
6.9	Essais de compatibilité électromagnétique (CEM)	72
6.10	Essais additionnels sur les circuits auxiliaires et de commande	72
7	Essais individuels de série	80
7.1	Essai diélectrique du circuit principal	82
7.2	Essais des circuits auxiliaires et de commande	82
7.3	Mesurage de la résistance du circuit principal	82
7.4	Essais d'étanchéité	82
7.5	Contrôles visuels et du modèle	82
8	Guide pour la sélection de l'appareillage	86
9	Informations à donner avec les appels d'offres, les offres et les commandes	86
10	Règles pour le transport, le stockage, le montage, l'exploitation et la maintenance	86
10.1	Conditions à respecter pendant le transport, le stockage, et le montage	86
10.2	Montage	88
10.3	Fonctionnement	100
10.4	Maintenance	100
11	Sécurité	100
12	Aspects environnementaux	100
Annexe A (normative) Procédure d'essai diélectrique de l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse à enveloppes triphasées de la gamme II		102
A.1	Procédures d'essais diélectriques pour les appareils ayant les 3 phases dans la même enveloppe	102
A.2	Application aux essais spécifiés	102
Annexe B (normative) Méthodes d'essai de l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse en cas d'arc dû à un défaut interne		104
B.1	Introduction	104
B.2	Essai d'arc au courant de court-circuit	104
B.3	Vérification combinée par calcul et essais séparés	110
Annexe C (informative) Considérations techniques et pratiques pour les essais sur le site		112
C.1	Générateurs de tension d'essai	112
C.2	Localisation des décharges	112
C.3	Procédures d'essai spéciales	114
C.4	Mesures des décharges partielles	114
C.5	Conditionnement électrique	116
C.6	Reprise d'essais	116
C.7	Méthode de détection des décharges partielles	118

6.4	Measurement of the resistance of circuits.....	67
6.5	Temperature-rise tests.....	67
6.6	Short-time withstand current and peak withstand current tests.....	69
6.7	Verification of the protection.....	71
6.8	Gas tightness tests.....	71
6.9	Electromagnetic compatibility tests (EMC).....	73
6.10	Additional tests on auxiliary and control circuits.....	73
7	Routine tests.....	81
7.1	Dielectric test on the main circuit.....	83
7.2	Tests on auxiliary and control circuits.....	83
7.3	Measurement of the resistance of the main circuit.....	83
7.4	Tightness test.....	83
7.5	Design and visual checks.....	83
8	Guide to the selection of switchgear and controlgear.....	87
9	Information to be given with enquiries, tenders and orders.....	87
10	Rules for transport, storage, installation, operation and maintenance.....	87
10.1	Conditions during transport, storage and installation.....	87
10.2	Installation.....	89
10.3	Operation.....	101
10.4	Maintenance.....	101
11	Safety.....	101
12	Environmental aspects.....	101
Annex A (normative) Test procedure for dielectric test on three-phase encapsulated GIS, range II.....		
		103
A.1	Dielectric procedures for three phases in one GIS enclosure.....	103
A.2	Application of test requirements.....	103
Annex B (normative) Methods for testing gas-insulated metal-enclosed switchgear under conditions of arcing due to an internal fault.....		
		105
B.1	Introduction.....	105
B.2	Short-circuit current arcing test.....	105
B.3	Composite verification by calculation and separate tests.....	111
Annex C (informative) Technical and practical considerations of site testing.....		
		113
C.1	Test voltage generators.....	113
C.2	Locating discharges.....	113
C.3	Special test procedures.....	115
C.4	Partial discharge measurements.....	115
C.5	Electrical conditioning.....	117
C.6	Repetition tests.....	117
C.7	Partial discharge detection method.....	119

Annexe D (informative) Calculs relatifs à un défaut interne	124
D.1 Calcul de l'élévation de pression dû à un défaut interne.....	124
Annexe E (informative) Information à fournir lors d'une consultation, d'un appel d'offres et d'une commande.....	126
E.1 Introduction.....	126
E.2 Conditions normales et spéciales de service.....	126
E.3 Caractéristiques assignées	128
E.4 Conception et construction	128
E.5 Jeu de barres.....	130
E.6 Disjoncteurs.....	130
E.7 Sectionneurs et sectionneurs de terre	132
E.8 Traversée	132
E.9 Raccordement de câbles.....	132
E.10 Raccordement du transformateur	132
E.11 Transformateur de courant.....	134
E.12 Transformateur de tension inductif	134
E.13 Documentation pour appels d'offre et soumissions	134
Bibliographie	136
Figure 101 – Coordination de la pression.....	42
Figure 102 – Exemple de disposition des enveloppes et des compartiments à gaz	50
Tableau 101 – Conditions de service de référence pour les PSEM	20
Tableau 102 – Niveaux préférentiels d'isolement assignés pour les tensions assignées pour l'équipement de la gamme I.....	28
Tableau 103 – Niveaux préférentiels d'isolement assignés pour les tensions assignées pour l'équipement de la gamme II.....	30
Tableau 104 – Critères d'efficacité.....	44
Tableau 105 – Exemple de groupement des essais de type.....	56
Tableau 106 – Tensions d'essai pour la mesure de l'intensité des décharges partielles	64
Tableau 107 – Tensions d'essais sur site.....	94
Tableau A.101 – Conditions d'essais de tenue aux chocs de manœuvre au-dessus de 245 kV.....	102

Annex D (informative) Calculations related to an internal fault.....	125
D.1 Calculation of pressure rise due to an internal fault.....	125
Annex E (informative) Information to be given with enquiries, tenders and orders	127
E.1 Introduction.....	127
E.2 Normal and special service conditions	127
E.3 Ratings	129
E.4 Design and construction	129
E.5 Bus ducts.....	131
E.6 Circuit-breaker	131
E.7 Disconnecter and earthing switch	133
E.8 Bushing	133
E.9 Cable connection	133
E.10 Transformer connection.....	133
E.11 Current transformer.....	135
E.12 Inductive voltage transformer	135
E.13 Documentation for enquiries and tenders.....	135
Bibliography	137
Figure 101 – Pressure coordination	43
Figure 102 – Example of arrangement of enclosures and gas compartments.....	51
Table 101 – Reference table of service conditions relevant to GIS	21
Table 102 – Preferred rated insulation levels for rated voltages for equipment of range I.....	29
Table 103 – Preferred rated insulation levels for rated voltages for equipment of range II.....	31
Table 104 – Performance criteria.....	45
Table 105 – Example of grouping of type tests.....	57
Table 106 – Test voltage for measuring PD intensity.....	65
Table 107 – On site test voltages.....	95
Table A.101 – Switching impulse test conditions above 245 kV	103

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILLAGE À HAUTE TENSION –

Partie 203: Appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse de tensions assignées supérieures à 52 kV

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 62271-203 a été établie par le sous-comité 17C: Ensembles d'appareillages haute tension, du comité d'études 17 de la CEI: Appareillage.

Cette première édition de la CEI 62271-203 annule et remplace la troisième édition de la CEI 60517 publiée en 1990, et constitue une révision technique.

Avec cette révision, des changements significatifs ont été apportés par rapport à l'édition précédente. Les changements les plus importants sont la suppression des techniques inutilisées telles que les mesures de décharges partielles triphasées, l'adoption du contenu de la CEI 62271-1 «Clauses communes», et l'harmonisation avec l'IEEE C37.122. Cette norme est maintenant mieux adaptée aux produits du marché mondial.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

**Part 203: Gas-insulated metal-enclosed switchgear
for rated voltages above 52 kV**

FOREWORD

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

International Standard IEC 62271-203 has been prepared by subcommittee 17C: High-voltage switchgear and controlgear assemblies, of IEC technical committee 17: Switchgear and controlgear.

This first edition of IEC 62271-203 cancels and replaces the third edition of IEC 60517, published in 1990, and constitutes a technical revision.

With the revision, significant changes from the previous edition have been made. The most important changes are deleting not used technologies, like 3-phase PD measurements, adopting the content to IEC 62271-1 'Common Clauses' and harmonisation with IEEE C37.122. This standard is now more up to date to today's products on the world market.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
17C/312/FDIS	17C/316/RVD

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

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

Cette norme doit être lue conjointement avec la CEI 60694, deuxième édition, publiée en 1996, son amendement 1 (2000) et son amendement 2 (2001), à laquelle elle fait référence et qui est applicable sauf spécification particulière. Pour faciliter le repérage des prescriptions correspondantes, cette norme utilise une numérotation identique des articles et des paragraphes à celle de la CEI 60694. Les modifications à ces articles et paragraphes sont indiquées sous la même numérotation, alors que les paragraphes additionnels sont numérotés à partir de 101.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2010. A cette date, la publication sera

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

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

FDIS	Report on voting
17C/312/FDIS	17C/316/RVD

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

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

This International Standard should be read in conjunction with IEC 60694, second edition, published in 1996, its Amendment 1 (2000) and its Amendment 2 (2001), to which it refers and which is applicable unless otherwise specified. In order to simplify the indication of corresponding requirements, the same numbering of clauses and subclauses is used as in IEC 60694. Amendments to these clauses and subclauses are given under the same numbering, whilst additional subclauses, are numbered from 101.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2010. At this date, the publication will be

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

NUMÉROTATION COMMUNE DES PUBLICATIONS TOMBANT SOUS LA RESPONSABILITÉ DU SC 17A ET DU SC 17C

En accord avec la décision prise lors du meeting commun des SC 17A et SC 17C à Frankfurt (article 20.7 de 17A/535/RM), un système commun de numérotation a été établi pour les publications tombant sous la responsabilité du SC 17A et du SC 17C. La CEI 62271 avec le titre «*Appareillage à haute tension*» constitue la base de la publication commune.

La numérotation de ces publications suivra le principe suivant:

- a) les normes communes préparées par le SC 17A et le SC 17C commenceront avec la CEI 62271-1;
- b) les normes du SC 17A commenceront avec la CEI 62271-100;
- c) les normes du SC 17C commenceront avec la CEI 62271-200;
- d) les publications préparées par le SC 17A et le SC 17C commenceront avec la CEI 62271-300.

Le tableau ci-dessous met en évidence les nouveaux numéros par rapport aux anciens. Les parties numérotées (xxx) auront un numéro final selon la décision de les publier en tant que norme ou en tant que rapport technique.

**COMMON NUMBERING OF IEC 62271 PUBLICATIONS FALLING UNDER
THE RESPONSIBILITY OF SUBCOMMITTEES SC 17A AND SC 17C**

In accordance with the decision taken at the joint SC 17A/SC 17C meeting in Frankfurt, June 1998 (item 20.7 of 17A/535/RM), a common numbering system has been established for the publications falling under the responsibility of SC 17A and SC 17C. IEC 62271 – *High-voltage switchgear and controlgear* is the publication number and main title element for the common publications.

The numbering of these publications will apply the following principle.

- a) Common standards prepared by SC 17A and SC 17C will start with IEC 62271-1.
- b) Standards of SC 17A will start with IEC 62271-100.
- c) Standards of SC 17C will start with number IEC 62271-200.
- d) Publications prepared by SC 17A and SC 17C will start with number IEC 62271-300.

The table below relates the new numbers to the old numbers. The parts numbered (xxx) will be given a final number pending the decision to publish the revised publication as standard or technical report.

**Numérotation commune des publications CEI 62271 tombant sous
la responsabilité du SC 17A et du SC 17C**

Série CEI 62271	APPAREILLAGE À HAUTE TENSION	Ancien numéro CEI, le cas échéant
Partie	Titre	
1	Spécifications communes	IEC 60694
2	Qualification sismique pour tension assignée égale ou supérieure à 72,5 kV	-
100	Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension	IEC 60056
101	Essais synthétiques	IEC 60427
102	Sectionneurs et sectionneurs de terre à courant alternatif	IEC 60129
103	Interrupteurs pour tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures à 52 kV	IEC 60265-1
104	Interrupteurs pour tensions assignées égales ou supérieures à 52 kV	IEC 60265-2
105	Combinés interrupteurs-fusibles pour courant alternatif	IEC 60420
106	Contacteurs et démarreurs de moteurs à courant alternatif	IEC 60470
107	Combinés appareillage-fusibles à courant alternatif	-
108	Appareillage à fonctions combinées	-
109	Interrupteur de shuntage pour condensateurs série	-
200	Appareillage sous enveloppe métallique pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV	IEC 60298
201	Appareillage sous enveloppe isolante de tensions assignées inférieures ou égales à 38 kV	IEC 60466
202	Postes préfabriqués haute tension/basse tension	IEC 61330
203	Appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse de tensions assignées supérieures à 52 kV	IEC 60517
204	Lignes de transport hautes tensions de tensions assignées supérieures ou égales à 72,5 kV	IEC 61640
(300)	Guide pour la qualification sismique des disjoncteurs à haute tension à courant alternatif	IEC 61166
(301)	Guide pour l'établissement et la coupure de charge inductive	IEC 61233
(302)	Guide pour la procédure d'essai d'établissement et de coupure de courants de court-circuit et de courants de charge pour les disjoncteurs sous enveloppe métallique et à cuve mise à la terre	IEC 61633
(303)	Utilisation et manipulation de gaz hexafluorure de soufre (SF ₆) dans l'appareillage à haute tension	IEC 61634
(304)	Spécifications complémentaires pour l'appareillage sous enveloppe de 1 kV à 72,5 kV destiné à être utilisé dans des conditions climatiques sévères	IEC 60932
(305)	Raccordement de câbles pour appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse de tension assignée supérieure à 52 kV	IEC 60859
(306)	Raccordements directs entre transformateurs de puissance et appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse de tension assignée supérieure à 52 kV	IEC 61639
(307)	Utilisation de l'électronique et des technologies associées dans les équipements auxiliaires de l'appareillage	IEC 62063
308	Guide pour la séquence d'essais T100a de coupure de courants de court-circuit asymétriques	-
309	Paramètres des TTR pour l'appareillage à haute tension de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures à 100 kV	-
310	Essais d'endurance électrique pour les disjoncteurs de tension assignées égales ou supérieures à 72,5 kV	-

**Common numbering of IEC 62271 publications falling under the responsibility
of subcommittees SC 17A and SC 17C**

IEC 62271 series	HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR	Old IEC number, if any
Part	New title	
1	Common specifications	IEC 60694
2	Seismic qualification for rated voltages of 72,5 kV and above	-
100	High-voltage alternating current circuit-breakers	IEC 60056
101	Synthetic testing	IEC 60427
102	High-voltage alternating current disconnectors and earthing switches	IEC 60129
103	Switches for rated voltages above 1 kV and less than 52 kV	IEC 60265-1
104	Switches for rated voltages of 52 kV and above	IEC 60265-2
105	Alternating current switch-fuse combinations	IEC 60420
106	Alternating current contactors and contactor-based motor-starters	IEC 60470
107	Alternating current switchgear-fuse combinations	-
108	Switchgear having combined functions	-
109	Series capacitor by-pass switches	-
200	AC metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV	IEC 60298
201	Insulation-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages up to and including 52 kV	IEC 60466
202	High-voltage/low-voltage prefabricated substations	IEC 61330
203	Gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV	IEC 60517
204	High-voltage gas-insulated transmission lines for rated voltages of 72,5 kV and above	IEC 61640
(300)	Guide for seismic qualification of high-voltage alternating current circuit-breakers	IEC 61166
(301)	Guide for inductive load switching	IEC 61233
(302)	Guide for short-circuit and switching test procedures for metal-enclosed and dead tank circuit-breakers	IEC 61633
(303)	Use and handling of sulphur hexafluoride (SF ₆) in high-voltage switchgear and controlgear	IEC 61634
(304)	Additional requirements for enclosed switchgear and controlgear from 1 kV to 72,5 kV to be used in severe climatic conditions	IEC 60932
(305)	Cable connections for gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV	IEC 60859
(306)	Direct connection between power transformers and gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV	IEC 61639
(307)	Use of electronic and associated technologies in auxiliary equipment of switchgear and controlgear	IEC 62063
308	Guide for asymmetrical short-circuit breaking test duty T100a	-
309	TRV parameters for high-voltage switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and less than 100 kV	-
310	Electrical endurance testing for circuit-breakers rated 72,5 kV and above	-

APPAREILLAGE À HAUTE TENSION –

Partie 203: Appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse de tensions assignées supérieures à 52 kV

1 Généralités

1.1 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 tensions assignées supérieures à 52 kV, pour l'installation à l'intérieur et à l'extérieur, et pour des fréquences de service inférieures ou égales à 60 Hz.

Dans le cadre de la présente norme, les termes «PSEM» et «appareillage» sont utilisés 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.

1.2 Références normatives

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

Le Paragraphe 1.2 de la CEI 60694 est applicable avec les additions suivantes:

CEI 60044-1, *Transformateurs de mesure – Partie 1 : Transformateurs de courant*

CEI 60044-2, *Transformateurs de mesure – Partie 2 : Transformateurs inductifs de tension*

CEI 60068-2-11, *Essais environnementaux – Partie 2 : Essais. Essai Ka : Brouillard salin*

CEI 60137, *Traversées isolées pour tensions alternatives supérieures à 1000 V*

CEI 60141-1, *Essais de câbles à huile fluide, à pression de gaz et de leurs dispositifs accessoires – Partie 1: Câbles au papier ou complexe polypropylène contre-couché papier, à huile fluide et à gaine métallique, et accessoires pour des tensions alternatives inférieures ou égales à 500 kV*

CEI 60840, *Câbles d'énergie – Câbles à isolation extrudée et leurs accessoires pour des tensions assignées supérieures à 30 kV ($U_m = 36$ kV) et jusqu'à 150 kV ($U_m = 170$ kV) – Méthodes et prescriptions d'essai*

HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 203: Gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV

1 General

1.1 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 above 52 kV, for indoor and outdoor installation, and for service frequencies up to and including 60 Hz.

For the purpose of this standard, the terms “GIS” and “switchgear” are 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 GIS.

1.2 Normative references

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

Subclause 1.2 of IEC 60694 is applicable with the following additions:

IEC 60044-1, *Instrument transformers – Part 1: Current transformers*

IEC 60044-2, *Instrument transformers – Part 2: Inductive voltage transformers*

IEC 60068-2-11, *Environmental testing – Part 2: Tests. Test Ka: Salt mist*

IEC 60137, *Insulating bushings for alternating voltages above 1 000 V*

IEC 60141-1, *Tests on oil-filled and gas-pressure cables and their accessories – Part 1: Oil-filled, paper or polypropylene paper laminate insulated, metal-sheathed cables and accessories for alternating voltages up to and including 500 kV*

IEC 60840, *Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 30 kV ($U_m = 36$ kV) up to 150 kV ($U_m = 170$ kV) – Test methods and requirements*

CEI 60859, *Raccordement de câbles pour appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse de tension assignée égale ou supérieure à 72,5 kV – Câbles remplis d'un fluide ou à isolation extrudée – Extrémité de câble sèche ou remplie d'un fluide*

CEI 61462, *Isolateurs composites – Isolateurs creux pour appareillage électrique utilisé à l'intérieur ou à l'extérieur – Définitions, méthodes d'essais, critères d'acceptation et recommandations de conception*

CEI 61639, *Raccordements directs entre transformateurs de puissance et appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse de tension assignée égale ou supérieure à 72,5 kV*

CEI 61672-1, *Électroacoustique – Sonomètres – Partie 1: Spécifications*

CEI 61672-2, *Électroacoustique – Sonomètres – Partie 2: Essais d'évaluation d'un modèle*

CEI 62067, *Câbles d'énergie à isolation extrudée et leurs accessoires pour des tensions assignées supérieures à 150 kV ($U_m = 170$ kV) et jusqu'à 500 kV ($U_m = 550$ kV) – Méthodes et prescriptions d'essai*

CEI 62155, *Isolateurs creux avec ou sans pression interne, en matière céramique ou en verre, pour utilisation dans des appareillages prévus pour des tensions nominales supérieures à 1 000 V*

CEI 62271-100, *Appareillage à haute tension – Partie 100: Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension*

CEI 62271-102, *Appareillage à haute tension – Partie 102: Sectionneurs et sectionneurs de terre à courant alternatif*

ISO 3231, *Peintures et vernis – Détermination de la résistance aux atmosphères humides contenant du dioxyde de soufre*

NOTE La présente norme renvoie à d'autres normes pour plus d'informations. Elles sont mentionnées dans la Bibliographie.

2 Conditions normales et spéciales de service

L'Article 2 de la CEI 60694 est applicable avec les additions suivantes:

Quelle que soit l'altitude, 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.

Certains éléments du PSEM, tels que les soupapes de décharge et de contrôle de densité, sont sensibles aux effets de l'altitude. Le fabricant doit prendre, le cas échéant, les dispositions nécessaires.

2.1 Conditions normales de service

Le Paragraphe 2.1 de la CEI 60694 s'applique, en prenant en compte le Tableau 101 de la présente norme.

2.2 Conditions spéciales de service

Le Paragraphe 2.2 de la CEI 60694 s'applique, en prenant en compte le Tableau 101 de la présente norme.

IEC 60859, *Cable connections for gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages of 72,5 kV and above – Fluid-filled and extruded insulation cables – Fluid-filled and dry type cable-terminations*

IEC 61462, *Composite insulators – Hollow insulators for use in outdoor and indoor electrical equipment – Definitions, test methods, acceptance criteria and design recommendations*

IEC 61639, *Direct connection between power transformers and gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages of 72,5 kV and above*

IEC 61672-1, *Electroacoustics – Sound level meters – Part 1: Specifications*

IEC 61672-2, *Electroacoustics – Sound level meters – Part 2: Pattern evaluation tests*

IEC 62067, *Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages above 150 kV ($U_m = 170$ kV) up to 500 kV ($U_m = 550$ kV) – Test methods and requirements*

IEC 62155, *Hollow pressurized and unpressurized ceramic and glass insulators for use in electrical equipment with rated voltages greater than 1 000 V*

IEC 62271-100, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 100: High-voltage alternating-current circuit-breakers*

IEC 62271-102, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 102: Alternating current disconnectors and earthing switches*

ISO 3231, *Paints and varnishes – Determination of resistance to humid atmospheres containing sulfur dioxide*

NOTE Other standards are referred to for information in this standard. They are listed in the Bibliography.

2 Normal and special service conditions

Clause 2 of IEC 60694 is applicable with the following additions:

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

Some items of a GIS such as pressure relief devices and pressure and density monitoring devices may be affected by altitude. The manufacturer shall take appropriate measures if necessary.

2.1 Normal service conditions

Subclause 2.1 of IEC 60694 is applicable, taking into the account Table 101 of this standard.

2.2 Special service conditions

Subclause 2.2 of IEC 60694 is applicable, taking into account Table 101 of this standard.

Lorsque le symbole plus grand que (>) est utilisé dans le tableau, la valeur doit être spécifiée par l'utilisateur conformément à la CEI 60694.

Tableau 101 – Conditions de service de référence pour les PSEM

Item	Normal		Spécial	
	Intérieur	Extérieur	Intérieur	Extérieur
Température de l'air ambiant:				
Minimum (°C)	-5 or -25	-25 or -40	-25	-50
Maximum (°C)	+40	+40	+50	+50
Puissance de radiation solaire (W/m ²)	Non applicable	1 000	Non applicable	>1 000
Altitude (m)	1 000	1 000	>1 000	>1 000
Classe de pollution ^a	Non applicable	II	II, III ou IV	III ou IV
Épaisseur de glace (mm)	Non applicable	1, 10 or 20	Non applicable	>20
Vent (m/s)	Non applicable	34	Non applicable	>34
Humidité (%)	95	100	98	100
Condensation ou précipitation	Occasionnel	Oui	Oui	Oui
Classe de vibration	Non applicable	Non applicable	IEC 61166	IEC 61166
Perturbations électromagnétiques induites dans le système secondaire (kV)	1,6	1,6	>1,6	>1,6
NOTE La spécification de l'utilisateur peut utiliser n'importe quelle combinaison de conditions normales ou spéciales de service ci-dessus.				
^a Classe de pollution II, III et IV conformément au Tableau 1 de la CEI 60815.				

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les définitions de la CEI 60694 s'appliquent ainsi que les suivantes:

3.101

appareillage sous enveloppe métallique

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]

3.102

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

NOTE 1 Ce terme est généralement applicable à l'appareillage haute tension.

[VEI 441-12-05]

NOTE 2 Le terme « appareillage triphasé sous enveloppe métallique à isolation gazeuse » s'applique à l'appareillage ayant les trois phases dans une enveloppe commune.

NOTE 3 Le terme « appareillage monophasé sous enveloppe métallique à isolation gazeuse » s'applique à l'appareillage ayant chaque phase dans une enveloppe individuelle.

In case where higher than (>) is used in the table the value shall be specified by the user as described in IEC 60694.

Table 101 – Reference table of service conditions relevant to GIS

Item	Normal		Special	
	Indoor	Outdoor	Indoor	Outdoor
Ambient air temperature:				
Minimum (°C)	–5 or –25	–25 or –40	–25	–50
Maximum (°C)	+40	+40	+50	+50
Solar radiation (W/m ²)	Not applicable	1 000	Not applicable	>1 000
Altitude (m)	1 000	1 000	>1 000	>1 000
Pollution class ^a	Not applicable	II	II, III or IV	III or IV
Ice coating (mm)	Not applicable	1, 10 or 20	Not applicable	>20
Wind (m/s)	Not applicable	34	Not applicable	>34
Humidity (%)	95	100	98	100
Condensation or precipitation	Occasional	Yes	Yes	Yes
Vibration class	Not applicable	Not applicable	IEC 61166	IEC 61166
Induced electromagnetic disturbances in secondary system (kV)	1,6	1,6	>1,6	>1,6
NOTE The user's specification may use any combination of normal or special service conditions above.				
^a Pollution class II, III and IV according to Table 1 of IEC 60815.				

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the definitions given in IEC 60694, together with the following definitions, apply.

3.101

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]

3.102

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

NOTE 1 This term generally applies to high-voltage switchgear and controlgear.

[IEV 441-12-05]

NOTE 2 Three-phase enclosed gas-insulated switchgear applies to switchgear with the three phases enclosed in a common enclosure.

NOTE 3 Single-phase enclosed gas-insulated switchgear applies to switchgear with each phase enclosed in a single independent enclosure.

3.103

enveloppe de l'appareillage de commutation à isolation gazeuse

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.

NOTE L'enveloppe peut être monophasée ou triphasée.

3.104

liaison amovible

partie de conducteur facilement démontable permettant d'isoler l'une de l'autre les deux parties d'un PSEM

3.105

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 ».

3.106

matériel individuel

partie essentielle du circuit principal ou 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.)

3.107

isolateur support

isolateur installé à l'intérieur de l'enveloppe et servant à supporter un ou plusieurs conducteurs

3.108

cloison

support isolant d'un appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse séparant un compartiment des autres compartiments

3.109

traversée

dispositif servant à conduire un ou plusieurs conducteurs au terminal de sortie d'une enveloppe en l'isolant de celle-ci; ce dispositif comporte les moyens de fixation sur l'enveloppe (par exemple traversée pour raccordement dans l'air)

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, modifiée]

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

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.

3.103**gas-insulated switchgear enclosure**

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

NOTE The enclosure can be single-phase or three-phase.

3.104**removable link**

part of the conductor which can easily be removed in order to isolate two parts of the GIS from each other

3.105**compartment**

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.

3.106**component**

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.)

3.107**support insulator**

internal insulator supporting one or more conductors

3.108**partition**

support insulator of gas-insulated metal-enclosed switchgear separating one compartment from other compartments

3.109**bushing**

structure carrying one or more conductors at the terminal of the enclosure and insulating it therefrom, including the means of attachment (e.g. air bushings)

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, modified]

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

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

3.112

température de calcul des enveloppes

température maximale pouvant être atteinte par l'enveloppe dans les conditions de service maximales spécifiées

3.113

pression de calcul des enveloppes

pression relative utilisée pour la conception de l'enveloppe

NOTE 1 Elle est au moins égale à la pression maximale de l'enveloppe lorsque la température du gaz utilisé pour l'isolation a atteint son maximum pour les conditions de service maximales spécifiées.

NOTE 2 Il convient que la pression transitoire apparaissant lors d'une manœuvre (si applicable, exemple: disjoncteurs) ne soit pas prise en compte pour la détermination de la pression de calcul.

3.114

pression de calcul des cloisons

pression relative sur la cloison

3.115

pression de service des dispositifs de décharge de pression

pression relative retenue pour l'ouverture des dispositifs de décharge de pression

3.116

pression d'essai individuel de série des enveloppes et des cloisons

pression relative à laquelle toutes les enveloppes et toutes les cloisons sont soumises après fabrication

3.117

pression d'essai de type des enveloppes et des cloisons

pression relative à laquelle toutes les enveloppes et toutes les cloisons sont soumises, le cas échéant, pour les essais de type

3.118

fragmentation

tout dommage subi par l'enveloppe suite à une élévation de la pression accompagnée de projection de matières

NOTE On interprétera l'expression «enveloppe sans fragmentation» comme suit:

- absence d'explosion dans le compartiment;
- absence de projections de particules solides hors du compartiment.

A l'exception

- de pièces du dispositif de décharge de pression, si leur éjection est dirigée;
- des éléments incandescents et matières fondues provenant de la perforation de l'enveloppe.

3.119

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 cours d'essai, réduisant la tension entre électrodes à une valeur nulle ou presque nulle

3.120

période de service

intervalle entre la mise en service et la première maintenance majeure requise, en incluant l'ouverture des compartiments de gaz

3.112**design temperature of enclosures**

maximum temperature that the enclosures can reach under specified maximum service conditions

3.113**design pressure of enclosures**

relative pressure used to determine the design of the enclosure

NOTE 1 It is at least equal to the maximum pressure in the enclosure at the highest temperature that the gas used for isolation can reach under specified maximum service conditions.

NOTE 2 The transient pressure occurring during and after a breaking operation (e.g. circuit-breaker) is not to be considered in the determination of the design pressure.

3.114**design pressure of partitions**

relative pressure across the partition

3.115**operating pressure of pressure relief device**

relative pressure chosen for the opening operation of pressure relief devices

3.116**routine test pressure of enclosures and partitions**

relative pressure to which all enclosures and partitions are subjected after manufacturing

3.117**type test pressure of enclosures and partitions**

relative pressure to which all enclosures and partitions are subjected for type test

3.118**fragmentation**

damage to enclosure due to pressure rise with projection of solid material

NOTE The term “no fragmentation of the enclosure” is interpreted as follows:

- no explosion of the compartment;
- no solid parts flying off from the compartment.

Exceptions are:

- parts of the pressure relief device, if their ejection is directed;
- glowing particles and molten material resulting from burn-through of the enclosure.

3.119**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

3.120**service period**

time until a maintenance, including opening of the gas compartments, is required

3.121**unité de transport**

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

4 Caractéristiques assignées

Les caractéristiques assignées de l'appareillage PSEM sont les suivantes:

- a) tension assignée égale à la tension la plus élevée de l'équipement (U_r);
- b) niveau d'isolement assigné;
- c) fréquence assignée (f_r);
- d) courant assigné en service continu (I_r) (pour les circuits principaux);
- e) courant de courte durée admissible assigné (I_k) (pour les circuits principaux et les circuits de mise à la terre);
- f) valeur de crête du courant admissible assigné (I_p) (pour les circuits principaux et les circuits de mise à la terre);
- g) durée de court-circuit assignée (t_k);
- 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.

4.1 Tension assignée à l'équipement (U_r)

Le Paragraphe 4.1 de la CEI 60694 est applicable en ajoutant les notes suivantes:

NOTE 1 Les matériels faisant partie de l'appareillage peuvent avoir leurs propres valeurs de tension assignée conformément aux normes correspondantes.

NOTE 2 Dans le cadre de cette norme, la tension assignée (U_r) définie dans la CEI 60694 est la tension assignée à l'équipement (U_r).

4.2 Niveau d'isolement assigné

Le Paragraphe 4.2 et les Tableaux 1 et 2 de la CEI 60694 sont applicables. Les Tableaux 102 et 103 ci-dessous sont les valeurs préférentielles pour les PSEM.

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 (par exemple parafoudres).

NOTE 1 Selon les études du comité CIGRE, le rapport naturel entre les tensions admissibles au cours d'essais standard pour l'isolement au gaz SF₆ est de $U_d / U_p = 0,45$ et $U_s / U_p = 0,75$. Les valeurs U_d du Tableau 103 sont calculées avec ces coefficients.

NOTE 2 Pour ce qui est des pièces externes des traversées (si elles existent), voir la CEI 60137.

NOTE 3 Les formes d'ondes sont des formes de choc de foudre et des formes de choc de manœuvre normalisées, dans l'attente des résultats des études sur la tenue de ces matériels à d'autres types de chocs.

NOTE 4 Il est recommandé de choisir entre les différents niveaux d'isolement correspondant à une tension assignée spécifique 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.

3.121**transport unit**

part of gas-insulated metal-enclosed switchgear suitable for shipment without being dismantled

4 Ratings

The ratings of GIS comprise the following:

- a) rated voltage, equal to highest voltage for equipment (U_r);
- b) rated insulation level;
- c) rated frequency (f_r);
- d) rated normal current (I_r) (for main circuits);
- e) rated short-time withstand current (I_k) (for main and earthing circuits);
- f) rated peak withstand current (I_p) (for main and earthing circuits);
- g) rated duration of short-circuit (t_k);
- h) rated values of the components forming part of gas-insulated metal-enclosed switchgear, including their operating devices and auxiliary equipment.

4.1 Rated voltage for equipment (U_r)

Subclause 4.1 of IEC 60694 is applicable with the following addition:

NOTE 1 Components forming part of the GIS may have individual values of rated voltage for equipment in accordance with the relevant standards.

NOTE 2 For the purpose of this standard, the rated voltage (U_r) defined in IEC 60694 is rated voltage of equipment (U_r).

4.2 Rated insulation level

Subclause 4.2 and Tables 1 and 2 of IEC 60694 are applicable. Tables 102 and 103 below are the preferred values for GIS.

The GIS 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 (e.g. surge arresters,) should be considered.

NOTE 1 According to CIGRE studies the natural ratio between the withstand voltages under standard tests, for SF₆ gas insulation is $U_d / U_p = 0,45$ and $U_s / U_p = 0,75$. The values U_d shown in Table 103 are calculated with this factors.

NOTE 2 Regarding the external parts of bushings (if any), refer to IEC 60137.

NOTE 3 The waveforms are standardized lightning impulse and switching impulse shapes, pending the results of studies on the ability of this equipment to withstand other types of impulses.

NOTE 4 The choice between alternative insulation levels for a particular rated voltage for equipment should be based on insulation coordination studies, taking into account also the self-generated transient overvoltages due to switching.

Tableau 102 – Niveaux préférentiels d'isolement assignés pour les tensions assignées pour l'équipement de la gamme I

Tension assignée à l'équipement U_r kV (valeur efficace)	Tension de tenue assignée de courte durée à fréquence industrielle U_d kV (valeur efficace)		Tension de tenue assignée au choc de foudre U_p kV (valeur de crête)	
	Entre phase et terre, entre contacts de l'appareil de connexion ouvert et entre phases	Sur toute la distance d'isolement	Entre phase et terre, entre contacts de l'appareil de connexion ouvert et entre phases	Sur toute la distance d'isolement
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
72,5	140	160	325	375
100	185	210	450	520
123	230	265	550	630
145	275	315	650	750
170	325	375	750	860
245	460	530	1050	1200

NOTE Les valeurs de la colonne (2) sont applicables,

a) pour les essais de type, entre phase et terre et entre phases;

b) pour les essais individuels de série, entre phase et terre, entre phases, et entre contacts ouverts de l'appareil de connexion.

Les valeurs des colonnes (3), (4) et (5) sont applicables pour les essais de type seulement.

**Table 102 – Preferred rated insulation levels for rated voltages
for equipment of range I**

Rated voltage for equipment U_r kV (r.m.s. value)	Rated short-duration power-frequency withstand voltage U_d kV (r.m.s. value)		Rated lightning impulse withstand voltage U_p kV (peak value)	
	Phase-to-earth, across open switching device and between phases	Across the isolating distance	Phase-to-earth, across open switching device and between phases	Across the isolating distance
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
72,5	140	160	325	375
100	185	210	450	520
123	230	265	550	630
145	275	315	650	750
170	325	375	750	860
245	460	530	1 050	1 200

NOTE Values in column (2) are applicable

a) for type tests, phase-to-earth and between phases;

b) for routine tests, phase-to-earth, phase-to-phase, and across the open switching device.

Values in columns (3), (4) and (5) are applicable for type tests only.

Tableau 103 – Niveaux préférentiels d'isolement assignés pour les tensions assignées pour l'équipement de la gamme II

Tension assignée à l'équipement U_r kV (valeur efficace)	Tension de tenue assignée de courte durée à fréquence industrielle U_d kV (valeur efficace)		Tension de tenue assignée au choc de manœuvre U_s kV (valeur crête)			Tension de tenue assignée au choc de foudre U_p kV (valeur crête)	
	Entre phase et terre et entre phases (note 3)	Entre contacts de l'appareil de connexion ouvert et/ou sur toute la distance d'isolement (note 3)	Entre phase et terre, entre contacts de l'appareil de connexion ouvert	Entre phases (notes 3 et 4)	Sur toute la distance d'isolement (notes 1, 2 et 3)	Entre phase et terre et entre phases	Entre contacts de l'appareil de connexion et/ou sur toute la distance d'isolement (notes 2 et 3)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
300	460	595	850	1275	700 (+245)	1050	1050 (+170)
362	520	675	950	1425	800 (+295)	1175	1175 (+205)
420	650	815	1050	1575	900 (+345)	1425	1425 (+240)
550	710	925	1175	1760	900 (+450)	1550	1550 (+315)
800	960	1270	1425	2420	1100 (+650)	2100	2100 (+455)

NOTE 1 La colonne (6) s'applique aussi à certains disjoncteurs, voir CEI 62271-100.

NOTE 2 Dans la colonne (6), les valeurs entre parenthèses sont les valeurs crête de la tension à la fréquence industrielle $U_r \sqrt{2}/\sqrt{3}$ appliquée à la borne opposée (tension combinée).

Dans la colonne (8), les valeurs entre parenthèses sont les valeurs crête de la tension à la fréquence industrielle $0,7 U_r \sqrt{2}/\sqrt{3}$ appliquée à la borne opposée (tension combinée). Voir l'Annexe D de la CEI 60694.

NOTE 3 Les valeurs de la colonne (2) s'appliquent,

- pour les essais de type, entre phase et terre et entre phases;
- pour les essais individuels de série, entre phase et terre, entre phases et entre contacts de l'appareil de connexion ouvert.

Les valeurs des colonnes (3), (4), (5), (6), (7) et (8) sont applicables pour les essais de type seulement.

NOTE 4 Il s'agit de valeurs provenant des facteurs multiplicateurs indiqués au Tableau 3 de la CEI 60071-1 (1993).

Table 103 – Preferred rated insulation levels for rated voltages for equipment of range II

Rated voltage for equipment U_r kV (r.m.s. value)	Rated short-duration power-frequency withstand voltage U_d kV (r.m.s. value)		Rated switching impulse withstand voltage U_s kV (peak value)			Rated lightning impulse withstand voltage U_p kV (peak value)	
	Phase-to-earth and between phases (note 3)	Across open switching device and/or isolating distance (note 3)	Phase-to-earth and across open switching device	Between phases (notes 3 and 4)	Across isolating distance (notes 1, 2 and 3)	Phase-to-earth and between phases	Across open switching device and/or isolating distance (notes 2 and 3)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
300	460	595	850	1 275	700 (+245)	1 050	1 050 (+170)
362	520	675	950	1 425	800 (+295)	1 175	1 175 (+205)
420	650	815	1 050	1 575	900 (+345)	1 425	1 425 (+240)
550	710	925	1 175	1 760	900 (+450)	1 550	1 550 (+315)
800	960	1 270	1 425	2 420	1 100 (+650)	2 100	2 100 (+455)

NOTE 1 Column (6) is also applicable to some circuit-breakers, see IEC 62271-100.

NOTE 2 In column (6), values in brackets are the peak values of the power-frequency voltage $U_r \sqrt{2} / \sqrt{3}$ applied to the opposite terminal (combined voltage).

In column (8), values in brackets are the peak values of the power-frequency voltage $0,7 U_r \sqrt{2} / \sqrt{3}$ applied to the opposite terminal (combined voltage). See Annex D of IEC 60694.

NOTE 3 Values in column (2) are applicable:

- for type tests, phase-to-earth and between phases;
- for routine tests, phase-to-earth, phase-to-phase, and across the open switching device.

Values in columns (3), (4), (5), (6), (7) and (8) are applicable for type tests only.

NOTE 4 These values are derived using the multiplying factors stated in Table 3 of IEC 60071-1 (1993).

4.3 Fréquence assignée (f_r)

Le Paragraphe 4.3 de la CEI 60694 est applicable.

4.4 Courant assigné en service continu et échauffement

4.4.1 Courant assigné en service continu (I_r)

Le Paragraphe 4.4.1 de la CEI 60694 est applicable en ajoutant le complément suivant:

Certains circuits principaux des PSEM (jeu de barres, circuits d'alimentation, etc.) peuvent avoir des valeurs différentes de courant assigné en service continu.

4.4.2 Echauffement

Le Paragraphe 4.4.2 de la CEI 60694 est applicable en ajoutant le complément suivant:

L'échauffement des matériels contenus dans l'appareillage et qui font l'objet de normes hors du domaine d'application de la CEI 60694 ne doit pas dépasser les limites des échauffements autorisés par la norme spécifique à ces matériels.

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

4.5 Courant de courte durée admissible assigné (I_k)

Le Paragraphe 4.5 de la CEI 60694 est applicable.

4.6 Valeur de crête du courant admissible assigné (I_p)

Le Paragraphe 4.6 de la CEI 60694 est applicable en ajoutant la note suivante:

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 des matériels montés en série dans le circuit.

4.7 Durée de court-circuit assignée (t_k)

Le Paragraphe 4.7 de la CEI 60694 est applicable.

4.8 Tension assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires et de commande (U_a)

Le Paragraphe 4.8 de la CEI 60694 est applicable.

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

Le Paragraphe 4.9 de la CEI 60694 est applicable en ajoutant le texte 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 pour isolement et/ou exploitation

Le Paragraphe 4.10 de la CEI 60694 ne s'applique pas.

4.3 Rated frequency (f_r)

Subclause 4.3 of IEC 60694 is applicable.

4.4 Rated normal current and temperature rise

4.4.1 Rated normal current (I_r)

Subclause 4.4.1 of IEC 60694 is applicable with the following addition:

Some main circuits of GIS (e.g. busbars, feeder circuits, etc.) may have different values of rated normal current.

4.4.2 Temperature rise

Subclause 4.4.2 of IEC 60694 is applicable with the following addition:

The temperature rise of components contained in the GIS which are subject to standards not covered by the scope of IEC 60694 shall not exceed the temperature-rise limits permitted in the relevant standard for those components.

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 (I_k)

Subclause 4.5 of IEC 60694 is applicable.

4.6 Rated peak withstand current (I_p)

Subclause 4.6 of IEC 60694 is applicable with the following addition:

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 Rated duration of short-circuit (t_k)

Subclause 4.7 of IEC 60694 is applicable.

4.8 Rated supply voltage of closing and opening devices and of auxiliary and control circuits (U_a)

Subclause 4.8 of IEC 60694 is applicable.

4.9 Rated supply frequency of closing and opening devices and of auxiliary circuits

Subclause 4.9 of IEC 60694 is applicable with the following addition:

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 insulation and/or operation

Subclause 4.10 of IEC 60694 is not applicable.

5 Conception et construction

Le PSEM 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 ou mécaniques 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.

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 de commutation et de commande

Le Paragraphe 5.1 de la CEI 60694 ne s'applique pas.

5.2 Exigences pour les gaz utilisés dans l'appareillage de commutation et de commande

Le Paragraphe 5.2 de la CEI 60694 est applicable en ajoutant le texte suivant:

Pour les PSEM il est possible d'utiliser du SF₆ neuf conformément à la CEI 60376, et du SF₆ usagé conformément à la CEI 60480.

NOTE 1 Pour le contrôle de l'hexafluorure de soufre en service, voir la CEI 60480.

NOTE 2 Pour la manutention de l'hexafluorure de soufre, voir la CEI 61634.

NOTE 3 Les valeurs pour l'utilisation du SF₆ usagé sont à l'étude par le groupe de travail 15 du comité technique 10 et seront inclus dans la prochaine révision de la CEI 60480.

5.3 Mise à la terre de l'appareillage de commutation et de commande

Se référer à 5.3 de la CEI 60694, avec les paragraphes supplémentaires suivants:

5.3.101 Mise à la terre du circuit principal

Pour assurer la sécurité lors d'interventions de maintenance, toutes les parties du circuit principal auquel il est prévu ou nécessaire d'accéder doivent pouvoir être mises à la terre.

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, s'il y a encore une possibilité que le circuit connecté soit sous tension;
- 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;

De plus, il doit être possible après ouverture de l'enveloppe, de raccorder les dispositifs amovibles de mise à la terre pour la durée de l'intervention sur un élément de circuit mis préalablement à la terre à l'aide d'un sectionneur de terre.

5 Design and construction

GIS 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 installation and extension.

The design of the equipment shall be such that the agreed permitted movement of foundations and mechanical 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.

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

Subclause 5.1 of IEC 60694 is not applicable.

5.2 Requirements for gases in switchgear and controlgear

Subclause 5.2 of IEC 60694 is applicable with the following addition:

For GIS new SF₆ in accordance with IEC 60376 and used SF₆ in accordance with IEC 60480 can be used.

NOTE 1 For checking of sulphur hexafluoride in service, refer to IEC 60480.

NOTE 2 For handling of sulphur hexafluoride, refer to IEC 61634.

NOTE 3 Values for used SF₆ are under consideration in TC 10, WG 15, and will be included in the next revision of IEC 60480.

5.3 Earthing of switchgear and controlgear

Subclause 5.3 of IEC 60694 is applicable, with the additional subclauses.

5.3.101 Earthing of the main circuit

To ensure safety during maintenance work, all parts of the main circuit to which access is required or provided shall be capable of being earthed.

Earthing may be made by

- a) earthing switches with a making capacity equal to the rated peak withstand current, if there is still a possibility that the circuit connected is 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.

Furthermore, it shall be possible, after opening the enclosure, to connect removable earthing devices for the duration of the work on a circuit element previously earthed via an earthing switch.

5.3.102 Mise à la terre de l'enveloppe

Les enveloppes doivent être connectées à la terre. Toutes les parties métalliques ne faisant pas partie d'un circuit principal ou auxiliaire doivent être mis 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.

Si on utilise l'appareillage monophasé, il convient qu'un circuit de boucle – c'est-à-dire une interconnexion entre les enveloppes des trois phases – soit mis en place pour les courants induits. Il est recommandé que chacun de ces circuits en boucle soit relié aussi directement que possible à la grille de mise à la terre par un conducteur pouvant supporter le courant de court circuit.

NOTE L'objet des circuits de boucle est d'éliminer le passage de courants induits dans les enveloppes, dans les circuits et dans la grille de mise à la terre. Ils sont normalement dimensionnés pour les courants assignés et sont installés à l'extrémité de chaque section.

5.4 Equipement auxiliaire et de commande

Le Paragraphe 5.4 de la CEI 60694 est applicable.

5.5 Manœuvre à source d'énergie extérieure

Le Paragraphe 5.5 de la CEI 60694 est applicable.

5.6 Manœuvre à accumulation d'énergie

Le Paragraphe 5.6 de la CEI 60694 est applicable.

5.7 Manœuvre manuelle indépendante

Le Paragraphe 5.7 de la CEI 60694 ne s'applique pas.

5.8 Fonctionnement des déclencheurs

Le Paragraphe 5.8 de la CEI 60694 est applicable.

5.9 Dispositifs de verrouillage et commande à basse et à haute pression

Le Paragraphe 5.9 de la CEI 60694 est applicable en ajoutant le complément suivant:

Pour les PSEM, seule la densité du gaz est importante.

La densité ou la pression de gaz compensée en température dans chaque compartiment doivent être surveillées en continu. Le système de surveillance doit disposer d'au moins deux jeux d'alarme pour la pression ou la densité (alarme et pression ou densité minimale).

NOTE 1 Lorsque la densité de remplissage assignée diffère entre compartiments adjacents, une troisième alarme de densité excessive peut être mise en œuvre.

NOTE 2 Il convient de tenir compte des tolérances du dispositif de surveillance, des éventuels écarts de température entre le dispositif de surveillance et le volume de gaz sous surveillance.

Les dispositifs de surveillance du gaz doivent pouvoir être vérifiés tout en maintenant l'équipement haute tension en service.

NOTE 3 Le contrôle du dispositif de surveillance du gaz peut générer des alarmes intempestives susceptibles de déclencher ou d'interdire des manœuvres.

5.3.102 Earthing of the enclosure

The enclosures shall be connected to earth. All metal parts which do not belong to a main or an auxiliary circuit shall be earthed. 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.

If using single-phase enclosed switchgear, a looping circuit, i.e. an interconnection between the enclosures of the three phases, should be installed for the induced current. Each of these looping circuits should be linked as directly as possible to the general earthing grid by a conductor capable to carry the short-circuit current.

NOTE The looping circuits are intended to avoid induced currents in the enclosures from flowing in the earthing circuits and earthing grid. They are usually dimensioned for rated current and located at the end of each section.

5.4 Auxiliary and control equipment

Subclause 5.4 of IEC 60694 is applicable.

5.5 Dependent power operation

Subclause 5.5 of IEC 60694 is applicable.

5.6 Stored energy operation

Subclause 5.6 of IEC 60694 is applicable.

5.7 Independent manual operation

Subclause 5.7 of IEC 60694 is not applicable.

5.8 Operation of releases

Subclause 5.8 of IEC 60694 is applicable.

5.9 Low- and high-pressure interlocking and monitoring devices

Subclause 5.9 of IEC 60694 is applicable with the following addition:

For GIS only gas density is of importance.

The gas density or temperature compensated gas pressure in each compartment shall be continuously monitored. The monitoring device shall provide at least two sets of alarm levels for pressure or density (alarm and minimum functional pressure or density).

NOTE 1 When the rated filling density differs between adjacent compartments, a third alarm indicating overdensity may be used.

NOTE 2 Tolerances of the monitoring device, as well as possible differences in temperature between the monitoring device and the volume of gas being monitored, should be considered.

Gas monitoring devices shall be capable of being checked with the high-voltage equipment in service.

NOTE 3 Checking of gas monitoring may initiate wrong alarms which may initiate or inhibit switching operations.

5.10 Plaques signalétiques

Le Paragraphe 5.10 de la CEI 60694 est applicable en ajoutant le complément suivant:

Tous les dispositifs de manœuvre et matériels principaux du PSEM, doivent être munis de plaques signalétiques durables et clairement lisibles, tel que défini par accord entre constructeur et utilisateur.

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

Le constructeur doit donner des informations sur le volume total de SF₆ contenu dans l'appareillage à isolation gazeuse.

5.11 Verrouillages

Le Paragraphe 5.11 de la CEI 60694 est applicable en ajoutant le texte suivant:

Les dispositions suivantes sont obligatoires pour les appareils installés dans les circuits principaux qui sont utilisés comme distance de sectionnement et comme mise à la terre:

- les appareils installés dans les circuits principaux, qui servent à assurer la distance de sectionnement durant des travaux de maintenance, doivent être équipés de verrouillages pour éviter la fermeture;
- les sectionneurs de terre doivent être équipés de verrouillages pour éviter l'ouverture.

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 convient que les sectionneurs de terre disposant d'un pouvoir de fermeture de court-circuit inférieur au courant admissible de crête, ou d'un pouvoir de coupure inférieur au courant normal assigné, et les sectionneurs soient asservis au disjoncteur associé pour éviter l'enclenchement ou le déclenchement du sectionneur de terre ou du sectionneur à moins que le disjoncteur associé ne soit ouvert. Cependant, la manœuvre de transferts de barres sous charge à des barres multiples de sous-stations doit demeurer possible.

5.12 Indication de position

Le Paragraphe 5.12 de la CEI 60694 est applicable en ajoutant le texte suivant:

Le Paragraphe 5.104.3.1 de la CEI 62271-102 est applicable.

5.13 Degré de protection procuré par les enveloppes

Le Paragraphe 5.13 de la CEI 60694 est applicable.

5.14 Lignes de fuite

Le Paragraphe 5.14 de la CEI 60694 ne s'applique pas aux PSEM.

5.15 Étanchéité au gaz et au vide

Le Paragraphe 5.15 de la CEI 60694 s'applique en ajoutant le texte suivant:

Les pertes dues aux fuites et aux manipulations doivent être traitées séparément.

5.10 Nameplates

Subclause 5.10 of IEC 60694 is applicable with the following addition:

GIS and all its operating devices and main components shall be provided with nameplates, as agreed between manufacturer and user. The nameplates shall be durable and clearly legible.

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

The manufacturer shall give information about the total amount of SF₆ contained in the GIS installation.

5.11 Interlocking devices

Subclause 5.11 of IEC 60694 is applicable with the following addition:

The following provisions are mandatory for apparatus installed in main circuits which are used as isolating distance and earthing:

- apparatus installed in main circuits, which are used for ensuring isolating distances during maintenance work, shall be provided with locking facilities to prevent closing;
- earthing switches shall be provided with locking facilities to avoid opening.

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.

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. However, on-load bus-transfer switching operations at multiple busbar substations shall be possible.

5.12 Position indication

Subclause 5.12 of IEC 60694 is applicable with the following addition:

Subclause 5.104.3.1 of IEC 62271-102 is applicable.

5.13 Degrees of protection by enclosures

Subclause 5.13 of IEC 60694 is applicable.

5.14 Creepage distances

Subclause 5.14 of IEC 60694 does not apply to GIS.

5.15 Gas and vacuum tightness

Subclause 5.15 of IEC 60694 is applicable with the following addition:

Leakage losses and handling losses shall be considered separately.

NOTE 1 L'objectif consiste à assurer une perte totale (fuite et manipulation) aussi faible que possible. Il convient de parvenir à une moyenne inférieure à 15 % sur tous les compartiments de gaz et sur période de service minimum de 25 ans.

NOTE 2 Il convient d'analyser soigneusement toute cause de fuite anormale en exploitation et de prendre les actions correctives.

5.15.1 Systèmes à pression de gaz entretenue

Le Paragraphe 5.15.1 de la CEI 60694 n'est pas applicable.

5.15.2 Systèmes à pression de gaz autonomes

Le Paragraphe 5.15.2 de la CEI 60694 est applicable.

5.15.3 Systèmes à pression scellés

Le Paragraphe 5.15.3 de la CEI 60694 est applicable.

5.15.101 Fuite

Le PSEM doit être un système à pression autonome ou un système de pression scellée.

Dans le cas des systèmes de pression autonomes, le taux de fuite à l'atmosphère de tout compartiment d'un PSEM et entre les compartiments eux-mêmes ne doit pas dépasser 0,5 % par an pour la durée de vie de l'équipement.

NOTE Il est permis d'utiliser la procédure de l'Annexe E de la CEI 60694.

5.15.102 Manutention du gaz

Le PSEM doit être conçu de manière à minimiser les pertes provoquées par la manutention du gaz au cours de sa durée de vie. Le constructeur doit spécifier les procédures d'essai et de maintenance destinées à minimiser les pertes de gaz dues à la manutention et doit identifier la perte de gaz associée à chaque procédure.

Le constructeur doit recommander des procédures de manutention du SF₆ conformes à la CEI 60480 et à la CEI 61634.

5.16 Étanchéité au liquide

Le Paragraphe 5.16 de la CEI 60694 ne s'applique pas.

5.17 Inflammabilité

Le Paragraphe 5.17 de la CEI 60694 est applicable.

5.18 Compatibilité électromagnétique (CEM)

Le Paragraphe 5.18 de la CEI 60694 est applicable.

5.101 Coordination de pression

La pression à l'intérieur d'un PSEM peut ne pas correspondre au niveau de pression de remplissage assigné en raison de conditions de service différentes. Une élévation de la pression provoquée par la température et les fuites entre compartiments peut causer de sévères contraintes mécaniques. Une baisse de pression provoquée par une fuite peut affecter les propriétés d'isolement. La Figure 101 illustre les divers niveaux de pression et leur interactivité.

NOTE 1 The objective is to achieve a total loss (leakage and handling) as low as possible. A value of less than 15 % averaged over all gas compartments and for the service period of minimum 25 years should be achieved.

NOTE 2 The cause of abnormal leakage in service should be investigated carefully and corrective actions should be considered.

5.15.1 Controlled pressure systems for gas

Subclause 5.15.1 of IEC 60694 is not applicable.

5.15.2 Closed pressure systems for gas

Subclause 5.15.2 of IEC 60694 is applicable.

5.15.3 Sealed pressure systems

Subclause 5.15.3 of IEC 60694 is applicable.

5.15.101 Leakage

GIS shall be a closed pressure system or a sealed pressure system.

If it is a closed pressure system, the leakage rate from any single compartment of GIS to atmosphere and between compartments shall not exceed 0,5 % per year for the service life of the equipment.

NOTE The procedure of Annex E of IEC 60694 may be used.

5.15.102 Gas handling

The GIS shall be designed so as to minimize gas-handling losses during service life. The manufacturer shall specify test and maintenance procedures for minimizing gas-handling losses and shall identify the gas loss associated with each procedure.

The manufacturer shall recommend procedures for SF₆ handling according to IEC 60480 and IEC 61634.

5.16 Liquid tightness

Subclause 5.16 of IEC 60694 is not applicable.

5.17 Flammability

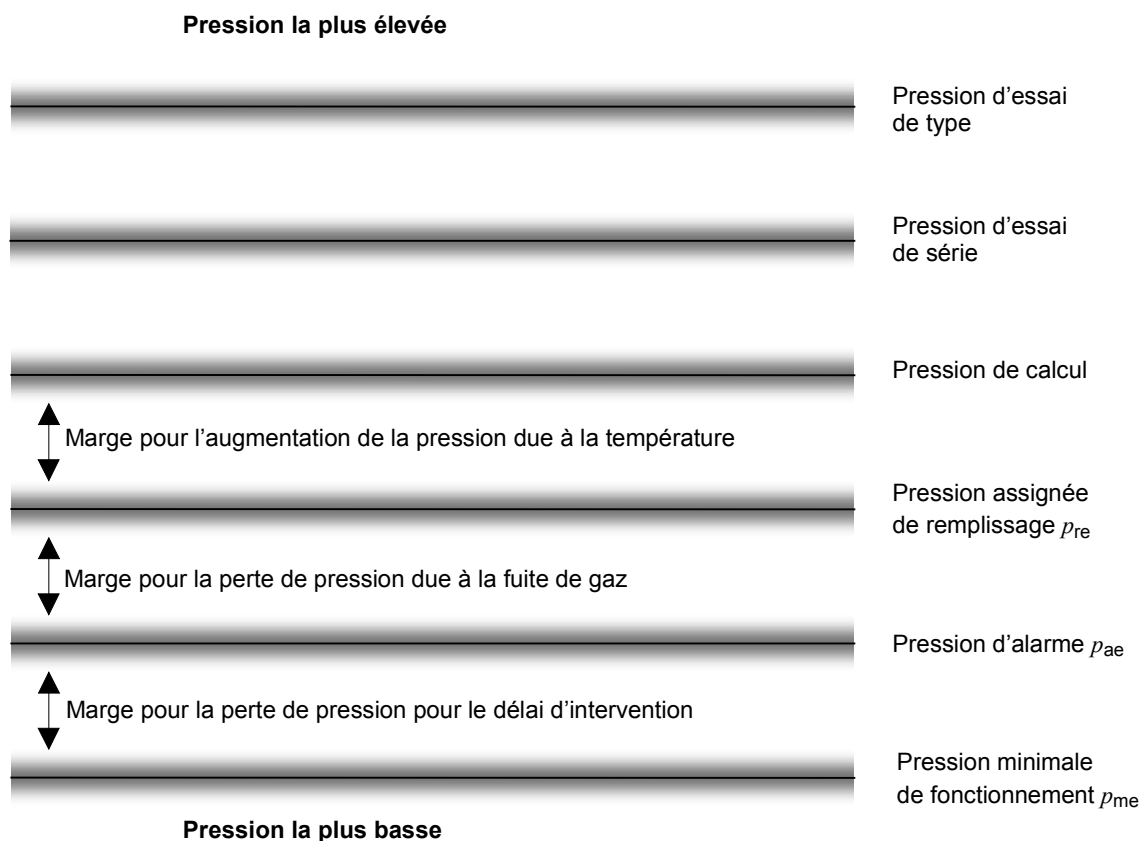
Subclause 5.17 of IEC 60694 is applicable.

5.18 Electromagnetic compatibility (EMC)

Subclause 5.18 of IEC 60694 is applicable.

5.101 Pressure coordination

The pressure inside a GIS may vary from the rated filling pressure level due to different service conditions. Pressure increase due to temperature and leakage between compartments may impose additional mechanical stresses. Pressure decrease due to leakage may reduce the insulation properties. Figure 101 shows the various pressure levels and their relationship.



IEC 2481/03

Figure 101 – Coordination de la pression

Il incombe au constructeur de choisir la pression de fonctionnement minimale p_{me} pour isolement et exploitation. La pression de remplissage p_{re} est liée à la pression d'alarme p_{ae} et au taux de fuite de manière qu'un délai suffisant soit prévu pour procéder au complément remplissage.

De même, il convient de prévoir un laps de temps adéquat pour réagir entre la pression d'alarme p_{ae} et la pression de fonctionnement minimale p_{me} . Il convient de tenir compte des tolérances des dispositifs de surveillance du gaz.

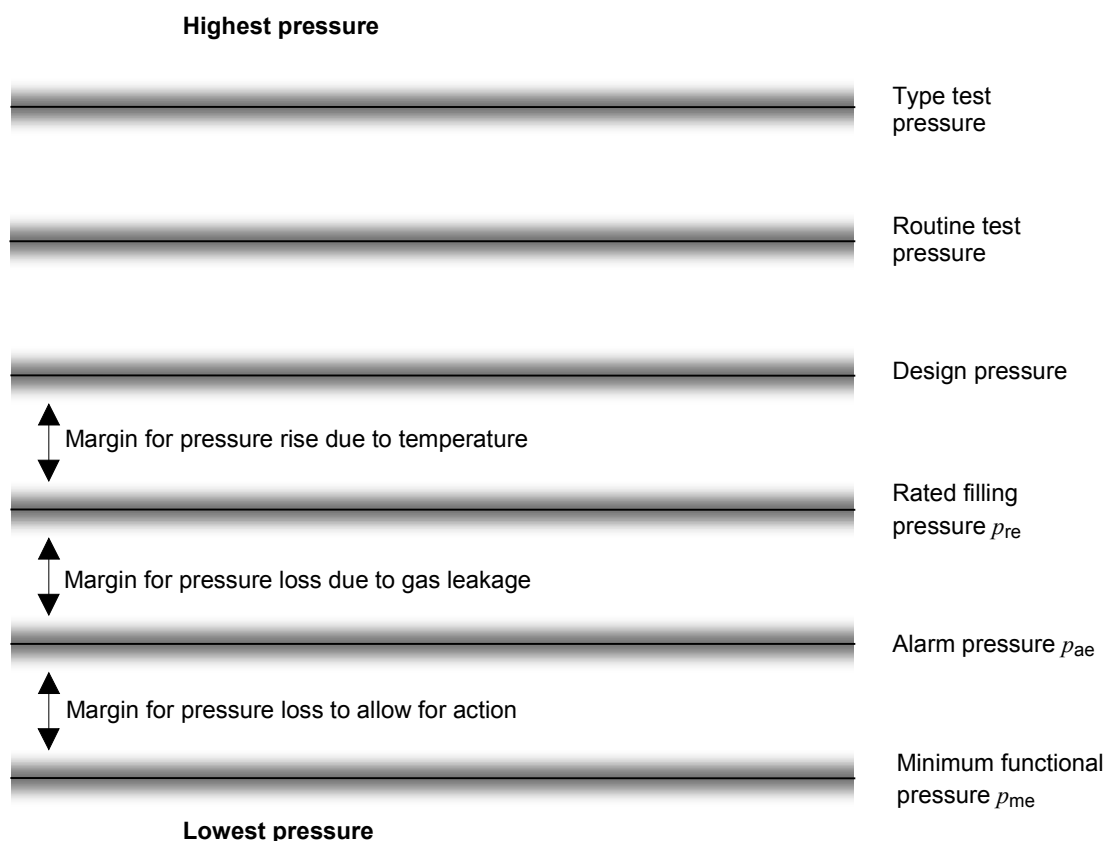
En conditions de service, les contraintes mécaniques sont associées à la pression interne qui est elle-même fonction de la température du gaz. En conséquence, la pression de calcul correspond à la pression de remplissage assignée à la température maximale que le gaz est susceptible d'atteindre.

La pression d'essai individuel de série et la pression d'essai de type dépendent de la pression de calcul tenant compte du matériau et des facteurs propres au processus de fabrication.

5.102 Défaut interne

5.102.1 Généralités

La probabilité d'un défaut conduisant à un arc dans l'appareillage du PSEM, 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, d'humidité ou de vermine.



IEC 2481/03

Figure 101 – Pressure coordination

The manufacturer is responsible for choosing the minimum functional pressure for insulation and operation p_{me} . The rated filling pressure p_{re} is related to the alarm pressure p_{ae} and the leakage rate in order to reach a sufficient period for refilling.

The time between the alarm pressure p_{ae} and the minimum functional pressure p_{me} should allow sufficient reaction time to permit actions. The tolerances of the gas monitor devices should be considered.

In service conditions, the mechanical stresses are associated with the internal pressure which depends on the gas temperature. Consequently, the design pressure corresponds to the rated filling pressure at the maximum temperature the gas can reach.

Routine test pressure and type test pressure are based on design pressure taking into account material and manufacturing process factors.

5.102 Internal fault

5.102.1 General

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

Il convient que des dispositions soient également prises pour réduire les effets des défauts internes conduisant à un arc sur la continuité de service de l'appareillage. Il convient que l'effet d'un arc soit 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.

5.102.2 Effets externes de l'arc

Les effets d'un arc interne sont

- l'augmentation de la pression du gaz (voir D.1);
- l'éventuelle perforation de l'enveloppe.

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

La durée de l'arc dépend de l'efficacité du système de protection déterminé en premier stade (protection principale) et en second stade (protection de secours).

Le Tableau 104 donne les critères d'efficacité pour la durée de l'arc en fonction de l'efficacité du système de protection.

Tableau 104 – Critères d'efficacité

Courant de court circuit assigné	Stade de protection	Durée du courant	Critères d'efficacité
<40 kA eff.	1	0,2 s	Absence d'effet externe hormis l'action de dispositifs de décharge adéquats
	2	≤0,5 s	Absence de fragmentation (perforation acceptable)
≥40 kA eff.	1	0,1 s	Absence d'effet externe hormis l'action de dispositifs de décharge adéquats
	2	≤0,3 s	Absence de fragmentation (perforation acceptable)

Le constructeur et l'utilisateur peuvent déterminer une durée pendant laquelle un arc provoqué par un défaut interne et caractérisé par une valeur de court circuit donnée, ne provoquera pas d'effets externes. Cette durée doit être déterminée en fonction des résultats d'essais ou d'une procédure de calcul reconnue. Voir D.1.

La durée du courant sans perforation pour différentes valeurs de courant de court-circuit peut être estimée à partir d'une procédure de calcul connue.

5.102.3 Localisation de défaut interne

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

Arrangements should 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.

5.102.2 External effects of the arc

The effects of an internal arc are

- pressure increase of gas (see Clause D.1),
- possible burn-through of enclosure.

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

The duration of the arc is related to the performance of the protective system determined by the first stage (main protection) and second stage (back-up protection).

Table 104 gives the performance criteria for the duration of the arc according to the performance of the protective system.

Table 104 – Performance criteria

Rated short-circuit current	Protection stage	Duration of current	Performance criteria
<40 kA r.m.s.	1	0,2 s	No external effect other than the operation of suitable pressure relief devices
	2	≤0,5 s	No fragmentation (burn-through is acceptable)
≥40 kA r.m.s.	1	0,1 s	No external effect other than the operation of suitable pressure relief devices
	2	≤0,3 s	No fragmentation (burn-through is acceptable)

Manufacturer and user may define 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. The definition of this time shall be based on test results or an acknowledged calculation procedure. See Clause D.1.

The duration of current without burn-through for different values of the short-circuit current may be estimated from an acknowledged calculation procedure.

5.102.3 Internal fault location

The manufacturer of the GIS should propose appropriate methods for the determination of the location of a fault, if required by the user.

5.103 Enveloppes

5.103.1 Généralités

L'enveloppe doit résister aux pressions normales et transitoires auxquelles elle est soumise en service.

5.103.2 Conception des enveloppes

L'enveloppe doit être conçue conformément aux normes établies concernant les enveloppes sous pression des appareillages à haute tension remplis de gaz inertes non corrosifs et faiblement pressurisés. Voir la Bibliographie pour plus d'informations.

Les méthodes de calcul de l'épaisseur et la construction des enveloppes, soudées ou moulées, doivent se baser sur la pression de calcul définie en 3.113.

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) différentiel de pression total 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, si la surpression n'est pas contrôlée;
- d) possibilité d'apparition d'un défaut interne (voir 5.102).

Pour déterminer la pression de calcul de l'enveloppe, la température du gaz doit être supposée égale à la moyenne des températures maximales de l'enveloppe et du conducteur du 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 précédé par des essais d'épreuves (voir 6.103).

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 doit être responsable du choix des matériaux et du respect de ces caractéristiques minimales, d'après des certificats de fournisseurs ou d'après des essais effectués par lui-même ou d'après les deux à la fois.

5.104 Cloisons

5.104.1 Conception des cloisons

Etant donné qu'en service la plupart des cloisons sont soumises à la même pression sur chaque côté ou à une petite pression différentielle, la pression de maintenance détermine la pression significative. Cette situation survient lorsque la cloison est pressurisée d'un côté tandis que des travaux de maintenance sont en cours à la pression atmosphérique. Il existe des conceptions cependant où la cloison est soumise à une pression d'un côté tandis que l'autre côté de la cloison est soumis continuellement à la pression atmosphérique. Dans les deux cas, la pression à considérer sur le côté pressurisé de la cloison est la pression à la température ambiante maximale en tenant compte des radiations solaires (si applicable) et au courant assigné (si applicable). Dans les deux cas, la pression obtenue de ces conditions est définie comme étant la pression de calcul des cloisons. Le constructeur peut, s'il le désire, prescrire que la pression du côté pressurisé de la partition peut être abaissée jusqu'à un niveau spécifique durant la maintenance. Dans un tel cas, cette pression devient la pression de calcul.

5.103 Enclosures

5.103.1 General

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

5.103.2 Design of enclosures

The design of the enclosure shall be made in accordance with established standards for pressurized enclosures of gas-filled, high-voltage switchgear and controlgear with inert, non-corrosive, low pressurized gases. For further information, consult the bibliography.

Methods for the calculation of the thickness and the construction of enclosures either by welding or casting shall be based on the design pressure defined in 3.113.

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 if overpressure is not monitored;
- d) the possibility of the occurrence of an internal fault (see 5.102).

In determining the design pressure, 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 6.103) 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.

5.104 Partitions

5.104.1 Design of partitions

Since, in service, most partitions have the same pressure on either side or small differential pressure, the significant pressure is that determined by the maintenance pressure. This will exist when the partition is pressurized on one side and maintenance is being carried out on the other side at atmospheric pressure. There are designs, however, where the partition is pressurized on one side and atmospheric pressure exists at all times on the other side. In both cases, the pressure to be considered on the pressurized side of the partition is the pressure at maximum ambient temperature with solar radiation effects (where applicable) and rated continuous current (where applicable). In both cases the pressure so derived is the design pressure of the partition. The manufacturer may, if he wishes, prescribe that the pressure on the pressurized side of the partition be lowered to a specified and controlled pressure during maintenance. In such cases this pressure is the design pressure.

Lors de la conception des cloisons, on doit tenir compte des points suivants, lorsqu'ils sont applicables:

- le différentiel de pression à travers les cloisons durant les opérations normales;
- l'évacuation d'un compartiment de gaz d'un côté de la partition avec l'autre côté sous pression normale d'opération durant le remplissage;
- une pression augmentée d'un compartiment d'un côté de la partition avec l'autre côté sous pression normale d'opération durant les essais diélectriques sur les équipements et les circuits auxiliaires;
- pour les cloisons non symétriques, en ce qui concerne la pression exercée sur la paroi, le cas le plus sévère;
- vibrations et charges superposées;
- la possibilité de maintenance sur un côté de la cloison adjacent au côté sous pression.

5.104.2 Cloisonnement

L'appareillage du PSEM doit être 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 cette fin, des cloisons sont nécessaires afin de s'assurer que les caractéristiques diélectriques dans un compartiment ne sont pas altérées de façon importante lorsqu'un compartiment adjacent est soumis à une pression réduite en raison 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 séparation par une distance d'isolation et par la mise à la terre de l'équipement, peuvent être nécessaires. Toutefois, les cloisons doivent assurer la sécurité mécanique vis-à-vis de la pression normale résiduelle du gaz dans le compartiment adjacent.

Il convient de noter que le nombre de cloisons, la dimension des divers compartiments de gaz ainsi que la stratégie d'exploitation et de maintenance de l'utilisateur peuvent avoir une influence sur les fuites propres à la manutention du SF₆ tout comme sur les durées d'interruption de l'équipement.

Une cloison séparant un compartiment rempli d'un gaz isolant d'un compartiment adjacent 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.

La Figure 102 illustre la disposition des enveloppes et des cloisons pour divers types de compartiments adjacents.

When designing a partition, account shall be taken of the following, if applicable:

- the full differential pressure across the partition during normal operation;
- evacuation of a gas compartment on one side of the partition with normal operating pressure on the other, as part of the filling process;
- a controlled enhanced pressure on one side of the partition with normal operating pressure on the other during electrical testing of the equipment and associated circuits;
- for non-symmetrical partitions, as far as the pressure on the partition is concerned, the worst-case pressure direction;
- superimposed loads and vibration;
- the possibility of maintenance being carried out adjacent to a pressurized partition.

5.104.2 Partitioning

GIS 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 in themselves to provide electrical safety of personnel, for which other means such as separating by an isolating distance and earthing of the equipment may be necessary; they shall, however, provide mechanical safety against the normal gas pressure still present in the adjacent compartment.

It should be considered that the number of partitions, the size of the different gas compartments and the operational and maintenance strategies of the user might influence the handling losses of SF₆ as well as the outage time of the equipment.

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.

Figure 102 gives an example of an arrangement of enclosures and partitions for different types of adjacent compartments.

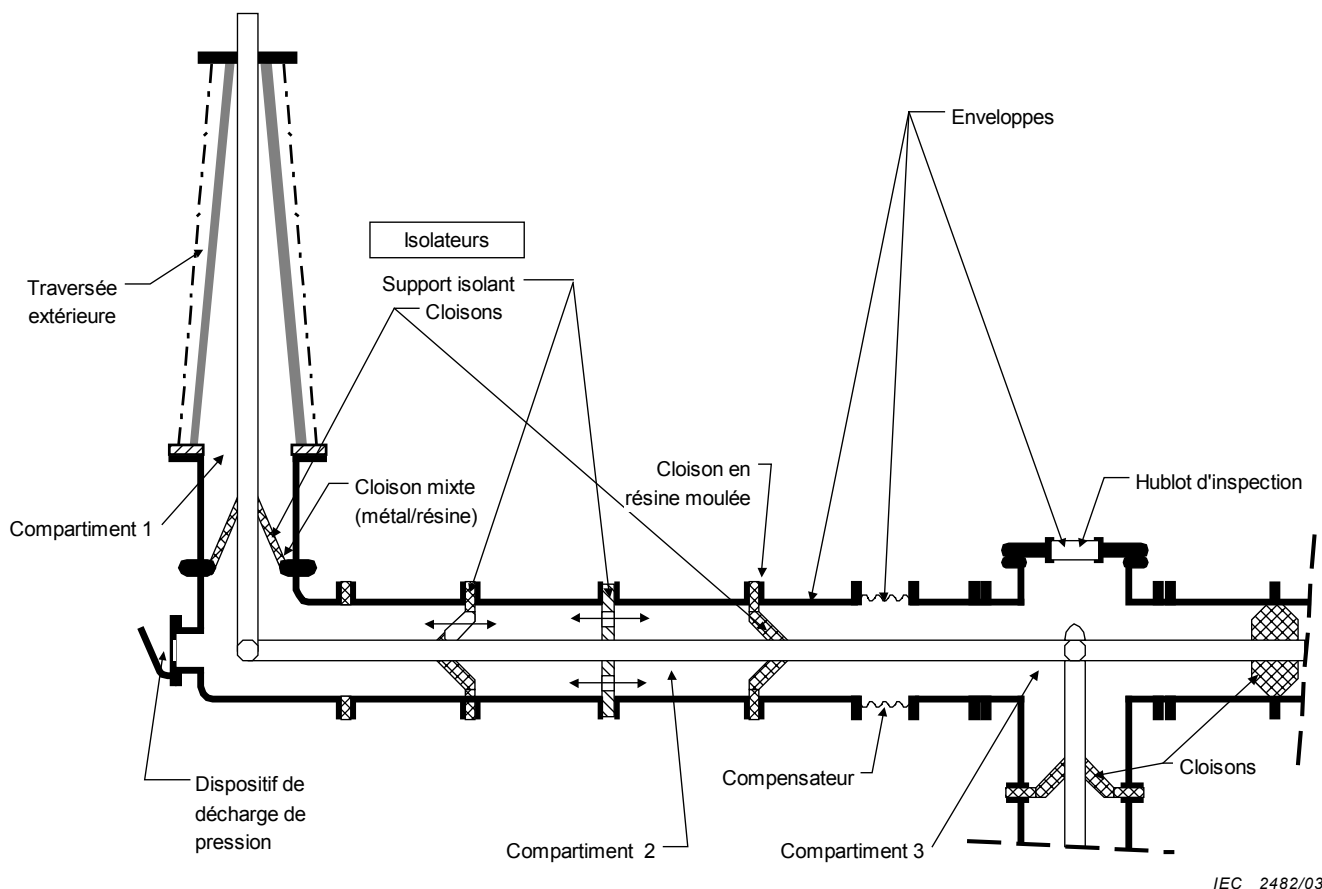


Figure 102 – Exemple de disposition des enveloppes et des compartiments à gaz

5.105 Décharge de pression

Les dispositifs de décharge de pression prévus conformément au présent paragraphe doivent être 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 Limitation de la pression maximale de remplissage

Pour le remplissage d'un compartiment, une soupape de décharge doit être montée sur le tuyau de remplissage afin d'empêcher que la pression ne dépasse de plus de 10 % la pression de calcul de l'enveloppe durant le remplissage. 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 convient que la pression de remplissage soit établie en tenant compte de la température du gaz au moment du remplissage.

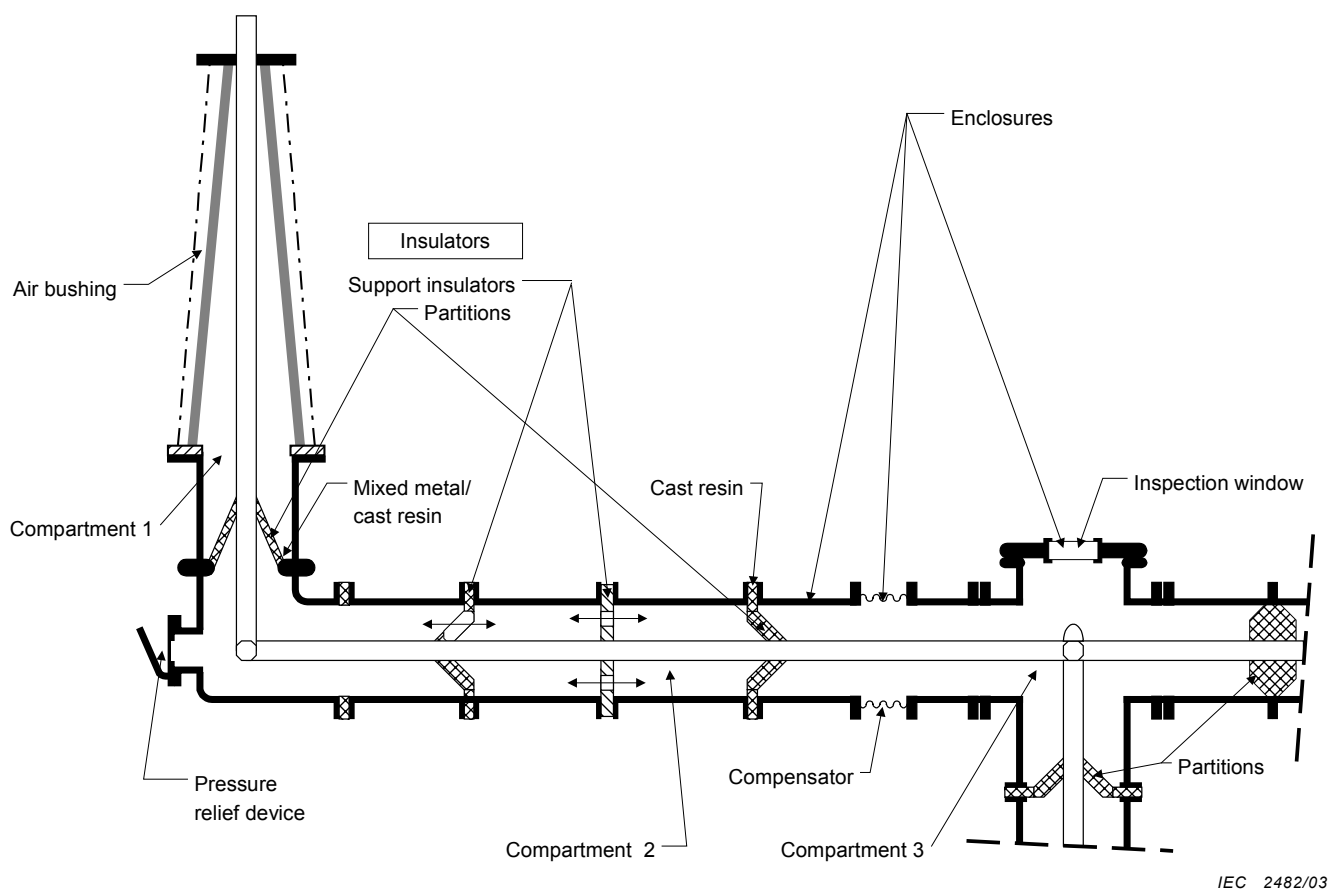


Figure 102 – Example of arrangement of enclosures and gas compartments

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; and non-reclosing pressure relief devices, such as diaphragms and bursting disks.

5.105.1 Limitation of maximum filling pressure

For filling a gas compartment, 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.

5.105.2 Limitation de 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).

Le dispositif de décharge de pression protège contre les surpressions lors d'un défaut interne. Pour des raisons de sécurité, et aussi pour limiter les conséquences d'un défaut conduisant à un arc dans l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse, il est recommandé que chaque compartiment soit équipé d'un dispositif de décharge de pression sauf dans le cas des compartiments à large volume où les surpressions sont limitées à une valeur n'excédant pas la pression spécifiée en essai de type. Pour les méthodes de calcul, voir Annexe D.

Le dispositif de décharge de pression doit être équipé d'un déflecteur, de manière à contrôler la direction des émissions et éviter ainsi en service tout danger pour un opérateur travaillant en des endroits accessibles durant l'exploitation normale.

Une marge suffisante doit être prévue entre la pression d'opération du dispositif de décharge de pression et la pression de calcul afin d'éviter une opération non désirée du dispositif de décharge durant des conditions normales d'opération. De plus, la pression transitoire apparaissant lors d'une manœuvre (si applicable, exemple: disjoncteurs) doit être prise en compte pour la détermination de la pression d'opération du dispositif de décharge de pression.

NOTE 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.

5.106 Bruit

Il est recommandé que, lors d'une manœuvre, le niveau de bruit émis par l'appareillage ne dépasse pas une valeur spécifiée. Il convient que le constructeur et l'utilisateur conviennent d'une procédure de vérification (voir la CEI 61672-1 et CEI 61672-2).

5.107 Interfaces

Afin de faciliter les essais sur l'appareillage du PSEM, des dispositifs d'isolation peuvent être inclus dans la conception de chacune des interfaces décrites ci-dessous. L'utilisation de ce type de dispositif est préférable au démantèlement. Pour les traversées extérieures, la connexion du côté haute tension peut être retirée, de préférence du côté extérieur.

Le dispositif d'isolation doit être conçu pour supporter les tensions d'essais des composants décrits ci-dessous.

5.107.1 Connexions par câbles

Se référer à la CEI 60859.

Les parties de l'appareillage 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 équipement (pour les câbles à huile fluide et à pression de gaz, voir la CEI 60141-1, et, pour les câbles extrudés, voir la CEI 60840 et la CEI 62067).

S'il n'est pas acceptable d'appliquer les tensions d'essai à courant continu des câbles à l'appareillage, des mesures spéciales doivent être 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.

5.105.2 Limitation of 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).

Pressure relief devices protect against overpressure in case of internal failure. For safety reasons and in order to limit consequences on GIS, it is recommended that each compartment be equipped with a pressure relief device, except for large volumes where the overpressure is self-limited to values which do not exceed the type test pressure. For the calculation method, see Annex D.

The pressure relief device shall be equipped with a deflector in order to control the direction of emission in such a way that there is no danger for an operator working in accessible places for normal operation.

In order to avoid any pressure relief operation under normal conditions, a sufficient difference is necessary between the operation pressure of the pressure relief device and the design pressure. Moreover, transient pressure occurring during operation (if applicable, e.g. circuit-breaker) shall be taken into account when determining the operating pressure of the pressure relief device.

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

5.106 Noise

During an operation, the level of noise emitted by the switchgear should not exceed a specified value. The procedure of verification should be agreed between manufacturer and user (see IEC 61672-1 and IEC 61672-2).

5.107 Interfaces

In order to facilitate testing of GIS, isolating facilities may be included in the design in each of the components mentioned below. This type of separation is preferable rather than dismantling. For air bushing, the high-voltage connection can be removed, preferably on the air side.

The isolating facilities shall be designed to withstand the test voltages of the components mentioned below.

5.107.1 Cable connections

Refer to IEC 60859.

Those parts of the GIS 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 equipment (for oil-filled and gas-pressure cables see IEC 60141-1, for extruded cables see IEC 60840 and IEC 62067).

If it is not acceptable to apply DC cable test voltages to the GIS, special provisions for cable testing shall 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 GIS should be de-energized and earthed, unless special measures are taken to prevent disruptive discharges in the cable affecting the energized parts of the GIS.

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 60859).

5.107.2 Connexions directes des transformateurs

Se référer à la CEI 61639.

5.107.3 Traversée

Se référer à la CEI 60137 (traversée immergée d'extérieur, définition 2.18), à la CEI 60815, à la CEI 62155 et à la CEI 61462.

5.107.4 Interfaces pour des extensions futures

Lorsqu'une extension est planifiée, il convient que les emplacements possibles des futures extensions soient mentionnés dans la spécification technique de l'utilisateur.

Dans le cas d'une extension ultérieure avec un autre produit PSEM, et si requis par l'utilisateur, le constructeur doit fournir des informations suffisantes – préférablement sous forme de dessins – afin de permettre la conception d'un interface entre les deux conceptions de PSEM. Le constructeur et l'utilisateur doivent convenir d'une procédure permettant d'assurer la confidentialité des informations et des détails de conception transmis.

Il convient que les interfaces se limitent uniquement aux jeux de barres et barres omnibus et non à des appareils «actifs» tels que les disjoncteurs ou sectionneurs. Lorsqu'une extension PSEM est planifiée, il est recommandé que l'interface possède les facilités requises pour l'installation et les essais de l'extension, en limitant les sections PSEM existantes devant être soumises à nouveau aux essais, et en permettant aussi la connexion des deux PSEM sans essais diélectriques additionnels (se référer à l'Article C.3). Il doit être capable de tenir les tensions d'isolement assignées sur la distance de sectionnement.

L'utilisateur est responsable des essais sur l'appareillage du PSEM existant.

5.108 Corrosion

Une attention particulière doit être prise contre la corrosion des équipements durant leur vie utile. Toute la boulonnerie des enveloppes doit pouvoir se défaire facilement. La corrosion galvanique entre matériaux en contact doit être considérée attentivement car elle peut conduire à une perte d'étanchéité. La continuité du circuit de terre doit être assurée en tenant compte de la corrosion d'assemblage boulonnés ou vissés.

6 Essais de type

6.1 Généralités

Le Paragraphe 6.1 de la CEI 60694 est applicable en ajoutant le complément suivant:

Pour les essais de type, il est permis d'utiliser soit du gaz SF₆ neuf conforme à la CEI 60376, ou du gaz SF₆ usagé s'il est conforme à la CEI 60480. Voir 5.2.

6.1.1 Groupement des essais

Le Paragraphe 6.1.1 de la CEI 60694 est applicable avec les compléments suivants:

The location of suitable bushings for cable testing with DC and/or AC voltages should be provided at the cable connection enclosure or at the GIS itself (see IEC 60859).

5.107.2 Direct transformer connections

Refer to IEC 61639.

5.107.3 Bushings

Refer to IEC 60137 (outdoor-immersed bushing, definition 2.18), IEC 60815, IEC 62155 and IEC 61462.

5.107.4 Interfaces for future extensions

When an extension is planned, the locations of any possible future extension should be considered and stated by the user in the technical specification.

In the case of later extension with another GIS product and if requested by the user, the manufacturer shall supply information preferably in the form of drawings giving sufficient information to enable such an interface to be designed at a later stage. The procedure to ensure confidentiality of the design details shall be agreed between the user and manufacturer.

The interface should concern busbars or busducts only, and not direct connections to “active” devices such as circuit-breakers or disconnectors. If an extension is planned, it is recommended that the interface incorporates facilities for installation and testing of the extension to limit the part of the existing GIS to be re-tested and to allow the connection to the existing GIS without further dielectric testing (refer to Clause C.3). It shall be designed to withstand the rated insulation levels across the isolating distance.

The responsibility for testing the existing GIS is with the user.

5.108 Corrosion

Caution shall be taken against corrosion of the equipment during its service life. All bolted or screwed parts of the enclosure shall remain easily dismantled. In particular, galvanic corrosion between materials in contacts shall be considered because it can lead to loss of tightness. The continuity of the earthing circuits shall be ensured taking into account the corrosion of bolted and screwed assemblies.

6 Type tests

6.1 General

Subclause 6.1 of IEC 60694 is applicable with the following addition:

For type tests, new SF₆ in accordance with IEC 60376 or used SF₆ in accordance with IEC 60480 can be used. See 5.2.

6.1.1 Grouping of tests

Subclause 6.1.1 of IEC 60694 is applicable with the following addition:

En règle générale, il convient que les essais sur le matériel du PSEM soient effectués suivant les normes particulières des appareils sauf lorsqu'une condition d'essai ou exigence d'essai particulière est définie dans le présent document. Dans un tel cas, les prescriptions définies dans ce document prévalent.

Les essais de type doivent être effectués sur une unité fonctionnelle complète (unipolaire ou tripolaire) à moins de prescriptions d'essais autrement définies. Lorsque cela n'est pas réalisable, les essais de type peuvent être réalisés sur des ensembles ou sous-ensembles représentatifs.

Il n'est pas possible de soumettre tous 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 obtenus sur des ensembles ou sous-ensembles représentatifs. L'utilisateur doit vérifier que les sous-ensembles essayés sont bien représentatifs de ses futurs arrangements.

La liste des essais de type et des vérifications est donnée au Tableau 105. Tel que proposé par la CEI 60694, certains essais peuvent être groupés. Un exemple de regroupement possible est indiqué au Tableau 105.

Tableau 105 – Exemple de groupement des essais de type

Essais de type obligatoires

Groupe		PARAGRAPHE
1	a) Essais de vérification du niveau d'isolement de l'équipement et essais diélectriques des circuits auxiliaires	6.2
-	b) Essais de vérification du niveau de tension de perturbation radioélectrique (si applicable)	6.3
2	c) Essais de vérification de l'échauffement de toute partie de l'équipement et mesurage de la résistance du circuit principal	6.4 et 6.5
3	d) 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	6.6
3	e) Essais de vérification du pouvoir de fermeture et du pouvoir de coupure des appareils de connexion contenus dans l'équipement	6.101
4	f) Essais de vérification du fonctionnement satisfaisant des appareils de connexion contenus dans l'équipement	6.102.1
4	g) Essais de vérification de la résistance mécanique de l'enveloppe	6.103
4	h) Essais de vérification de la protection procurée par les enveloppes	6.7
4	i) Essais de vérification de l'étanchéité	6.8
5	j) Essais de vérification de compatibilité électromagnétique (CEM)	6.9
5	k) Essais additionnels sur les auxiliaires et les circuits de contrôles	6.10
4	l) Essais sur les cloisons	6.104
4	m) Essais de vérification du fonctionnement satisfaisant aux températures extrêmes	6.102.2
-	n) Essais de vérification des performances des isolateurs soumis aux cycles thermiques et aux essais d'étanchéité	6.106
-	o) Essais de vérification de la corrosion sur les connexions de terre (si applicable)	6.107

As a general rule, tests on GIS components should be carried out in accordance with their relevant standards, unless a specific test specification or condition is defined in this standard. For such cases, the condition given in this standard shall be taken into account.

Unless specific testing prescriptions are defined, type testing shall be carried out on a complete functional unit (single-phase or three-phase). When this is impracticable, 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 GIS to type tests. The performance of any particular arrangement may be substantiated from test results obtained on representative assemblies or sub-assemblies. The user shall check that tested sub-assemblies are representative of the users' arrangement.

The type tests and verifications are listed in Table 105 below. As proposed in IEC 60694, some tests can be grouped. An example of a possible grouping is also shown in Table 105.

Table 105 – Example of grouping of type tests

Mandatory type tests

Group		Subclause
1	a) Tests to verify the insulation level of the equipment and dielectric tests on auxiliary circuits	6.2
-	b) Tests to prove the radio interference voltage (RIV) level (if applicable)	6.3
2	c) Tests to prove the temperature rise of any part of the equipment and measurement of the resistance of the main circuit	6.4 and 6.5
3	d) Tests to prove the ability of the main and earthing circuits to carry the rated peak and the rated short-time withstand current	6.6
3	e) Tests to verify the making and breaking capacity of the included switching devices	6.101
4	f) Tests to prove the satisfactory operation of the included switching devices	6.102.1
4	g) Tests to prove the strength of enclosures	6.103
4	h) Verification of the degree of protection of the enclosure	6.7
4	i) Gas tightness tests	6.8
5	j) Electromagnetic compatibility tests (EMC)	6.9
5	k) Additional tests on auxiliary and control circuits	6.10
4	l) Tests on partitions	6.104
4	m) Tests to prove the satisfactory operation at limit temperatures	6.102.2
-	n) Tests to prove performance under thermal cycling and gas tightness tests on insulators	6.106
-	o) Corrosion test on earthing connections (if applicable)	6.107

**Essais de type lorsque requis par l'utilisateur
(des spécimens additionnels peuvent être utilisés)**

Groupe		PARAGRAPHE
	p) Essais pour évaluer les effets d'un arc dû à un défaut interne	6.105

6.1.2 Informations pour l'identification des spécimens d'essais

Le Paragraphe 6.1.2 de la CEI 60694 est applicable.

6.1.3 Informations à inclure dans les rapports d'essais de type

Le Paragraphe 6.1.3 de la CEI 60694 est applicable.

6.2 Essais diélectriques

Le Paragraphe 6.2 de la CEI 69694 est applicable avec les compléments suivants:

L'Annexe F de la CEI 60694 n'est pas applicable.

Les essais diélectriques de type doivent être suivis d'une mesure de décharge partielle conformément à la procédure décrite en 6.2.9.

6.2.1 Conditions de l'air ambiant pendant les essais

Le Paragraphe 6.2.1 de la CEI 60694 est applicable avec le complément suivant:

Les facteurs de correction atmosphérique ne doivent pas être appliqués pour les essais diélectriques sur l'appareillage du PSEM.

6.2.2 Modalités des essais sous pluie

Le Paragraphe 6.2.2 de la CEI 60694 n'est pas applicable, mais il est nécessaire de noter les points suivants:

- un essai sous pluie est applicable uniquement pour les traversées aériennes;
- les tensions d'essai et les modalités de l'essai doivent être celles spécifiées dans la CEI 60137.

6.2.3 État de l'appareillage pendant les essais diélectriques

Le Paragraphe 6.2.3 de la CEI 60694 est applicable.

6.2.4 Conditions de réussite de l'essai

Le Paragraphe 6.2.4 de la CEI 60694 est applicable avec le complément suivant:

b) Essais aux chocs

L'objet d'essai est considéré comme ayant réussi l'essai si les conditions suivantes sont rencontrées:

- le nombre de décharges disruptives ne doit pas dépasser 2 sur une série de 15 impulsions de chaque polarité;
- aucune décharge disruptive dans l'isolation non auto-régénératrice ne doit survenir.

Cette condition est vérifiée par au moins cinq chocs sans décharge disruptive après le dernier choc de la série de 15 chocs, pendant laquelle s'est produit la dernière décharge disruptive.

Type tests, when requested by the user (additional test samples may be used)

Group		Subclause
	p) Tests to assess the effects of arcing due to an internal fault	6.105

6.1.2 Information for identification of specimens

Subclause 6.1.2 of IEC 60694 is applicable.

6.1.3 Information to be included in type-tests reports

Subclause 6.1.3 of IEC 60694 is applicable.

6.2 Dielectric tests

Subclause 6.2 of IEC 60694 is applicable with the following addition:

Annex F of IEC 60694 is not applicable.

Dielectric tests performed as type tests shall be followed by a partial discharge measurement according to the test procedure described in 6.2.9.

6.2.1 Ambient air conditions during tests

Subclause 6.2.1 of IEC 60694 is applicable with the following addition:

No atmospheric correction factors should be applied for dielectric tests on GIS.

6.2.2 Wet test procedure

Subclause 6.2.2 of IEC 60694 is not applicable but the following points need to be noted:

- the wet test is applicable to outdoor bushings only;
- the test voltage and the test procedure shall be those specified in IEC 60137.

6.2.3 Conditions of switchgear and controlgear during dielectric tests

Subclause 6.2.3 of IEC 60694 is applicable.

6.2.4 Criteria to pass the test

Subclause 6.2.4 of IEC 60694 is applicable with the following addition:

b) Impulse tests

The test object has passed the impulse tests if the following conditions are fulfilled:

- the number of disruptive discharges shall not exceed two for each series of 15 impulses of each polarity;
- no disruptive discharge on non-self-restoring insulation shall occur.

This is verified by at least five impulses without disruptive discharge following the impulse out of the series of 15 impulses which caused the last disruptive discharge.

Si ce choc est l'un des cinq derniers d'une série de 15 chocs, des chocs supplémentaires doivent être effectués.

Il est primordial pour l'appareillage du PSEM de vérifier la tenue diélectrique de manière à éliminer les possibilités d'arc internes en service. A cet effet, si une décharge disruptive survient durant les essais de type, il est fortement recommandé d'utiliser tous les moyens possibles afin de localiser la décharge et d'analyser la cause de cette dernière. Il doit être clairement établi de quelle façon la défaillance de l'isolation peut être évitée durant la fabrication.

6.2.5 Application de la tension d'essai et conditions d'essai

Le Paragraphe 6.2.5 de la CEI 60694 est applicable avec les compléments suivants:

Les tensions d'essais sont spécifiées aux Paragraphes 6.2.6 et 6.2.7.

Lorsque chaque phase est individuellement enfermée dans une enveloppe métallique (conception monophasée), on n'effectue que des essais à la terre et pas d'essai entre phases. Les traversées utilisées pour les connexions externes doivent être essayées conformément à leurs normes particulières.

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

Les enroulements secondaires des transformateurs de courant doivent être court-circuités et mis à la terre pour les essais de chocs.

L'attention est attirée sur la possibilité d'un champ électrique moins favorable lorsque les appareils de connexion sont en position d'ouverture. Dans un tel cas, les essais doivent être alors répétés avec les appareils de connexion en position d'ouverture. 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 et/ou les parafoudres 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 doivent être déconnectés ou enlevés pendant les essais. Lorsque l'on adopte ces modalités d'essai, les transformateurs de tension et/ou les parafoudres sont essayés séparément conformément à leurs normes particulières.

Des prescriptions particulières sont décrites en détail à l'Annexe A.

6.2.5.1 Cas général

Le Paragraphe 6.2.5.1 de la CEI 60694 est applicable.

6.2.5.2 Cas particulier

Le Paragraphe 6.2.5.2 de la CEI 60694 est applicable avec les compléments suivants:

Lorsque la tension entre contacts ou sur la distance de sectionnement de l'appareil de connexion ouvert est supérieure à la tension de tenue entre phase et terre, mais égale à la tension de tenue entre phase, la tension d'essai doit être appliquée selon 6.2.5.2 de la CEI 60694.

If this impulse is one of the last five out of the series of 15 impulses, additional impulses shall be applied.

It is especially important for GIS to check the dielectric strength in order to eliminate all possible reasons for an internal fault in service. Therefore, if any disruptive discharges occur during the type test series, it is highly recommended to use all possible measures to find the location of flashover and to analyse the reason for it. It has to be stated in which way the reason for this insulation failure can be avoided during the manufacturing process.

6.2.5 Application of the test voltage and test conditions

Subclause 6.2.5 of IEC 60694 is applicable with the following addition:

The test voltages are specified in 6.2.6 and 6.2.7.

When each phase is individually enclosed in a metallic enclosure (single-phase design), only tests to earth, and no test between phases, are carried out. Bushings, used for external connections, shall be tested according to the relevant standards.

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

Current transformers secondaries shall be short-circuited and earthed during impulse voltage testing.

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

When voltage transformers and/or surge arresters forming an integral part of the GIS 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 transformers and/or surge arresters shall be separately tested in accordance with the relevant standards.

Special requirements are prescribed in details in Annex A.

6.2.5.1 General case

Subclause 6.2.5.1 of IEC 60694 is applicable.

6.2.5.2 Special case

Subclause 6.2.5.2 of IEC 60694 is applicable with the following addition:

When the test voltage across the open switching device or across the isolating distance is higher than the phase-to-earth withstand level, but equal to the phase-to-phase withstand level, the test voltage shall be applied according to 6.2.5.2 of IEC 60694.

Pour l'appareillage de $U_r \leq 245$ kV, les essais sur la distance d'isolement peuvent être effectués en appliquant la tension d'essai sur une borne avec l'autre borne mise à la terre, ou selon 6.2.5.2 de la CEI 60694.

Lorsque la tension de tenue entre pôles est supérieure à la tension de tenue entre phase et terre, la tension d'essai doit être appliquée selon les prescriptions de l'Annexe A.

6.2.6 Essais de l'appareillage de $U_r \leq 245$ kV

Les tensions de tenue assignées doivent être celles spécifiées au Tableau 102.

6.2.6.1 Essais de tension à fréquence industrielle

Le Paragraphe 6.2.6.1 de la CEI 60694 est applicable avec le complément suivant.

Le circuit principal du PSEM doit être soumis à des essais de tension à la fréquence industrielle dans la condition à sec seulement.

6.2.6.2 Essais de tension de choc de foudre

Le Paragraphe 6.2.6.2 de la CEI 60694 est applicable avec le complément suivant.

Si la méthode alternative décrite en 6.2.5.2 de la CEI 60694 est utilisée, la tension d'essai doit être celle spécifiée à la colonne 5 du Tableau 102.

6.2.7 Essais de l'appareillage de tension assignée pour équipement supérieure à 245 kV

Les tensions de tenue assignées doivent être celles spécifiées au Tableau 103.

6.2.7.1 Essais de tension à fréquence industrielle

Le Paragraphe 6.2.7.1 de la CEI 60694 est applicable.

6.2.7.2 Essais à la tension de choc de manœuvre

Le Paragraphe 6.2.7.2 de la CEI 60694 est applicable avec les compléments suivants:

Les circuits principaux du PSEM doivent être soumis à des essais à la tension de choc de manœuvre dans la condition à sec seulement.

Des prescriptions d'essais particulières doivent être utilisées pour les essais de tenue aux chocs de manœuvre entre phases pour l'appareillage triphasé. Elles sont définies à l'Annexe A.

6.2.7.3 Essais de tension de choc de foudre

Le Paragraphe 6.2.7.3 de la CEI 60694 est applicable.

6.2.8 Essais de pollution artificielle

Le Paragraphe 6.2.8 de la CEI 60694 n'est pas applicable.

6.2.9 Essais de décharges partielles

Les essais de décharges partielles doivent être effectués et les mesurages faits selon la CEI 60270.

For switchgear and controlgear of $U_r \leq 245$ kV, the test across the isolating distance can be performed with the test voltage applied to one side of the isolating distance and the other side grounded or according to 6.2.5.2 of IEC 60694.

When the phase-to-phase withstand level is higher than the phase-to-earth withstand level, the test voltage shall be applied according to Annex A.

6.2.6 Tests of switchgear and controlgear of $U_r \leq 245$ kV

The rated withstand voltages shall be those specified in Table 102.

6.2.6.1 Power-frequency voltage tests

Subclause 6.2.6.1 of IEC 60694 is applicable with the following addition:

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

6.2.6.2 Lightning impulse voltage tests

Subclause 6.2.6.2 of IEC 60694 is applicable with the following addition:

If the alternative method described in 6.2.5.2 of IEC 60694 is used, the test voltage is defined in Column 5 of Table 102.

6.2.7 Tests of switchgear and controlgear of rated voltage for equipment above 245 kV

The rated withstand voltages shall be those specified in Table 103.

6.2.7.1 Power-frequency voltage tests

Subclause 6.2.7.1 of IEC 60694 is applicable.

6.2.7.2 Switching impulse voltage tests

Subclause 6.2.7.2 of IEC 60694 is applicable with the following addition:

The main circuits of the GIS shall be subjected to switching impulse voltage tests in dry conditions only.

Special test requirements shall be used for the phase-to-phase switching test for a three-phase design. They are defined in detail in Annex A.

6.2.7.3 Lightning impulse voltage tests

Subclause 6.2.7.3 of IEC 60694 is applicable.

6.2.8 Artificial pollution tests

Subclause 6.2.8 of IEC 60694 is not applicable.

6.2.9 Partial discharge tests

Partial discharge tests shall be performed and the measurement made in accordance with IEC 60270.

Les mesures des décharges partielles doivent être effectuées après les essais diélectriques de type.

L'essai peut être effectué sur les ensembles ou les sous-ensembles de l'équipement utilisés pour tous les autres essais diélectriques.

NOTE L'essai de tension à la fréquence industrielle et la mesure de décharge partielle peuvent être effectués simultanément.

6.2.9.101 Procédure d'essai

La tension à fréquence industrielle est élevée jusqu'à une valeur de précontrainte égale à l'essai de tension de tenue à la fréquence industrielle et y est maintenue pendant 1 min. Les décharges partielles survenant durant cette période ne doivent pas être prises en considération. On fait ensuite décroître la tension jusqu'à la valeur spécifique définie au Tableau 106, dépendamment de la configuration de l'équipement et du type de mise à la terre du réseau.

La tension d'extinction des décharges doit être notée.

Tableau 106 – Tensions d'essai pour la mesure de l'intensité des décharges partielles

	Réseau à neutre mis à la terre		Réseau à neutre isolé non effectivement mis à la terre	
	Tension de précontrainte $U_{\text{précontrainte}}$ (1 min)	Tension d'essai de décharges partielles U_{dp} (>1 min)	Tension de précontrainte $U_{\text{précontrainte}}$ (1 min)	Tension d'essai de décharges partielles U_{dp} (>1 min)
Appareillage sous enveloppe monophasée (tension phase-terre)	$U_{\text{précontrainte}} = U_{\text{d}}$	$U_{\text{dp}} = 1,2 U_{\text{r}} / \sqrt{3}$	$U_{\text{précontrainte}} = U_{\text{d}}$	$U_{\text{dp}} = 1,2 U_{\text{r}}$
Appareillage sous enveloppe triphasée	$U_{\text{précontrainte}} = U_{\text{d}}$	$U_{\text{dp, ph-ter}} = 1,2 U_{\text{r}} / \sqrt{3}$ $U_{\text{dp, ph-ph}} = 1,2 U_{\text{r}}$	$U_{\text{précontrainte}} = U_{\text{d}}$	$U_{\text{dp, ph-ter}} = 1,2 U_{\text{r}}$

U_{r} : tension assignée pour équipement.
 U_{d} : tension d'essai de tenue à la fréquence industrielle définie aux Tableaux 102 et 103.
 $U_{\text{précontrainte}}$: tension de précontrainte.
 U_{dp} : tension d'essai de mesure des décharges partielles.
 $U_{\text{dp, ph-ter}}$: tension d'essai entre phase et terre pour la mesure des décharges partielles.
 $U_{\text{dp, ph-ph}}$: tension d'essai entre phases pour la mesure des décharges partielles.

De plus, tous les appareils doivent être essayés conformément à leurs normes particulières.

6.2.9.102 Intensité maximale admissible des décharges partielles

L'intensité maximale admissible des décharges partielles ne doit pas dépasser 5 pC pour les tensions d'essai spécifiées au Tableau 106.

La valeur définie ci-dessus s'applique au matériel pris individuellement et aux sous-ensembles dont ils font partie. Cependant, des équipements tel que transformateur de tension à isolation solide, immergée ou liquide, selon leurs normes particulières, ont une intensité admissible de décharges partielles supérieure à 5 pC. Tout sous-ensemble d'appareillage comportant des équipements ayant une intensité admissible de décharges partielles supérieure à 5 pC doit être considéré comme acceptable si cette intensité n'excède pas 10 pC. Les équipements ou matériels ayant une intensité admissible de décharges partielles supérieure doivent être testés individuellement et ne doivent faire partie d'aucun sous-ensemble pendant l'essai.

The measurement of partial discharges shall be performed after the dielectric type testing.

The test may be carried out on assemblies or sub-assemblies of the equipment used for all dielectric type tests.

NOTE Power-frequency voltage tests and partial discharge tests can be performed at the same time.

6.2.9.101 Test procedure

The applied power-frequency voltage is raised to a pre-stress value which is identical to the power-frequency withstand voltage test and maintained at that value for 1 min. Partial discharges occurring during this period shall be disregarded. Then, the voltage is decreased to a specific value defined in Table 106 depending on the configuration of equipment and system neutral for partial discharge measurement.

The extinction voltage shall be recorded.

Table 106 – Test voltage for measuring PD intensity

	System with solidly earthed neutral		System without solidly earthed neutral	
	Pre-stress voltage $U_{\text{pre-stress}}$ (1 min)	Test voltage for PD measurement $U_{\text{pd-test}}$ (>1 min)	Pre-stress voltage $U_{\text{pre-stress}}$ (1 min)	Test voltage for PD measurement $U_{\text{pd-test}}$ (>1 min)
Single-phase enclosures design (phase-to-earth voltage)	$U_{\text{pre-stress}} = U_{\text{d}}$	$U_{\text{pd-test}} = 1,2 U_{\text{r}} / \sqrt{3}$	$U_{\text{pre-stress}} = U_{\text{d}}$	$U_{\text{pd-test}} = 1,2 U_{\text{r}}$
Three-phase enclosures design	$U_{\text{pre-stress}} = U_{\text{d}}$	$U_{\text{pd-test, ph-ea}} = 1,2 U_{\text{r}} / \sqrt{3}$ $U_{\text{pd-test, ph-ph}} = 1,2 U_{\text{r}}$	$U_{\text{pre-stress}} = U_{\text{d}}$	$U_{\text{pd-test, ph-ea}} = 1,2 U_{\text{r}}$
U_{r} : rated voltage for equipment. U_{d} : power-frequency withstand test voltage as per Table 102 and 103. $U_{\text{pre-stress}}$: pre-stress voltage. $U_{\text{pd-test}}$: test voltage for PD measurement. $U_{\text{pd-test, ph-ea}}$: test voltage for PD measurement, phase-to-earth. $U_{\text{pd-test, ph-ph}}$: test voltage for PD measurement, phase-to-phase.				

In addition, all components shall be tested in accordance with their relevant standards.

6.2.9.102 Maximum permissible partial discharge intensity

The maximum permissible partial discharge level shall not exceed 5 pC of the test voltage specified in Table 106.

The values stated above applies to individual components as well as to the sub-assemblies in which they are contained. However, some equipment, such as voltage transformers isolated with liquid, immersed or solid, have an acceptable level of partial discharge in accordance with their relevant standard greater than 5 pC. Any sub-assembly containing components with a permitted partial discharge intensity greater than 5 pC shall be considered acceptable if the discharge level does not exceed 10 pC. Components for which higher levels are accepted shall be tested individually and are not integrated to the sub-assembly during test.

6.2.10 Essais diélectriques des circuits auxiliaires et de commande

Le Paragraphe 6.2.10 de la CEI 60694 est applicable avec le complément suivant:

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

6.2.11 Essai de tension comme vérification d'état

Le Paragraphe 6.2.11 de la CEI 60694 est applicable avec le complément suivant:

Dans le cas des conceptions d'appareillage sous enveloppes triphasées, les essais doivent être effectués entre contacts ouverts, sur la distance de sectionnement, phase-terre et entre phases.

La tension d'essai doit être de 80 % des valeurs des Tableaux 102 et 103, colonne 2 et 3.

NOTE Exception nationale pour le Canada, France et Italie où il est requis par la loi que la tension d'essai durant la vérification d'état sur la distance de sectionnement d'un sectionneur soit de 100 % de la tension assignée d'essai à la fréquence industrielle.

6.3 Essais de tension de perturbation radioélectrique

Le Paragraphe 6.3 de la CEI 60694 est applicable avec le complément suivant:

Cet essai est applicable seulement aux traversées.

6.4 Mesurage de la résistance du circuit

6.4.1 Circuit principal

Le Paragraphe 6.4.1 de la CEI 60694 est applicable avec les compléments suivants:

La mesure de la résistance est applicable à tout le matériel du PSEM avant et après l'essai d'échauffement et l'essai de tenue au courant de court-circuit.

Le courant d'essai pour la mesure de la résistance doit être plus grand ou égal à 100 A en courant continu afin d'obtenir une précision de mesure acceptable.

6.4.2 Circuits auxiliaires

Le Paragraphe 6.4.2 de la CEI 60694 est applicable.

6.5 Essais d'échauffement

6.5.1 Etat de l'appareillage en essai

Le Paragraphe 6.5.1 de la CEI 60694 est applicable.

6.5.2 Disposition de l'appareil

Le Paragraphe 6.5.2 de la CEI 60694 est applicable avec les compléments suivants:

Sauf dans le cas où chaque pôle est individuellement enfermé dans une enveloppe métallique, les essais doivent être 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.

6.2.10 Dielectric tests on auxiliary and control circuits

Subclause 6.2.10 of IEC 60694 is applicable with the following addition:

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

6.2.11 Voltage test as condition check

Subclause 6.2.11 of IEC 60694 is applicable with the following addition:

In the case of three-phase enclosed designs, this test shall be performed across open switching devices, isolating distances, phase-to-earth and phase-to-phase. .

The test voltage shall be 80 % of the value in Tables 102 and 103, Columns 2 and 3.

NOTE National exceptions are required for Canada, France and Italy where it is required by law that the test voltage during condition check across the isolating distance of a disconnector be 100 % of the rated power frequency test voltage.

6.3 Radio interference voltage (r.i.v.) test

Subclause 6.3 of IEC 60694 is applicable with the following addition:

This test applies only to bushings.

6.4 Measurement of the resistance of circuits

6.4.1 Main circuit

Subclause 6.4.1 of IEC 60694 is applicable with the following addition:

The resistance measurement applies to all GIS components before and after the temperature-rise tests and short-circuit tests.

The current used for the measurement shall be equal or greater than 100 A DC to obtain sufficient accuracy of the measurement.

6.4.2 Auxiliary circuits

Subclause 6.4.2 of IEC 60694 is applicable.

6.5 Temperature-rise tests

6.5.1 Conditions of the switchgear and controlgear to be tested

Subclause 6.5.1 of IEC 60694 is applicable.

6.5.2 Arrangement of the equipment

Subclause 6.5.2 of IEC 60694 is applicable with the following addition:

Except in the case when each phase is enclosed 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.

Lorsqu'un essai monophasé est autorisé et effectué, le courant dans l'enveloppe doit être le courant assigné.

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.

6.5.3 Mesurage de la température et de l'échauffement

Le Paragraphe 6.5.3 de la CEI 60694 est applicable.

6.5.4 Température de l'air ambiant

Le Paragraphe 6.5.4 de la CEI 60694 est applicable.

6.5.5 Essai d'échauffement des équipements auxiliaires et de commande

Le Paragraphe 6.5.5 de la CEI 60694 est applicable.

6.5.6 Interprétation des essais d'échauffement

Le Paragraphe 6.5.6 de la CEI 60694 est applicable avec le complément suivant:

Dans le cas de l'appareillage pour l'extérieur, le constructeur doit démontrer que l'échauffement des équipement n'excédera pas la limite acceptable pour les conditions de services sélectionnés selon l'Article 2.

NOTE Il convient de considérer l'effet des radiations solaires.

6.6 Essais au courant de courte durée et à la valeur de crête du courant admissible

Le Paragraphe 6.6 de la CEI 60694 est applicable.

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

Le Paragraphe 6.6.1 de la CEI 60694 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 monophasée doit être essayé en monophasé avec le plein courant de retour dans l'enveloppe.

L'essai doit être réalisé sur un ensemble représentatif incluant tous les types de connexions boulonnées, joint soudé, prise embrochée ou n'importe quel raccordement afin de vérifier l'intégrité de l'appareillage du PSEM tel qu'assemblé. L'ensemble soumis aux essais doit comprendre tous les types de matériel et de sous-ensembles de la fourniture. L'essai doit être réalisé avec la configuration reproduisant les conditions les plus sévères.

6.6.2 Valeurs du courant d'essai et de sa durée

Le Paragraphe 6.6.2 de la CEI 60694 est applicable.

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

Le Paragraphe 6.6.3 de la CEI 60694 est applicable.

When a single-phase test is permitted and carried out, the current in the enclosure shall be the rated current.

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.

6.5.3 Measurement of the temperature and temperature rise

Subclause 6.5.3 of IEC 60694 is applicable.

6.5.4 Ambient air temperature

Subclause 6.5.4 of IEC 60694 is applicable.

6.5.5 Temperature-rise test of the auxiliary and control equipment

Subclause 6.5.5 of IEC 60694 is applicable.

6.5.6 Interpretation of the temperature-rise tests

Subclause 6.5.6 of IEC 60694 is applicable with the following addition:

For outdoor application, the manufacturer shall demonstrate that the temperature rise of the equipment will not exceed the limit acceptable under the service condition chosen in Clause 2 .

NOTE The effect of solar radiation should be taken into account.

6.6 Short-time withstand current and peak withstand current tests

Subclause 6.6 of IEC 60694 is applicable.

6.6.1 Arrangement of the switchgear and of the test circuit

Subclause 6.6.1 of IEC 60694 is not applicable.

GIS with three-phase enclosures shall be subject to three-phase testing. GIS with single-phase enclosures shall be tested using single-phase with the full return current in the enclosure.

The tests shall be made on a representative assembly which should include all types of connections of bolted, welded, plug-in or otherwise jointed sections to verify the integrity of GIS components are joined together. Assemblies shall be tested such that specimens of all components and sub-assemblies of the design are subjected to the test. Tests shall be made using configurations that provide the most severe conditions.

6.6.2 Test current and duration

Subclause 6.6.2 of IEC 60694 is applicable.

6.6.3 Behaviour of switchgear and controlgear during test

Subclause 6.6.3 of IEC 60694 is applicable.

6.6.4 Etat de l'appareillage après l'essai

Le Paragraphe 6.6.4 de la CEI 60694 est applicable.

6.6.101 Essais des circuits principaux

Après ces essais, la mesure de la résistance ne doit pas différer de plus de 20 % de la mesure de référence prise avant l'essai. De plus, les matériels ou les conducteurs intérieurs de l'enveloppe ne doivent montrer ni déformation ni détérioration nuisibles au bon fonctionnement.

Pour ces essais, les connexions courtes aux transformateurs de tension font partie du circuit principal à l'exception des parties incluses dans le compartiment du transformateur de tension.

6.6.102 Essais des circuits de mise à la terre

Le constructeur doit démontrer par un essai ou par calcul, la tenue au courant de courte durée et à la valeur de crête du courant admissibles assignés des circuits de mise à la terre.

Lorsque qu'un essai de vérification est demandé par l'utilisateur, les circuits de mise à la terre du PSEM assemblés en usine, et comprenant les conducteurs de terre, les connexions de terre et les appareils de mise à la terre, doivent être 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.

Après l'essai, les matériels ou les conducteurs intérieurs de l'enveloppe ne doivent montrer 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.

6.7 Vérification de la protection

Le Paragraphe 6.7 de la CEI 60694 est applicable.

6.7.1 Vérification de la codification IP

Le Paragraphe 6.7.1 de la CEI 60694 est applicable.

6.7.2 Essais aux impacts mécaniques

Le Paragraphe 6.7.2 de la CEI 60694 est applicable.

6.8 Essais d'étanchéité

Le Paragraphe 6.8 de la CEI 60694 est applicable avec le complément suivant:

Les mesures d'étanchéité doivent être réalisées avec les essais de 6.102 et 6.106, pour chaque type de compartiment comprenant des types d'étanchéité caractéristiques du PSEM. Ces essais sont réalisés en essais de type pour démontrer que le taux de fuite est conforme à 5.15.101 et n'est pas influencé par les essais de type mécaniques et climatiques.

6.8.1 Systèmes à pression de gaz entretenue

Le Paragraphe 6.8.1 de la CEI 60694 n'est pas applicable.

6.8.2 Systèmes à gaz à pression autonome

Le Paragraphe 6.8.2 de la CEI 60694 est applicable.

6.6.4 Conditions of switchgear and controlgear after test

Subclause 6.6.4 of IEC 60694 is applicable.

6.6.101 Tests on the main circuits

After the tests, the resistance measurement shall not vary more than 20 % with respect to its pre-test resistance measurement. Neither shall any deformation or damage to components or conductors within the enclosure which may impair good operation have been sustained.

Short connections to voltage transformers shall be considered as part of the main circuit, except for parts included in the voltage transformer compartment.

6.6.102 Tests on earthing circuits

The manufacturer shall demonstrate by tests or calculations the capability of earthing circuits to withstand the rated short-time and peak withstand current of the earthing system.

When verification tests are required by the user, earthing circuits of GIS which are factory assembled and comprise earthing conductors, earthing connections and earthing devices shall be tested as installed in the GIS with all associated components which may influence the performance or modify the short-circuit current.

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.

6.7 Verification of the protection

Subclause 6.7 of IEC 60694 is applicable.

6.7.1 Verification of the IP coding

Subclause 6.7.1 of IEC 60694 is applicable.

6.7.2 Mechanical impact test

Subclause 6.7.2 of IEC 60694 is applicable.

6.8 Gas tightness tests

Subclause 6.8 of IEC 60694 is applicable with the following addition:

The measurement of gas tightness shall be performed together with the tests of 6.102 and 6.106 with each type of compartment comprising characteristic sealings of GIS as a type test to show that the leakage rate complies with 5.15.101 and will not be changed by influences caused by the mechanical and limit temperature type tests.

6.8.1 Controlled pressure systems for gas

Subclause 6.8.1 of IEC 60694 is not applicable.

6.8.2 Closed pressure systems for gas

Subclause 6.8.2 of IEC 60694 is applicable.

6.8.3 Systèmes à pression scellés

Le Paragraphe 6.8.3 de la CEI 60694 est applicable.

6.9 Essais de compatibilité électromagnétique (CEM)

Le Paragraphe 6.9 de la CEI 60694 est applicable.

6.10 Essais additionnels sur les circuits auxiliaires et de commande

Le Paragraphe 6.10 de la CEI 60694 est applicable.

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 du PSEM doivent être 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.

6.102 Essais mécaniques et climatiques

Les appareils de connexion du PSEM doivent être soumis à un essai d'endurance mécanique et des essais climatiques conformément à leurs normes particulières et doivent être essayés dans un ensemble représentatif de tous les composants associés qui peuvent avoir une influence sur les performances incluant l'appareillage auxiliaire. Toutes les constituantes de l'ensemble doivent pouvoir supporter les contraintes dues au fonctionnement des appareils de connexion.

6.102.1 Essais de fonctionnement mécaniques à la température ambiante

Des essais de vérification de l'étanchéité au gaz conformément à 6.8 doivent être effectués avant et après l'essai d'endurance mécanique pour démontrer l'absence de variation du taux de fuite sous l'influence des essais de type de fonctionnement mécanique.

En addition à l'Annexe E de la CEI 62271-102, 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 doit alors être faite pour manœuvrer chacun des appareils de connexion. Pendant ces essais on ne doit appliquer que les efforts de manœuvre normaux et on ne doit se livrer à aucun réglage sur les appareils de connexion ou les verrouillages.

6.102.2 Essais à basse et haute température

Les essais de fonctionnement aux températures minimale et maximale doivent être réalisés conformément aux normes respectives applicables avec les compléments suivants:

Après les cycles d'essai, les éléments suivants doivent être consignés:

- la pression du gaz contenu dans l'enveloppe,
- la fuite de gaz sur une durée de 24 h.

6.8.3 Sealed pressure systems

Subclause 6.8.3 of IEC 60694 is applicable.

6.9 Electromagnetic compatibility tests (EMC)

Subclause 6.9 of IEC 60694 is applicable.

6.10 Additional tests on auxiliary and control circuits

Subclause 6.10 of IEC 60694 is applicable.

6.101 Verification of making and breaking capacities

Switching devices forming part of the main circuit of GIS 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 GIS 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 short-circuiting, to the possibility of disruptive discharges, etc. It is recognized that, in some cases, such influences may be quite negligible.

6.102 Mechanical and environmental tests

Switching devices of GIS shall be submitted to mechanical operation and environmental tests in accordance with their relevant standards, and shall be tested in a representative assembly of all associated components, which may influence the performance, including auxiliary devices. All equipment shall withstand the stresses caused by the operation of switching devices.

6.102.1 Mechanical operation test at ambient temperature

Before and after the mechanical operation tests, the measurement of gas tightness according to 6.8 shall be performed to show that the leakage rate is not changed by influences caused by the mechanical type tests.

In addition to Annex E of IEC 62271-102, 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.

6.102.2 Low- and high-temperature test

Operation tests at minimum and maximum temperature shall be performed in accordance with their relevant standards with the following additions:

After the test cycles, the following shall be noted:

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

6.103 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. Pour plus d'information, consulter la bibliographie.

6.103.1 Essai de type de pression

Dans le cas d'un essai de type en pression, il convient que la vitesse d'accroissement de la pression ne dépasse pas 400 kPa/min.

Il est recommandé que la pression d'essai de type minimale atteigne au moins les valeurs suivantes:

Enveloppes en alliage d'aluminium coulé et en alliage d'aluminium:

– pression d'essai de type = [3,5 / 0,7] × pression de calcul

NOTE Le coefficient de 0,7 a été prévu pour tenir compte des dispersions possibles des caractéristiques des pièces de fonderie. Il est permis de porter sa valeur à 1,0 si cela peut être justifié par des essais spéciaux sur les matériaux.

Enveloppes en aluminium soudé et enveloppes en acier soudé:

– pression d'essai de type = [(2,3 / ν) × (σ_t / σ_a)] × pression de calcul

où

ν est le coefficient de soudure (1 pour inspection par ultrason ou par radiographie de 10 % de la longueur de toutes les soudures et 0,75 pour inspection visuelle);

σ_t est la contrainte nominale de calcul admissible à la température de l'essai;

σ_a est la contrainte nominale de calcul admissible à la température de calcul.

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 ne doit pas être utilisée pour une opération normale.

6.103.2 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 5×10^{-5} mm/mm doivent être fixés à la surface de l'enveloppe. Le nombre d'extensomètres, leur position et leur direction doivent être 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 doit être augmentée progressivement, par paliers d'environ 10 %, jusqu'à la pression d'essai normalisée correspondant à la pression de calcul souhaitée (voir 7.101) 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 ne doit plus être augmentée.

6.103 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 type test, pressure test or a non-destructive pressure test, as appropriate to the material employed. For further information, consult the bibliography.

6.103.1 Type test pressure test

In the case of a type test pressure test, the pressure rise should not be faster than 400 kPa/min.

The type test pressure test requirements should be at least as follows:

Cast aluminium and composite aluminium enclosures:

– type test pressure = $[3,5 / 0,7] \times$ design pressure

NOTE The value 0,7 has been included to cover the possible variability of production castings. It is permitted to increase this factor to 1,0 if it can be justified by special material tests.

Welded aluminium and welded steel enclosures:

– type test pressure = $[(2,3 / \nu) \times (\sigma_t / \sigma_a)] \times$ design pressure

where

ν is the welding coefficient (1 for ultrasonic or radiography inspection of 10 % of welded section and 0,75 for visual inspection);

σ_t is the permissible design stress at test temperature;

σ_a is the permissible design stress at design temperature.

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 not be used for normal operation.

6.103.2 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 5×10^{-5} mm/mm 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 7.101) 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 doivent être 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, la pression de calcul doit être déterminée d'après la formule suivante:

$$p = \frac{1}{1,1k} \left(p_y \frac{\sigma_a}{\sigma_t} \right)$$

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 7.101);

σ_t est la contrainte admissible à la température de l'essai;

σ_a est la contrainte admissible à la température de calcul.

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

6.104 Essai de pression des cloisons

Cet essai a pour but de démontrer le facteur de sécurité des cloisons soumis à une pression en condition de service.

Les cloisons doivent être installées comme pour une opération de maintenance. La pression doit être augmentée jusqu'à la rupture à une vitesse d'accroissement ne dépassant pas 400 kPa/min.

La pression atteinte durant l'essai de type doit être supérieure à 3 fois la pression de calcul.

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

La démonstration de conformité des performances définies en 5.103.2 doit être faite par le constructeur à la demande de l'utilisateur. La démonstration peut être un essai selon les modalités ou des calculs basés sur des résultats d'essais réalisés sur des arrangements similaires ou par une combinaison des deux.

Lorsqu'un essai est requis, la procédure d'essai doit être conforme à la méthode décrite à l'Annexe B.

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:

$$p = \frac{1}{1,1 k} \left(p_y \frac{\sigma_a}{\sigma_t} \right)$$

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 7.101);

σ_t is the permissible design stress at test temperature;

σ_a is the permissible design stress at design temperature.

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

6.104 Pressure test on partitions

The purpose of this test is to demonstrate the safety margin of the partition submitted to pressure in service condition.

The insulators shall be installed as for the maintenance condition. The pressure shall rise at a rate of not more than 400 kPa/min until rupture occurs.

The type test pressure shall be greater than three times the design pressure.

6.105 Test under conditions of arcing due to an internal fault

Evidence of performance according to 5.103.2 shall be demonstrated by the manufacturer when required by the user. Evidence can consist of a test or calculations based on test results performed on a similar arrangement or a combination of both.

If such a test is required, the procedure shall be in accordance with the methods described in Annex B.

Il convient que le courant de court-circuit appliqué pendant l'essai d'arc corresponde 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.

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 pas nécessaires.

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).

De manière à vérifier ces deux interprétations, la durée de l'essai doit être au moins égale au temps de délai d'opération du second stage de protection. Le réglage maximum pour l'opération du second stage est défini au Tableau 104. Un délai plus court peut être utilisé s'il n'est pas inférieur au temps de délai de fonctionnement de la protection de second stage défini par l'utilisateur.

Il convient que l'appareillage soit réputé convenir si les critères de performance définis au Tableau 104 sont rencontrés.

6.106 Essais des isolateurs

Les essais sur les isolateurs (cloisons et supports isolants) doivent être réalisés selon les modalités suivantes:

6.106.1 Cyclage thermique

Les performances thermiques de chaque type d'isolateurs doivent être vérifiées en soumettant 5 isolateurs à 10 cycles thermiques chacun. Il convient que les températures soient basées sur les conditions de service choisies à partir du Tableau 101.

Le cycle thermique doit être le suivant:

- a) 4 h à la température ambiante minimale (par exemple $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$);
- b) 2 h à la température ambiante;
- c) 4 h à la température limite selon le Tableau 3 de la CEI 60694 (par exemple $+105\text{ }^{\circ}\text{C}$);
- d) 2 h à la température ambiante.

Les durées des cycles thermiques indiquées sont des durées minimales et doivent être augmentées au cas où l'équilibre de température n'est pas atteint.

Après chaque séquence d'essais, tous les isolateurs doivent retrouver leurs caractéristiques de conception. L'exigence minimale est de pouvoir subir avec succès les essais individuels de série.

6.106.2 Essai d'étanchéité des cloisons

Un essai de tenue à une surpression doit être réalisé selon les modalités suivantes:

La pression de calcul doit être appliquée sur un côté de la cloison tandis que le compartiment adjacent est sous vide afin de vérifier l'étanchéité de la cloison. Le taux de fuite est mesuré sur une période de 24 h.

A la fin de l'essai, aucun dommage ne doit être observé sur la partition. Un essai d'étanchéité conformément à 6.8 doit être effectué. Le taux de fuite mesuré ne doit pas dépasser le taux admissible spécifié en 5.15.

The short-circuit current applied during the arcing 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.

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

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.

In order to verify both assessments, the duration of the test shall be at least equal to the time delay of operation for the second stage of protection. The maximum time setting for the operation of the second stage is defined in Table 104. A shorter test duration can be used if it is not shorter than the operation of the second stage of protection defined by the user.

The switchgear should be considered adequate if the performance criteria defined in Table 104 are met.

6.106 Insulator tests

Tests on insulators (partitions and support insulators) shall be performed as follows:

6.106.1 Thermal performance

The thermal performance of each insulator design shall be verified by subjecting five insulators to ten thermal cycles each. Temperature values should be chosen according to Table 101.

The thermal cycle shall be as follows:

- a) 4 h at minimum ambient air temperature (e.g. $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$);
- b) 2 h at room temperature;
- c) 4 h at limit of temperature according to Table 3 of IEC 60694 (e.g. $+105\text{ }^{\circ}\text{C}$);
- d) 2 h at room temperature.

The given thermal cycle times are minimum times and shall be prolonged in case stable end temperatures are not reached.

After the test sequence, all insulators shall recover to the design characteristics. The minimum requirement is that the routine tests shall be withstood.

6.106.2 Tightness test for partitions

An overpressure withstand test shall be performed as described:

The design pressure shall be applied on one side of the partition while the adjacent compartment is under vacuum to verify the tightness of a partition. The leakage rate in the compartment under vacuum is measured over a period of 24 h.

At the end of the test, no damage shall be observed on the partition. A gas tightness test shall be performed in accordance with 6.8. The leakage rate shall not be greater than the defined value prescribed in 5.15.

6.107 Essai de corrosion sur les connexions de terre

Pour les applications extérieures ou à la demande de l'utilisateur, un essai de vérification de la corrosion doit être effectué selon les modalités définies ci-dessous.

L'utilisateur doit vérifier que les sous-ensembles essayés sont représentatifs de l'ensemble du PSEM, incluant les équipements assurant la continuité électrique et la mise à la terre de l'enveloppe, les accessoires (dispositif de surveillance de la pression, dispositif de décharge de pression) et les systèmes secondaires tels que décrit en 5.18 de la CEI 60694.

6.107.1 Procédure d'essai

Le sous-ensemble essayé doit être soumis à un essai environnemental Ka (brouillard salin) conformément à la CEI 60068-2-11. La durée de l'essai est de 168 h.

De plus, pour les surfaces peintes, la résistance à l'atmosphère humide contenant des dioxydes de soufre doit être testée conformément à l'ISO 3231.

6.107.2 Conditions de réussite de l'essai

La mesure de la résistance de la mise à la terre de l'enveloppe effectuée après l'essai conformément à 6.4.1 ne doit pas différer de plus de 20 % de la mesure de référence prise avant essai.

Après l'essai, l'état du sous-ensemble ne doit pas empêcher le démontage de ce dernier. Il convient que le degré de corrosion, s'il y en a un, soit noté au rapport d'essai. Aucune trace de dégradation ne doit être observée sur les surfaces peintes.

7 Essais individuels de série

Il est permis d'utiliser du SF₆ neuf conformément à la CEI 60376, ou du SF₆ usagé conformément à la CEI 60480 pour les essais individuels. Voir 5.2.

Les essais individuels de série doivent être effectués sur tout le matériel du poste blindé. Selon la nature des essais, certains essais peuvent être accomplis sur les composants, sur les unités de transport ou sur l'installation complète du PSEM. Les essais individuels permettent de s'assurer que la production est conforme à l'équipement sur lequel l'essai de type a été effectué.

Les essais individuels suivants doivent être réalisés:

	Paragraphes
a) Les essais diélectriques du circuit principal	7.1
b) Les essais des circuits auxiliaires et de commande	7.2
c) Le mesurage de la résistance du circuit principal	7.3
d) Essai d'étanchéité	7.4
e) Les contrôles visuels et du modèle	7.5
f) Essais de pression des enveloppes	7.101
g) Essais de fonctionnement mécanique	7.102
h) Essais des circuits auxiliaires, de l'équipement et des verrouillages du mécanisme d'entraînement	7.103
i) Essai de pression des cloisons	7.104

6.107 Corrosion test on earthing connections

For outdoor application, or on user's request, a corrosion proof test shall be performed in accordance with this subclause.

The user shall verify that the tested sub-assemblies are representative of the user's arrangement, including the devices providing electrical continuity and earthing of the enclosure, the accessories (pressure monitoring device, pressure relief device) and the secondary system as described in 5.18 of IEC 60694.

6.107.1 Test procedure

The tested sub-assembly shall be submitted to environmental testing Ka (salt mist) according to IEC 60068-2-11. The duration of the test is 168 h.

In addition, for painted surfaces, the resistance to humid atmospheres containing sulphur dioxide shall be tested according to ISO 3231.

6.107.2 Criteria to pass the test

The resistance of the earthing of the enclosure measured according to 6.4.1 shall not differ by more than 20 % before and after this test.

After the test, the dismantling of the assemblies shall not be affected. The degree of corrosion, if any, should be indicated in the test report. If the surfaces are painted, no trace of degradation shall be noticed.

7 Routine tests

For routine tests new SF₆ in accordance with IEC 60376, or used SF₆ in accordance with IEC 60480, can be used. See 5.2.

The routine tests shall be performed on all components of a substation. Depending on the nature of tests, some tests may be performed on components, transport units or on the complete installation. The routine tests ensure that the product is in accordance with the equipment on which the type test has been carried out.

The following routine tests shall be carried out:	Subclause
a) Dielectric test on the main circuit	7.1
b) Tests on auxiliary and control circuits	7.2
c) Measurement of the resistance of the main circuit	7.3
d) Tightness test	7.4
e) Design and visual checks	7.5
f) Pressure tests of enclosures	7.101
g) Mechanical operation tests	7.102
h) Tests on auxiliary circuits, equipment and interlocks in the control mechanism	7.103
i) Pressure test on partitions	7.104

7.1 Essai diélectrique du circuit principal

7.1.1 Essais de tension à fréquence industrielle du circuit principal

Le Paragraphe 7.1 de la CEI 60694 est applicable en ajoutant le complément suivant:

L'essai de tension à fréquence industrielle du circuit principal du PSEM doit être effectué à la terre, entre phases (s'il y a lieu) et entre bornes des appareils de connexion ouverts suivant les prescriptions de 6.2.6.1 ou 6.2.7.1. Les tensions de tenue pour les essais individuels de série doivent être celles qui sont spécifiées aux Tableaux 102 et 103, colonne 2.

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

7.1.2 Mesure des décharges partielles

La mesure des décharges partielles doit être effectuée comme essai individuel pour déceler les anomalies possibles de matière ou de fabrication.

L'essai doit être effectué conformément à 6.2.9.

Les mesures des décharges partielles doivent être effectuées avec les essais diélectriques et après les essais individuels de fonctionnement mécanique.

Les essais doivent être effectués sur tout le matériel du poste blindé. Il peut être réalisé sur l'installation complète si applicable, ou sur des unités de transport ou sur les équipements individuels. Les composants ne contenant pas d'isolation solide peuvent être exemptés de ces essais.

7.2 Essais des circuits auxiliaires et de commande

Le Paragraphe 7.2 de la CEI 60694 est applicable.

7.3 Mesurage de la résistance du circuit principal

Le Paragraphe 7.3 de la CEI 60694 est applicable en ajoutant le complément suivant:

Des mesurages globaux sont effectués en usine sur les unités de transport ou des sous-ensembles. Les mesurages doivent, si possible, être réalisés de manière qu'une comparaison puisse être faite avec les mesures réalisées après l'érection sur le site, durant une opération de maintenance ou après une réparation.

7.4 Essais d'étanchéité

Le Paragraphe 7.4 de la CEI 60694 est applicable en ajoutant le complément suivant:

La détection des fuites peut être faite à l'aide d'un appareil de détection de type renifleur. La sensibilité de l'appareil doit être au moins égale à 10^{-2} Pa cm³/s. Si une fuite est détectée à l'aide de ce type d'appareil, la fuite doit alors être quantifiée en utilisant la méthode de détection par accumulation décrite dans la CEI 60694.

7.5 Contrôles visuels et du modèle

Le Paragraphe 7.5 de la CEI 60694 est applicable.

7.1 Dielectric test on the main circuit

7.1.1 Power-frequency voltage tests on the main circuit

Subclause 7.1 of IEC 60694 is applicable with the following addition:

The power-frequency voltage test of GIS shall be performed according to the requirements in 6.2.6.1 or 6.2.7.1 to earth, between phases (if applicable) and across the open switching devices. The voltage test across the open switching device may be carried out at one side of the switching device. The withstand voltages for routine tests shall be those specified in column 2 of Tables 102 and 103.

The tests shall be performed at the minimum functional pressure for insulation.

7.1.2 Partial discharge measurement

The measurement of partial discharges shall be performed to detect possible material and manufacturing defects.

Partial discharge tests shall be performed in accordance with 6.2.9.

The measurement of partial discharges shall be performed with dielectric tests after mechanical routine tests.

The test shall be carried out on all components of a substation. It may be performed on the complete installation, if applicable, or on transport units or on individual components. Tests on simple components containing no solid insulation may be excepted.

7.2 Tests on auxiliary and control circuits

Subclause 7.2 of IEC 60694 is applicable.

7.3 Measurement of the resistance of the main circuit

Subclause 7.3 of IEC 60694 is applicable with the following addition:

Overall measurements are made on sub-assemblies or, on transport units in the factory. Overall measurements shall be made in such a way that comparison with measurement taken on site after installation, during maintenance or repair of the installation is possible.

7.4 Tightness test

Subclause 7.4 of IEC 60694 is applicable with the following addition.

Leakage detection by using a sniffing device may be used. The sensitivity of the sniffing device shall be at least 10^{-2} Pa cm³/s. If a leak is detected with the leakage detector, then this leak shall be quantified by using a cumulative method as described in IEC 60694.

7.5 Design and visual checks

Subclause 7.5 of IEC 60694 is applicable.

7.101 Essais de pression des enveloppes

Des essais de pression doivent être effectués sur toutes les enveloppes après construction.

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

- 1,3 pour les enveloppes d'aluminium soudées et les enveloppes d'acier soudées,
- 2 pour les enveloppes d'aluminium moulées et les enveloppes d'aluminium composites.

La pression d'essai doit être maintenue pendant 1,0 min au moins.

Il convient qu'aucune rupture de l'enveloppe ou déformation ne survienne durant l'essai.

7.102 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 du PSEM doivent être soumis à un essai de série de fonctionnement mécanique conformément à leurs normes particulières. L'essai peut être réalisé avant ou après l'assemblage des unités de transport.

De plus, 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 doit être 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 doit vérifier 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.

7.103 Essais des circuits auxiliaires, de l'équipement et des verrouillages du mécanisme d'entraînement

Tous les équipements auxiliaires doivent être testés par vérification de leur opération et par vérification de la continuité de leur filerie. Les réglages des relais et capteurs doivent aussi être vérifiés.

Les verrouillages électriques, pneumatiques et autres, et les dispositifs de commande à séquence de manœuvre prédéterminée doivent être 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 ne doit effectuer 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.

7.104 Essais de pression des cloisons

Chaque cloison doit être soumise à un essai de résistance sous pression à deux fois la pression de calcul, pour 1 min.

Pour cet essai, la cloison doit être fixée exactement comme en service.

La cloison ne doit pas présenter de trace de fatigue ou de fuite.

7.101 Pressure tests of enclosures

Pressure tests shall be made on enclosures after complete machining.

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

- 1,3 for welded aluminium and welded steel enclosures,
- 2 for cast aluminium and composite aluminium enclosures.

The test pressure shall be maintained for at least 1,0 min.

No rupture or permanent deformation should occur during this test.

7.102 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 GIS shall be submitted to a mechanical routine test in accordance with their relevant standards. The mechanical routine tests can be made before or after assembly of transport units.

In addition, all switching devices fitted with mechanical 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.

7.103 Tests on auxiliary circuits, equipment and interlocks in the control mechanism

All auxiliary equipment shall be tested either by a functional operation or by verification of the continuity of wiring. Settings relays or sensors shall be checked.

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.

7.104 Pressure test on partitions

Each partition shall be subjected to a pressure test at twice the design pressure for 1 min.

For the pressure test the partition shall be secured in exactly the same manner as in service.

The partition shall not show any sign of overstress or leakage.

8 Guide pour la sélection de l'appareillage

Voir CIGRE 125, listée dans la Bibliographie.

9 Informations à donner avec les appels d'offres, les offres et les commandes

L'objectif de cet article est de définir les informations qui sont nécessaires pour permettre à l'utilisateur de réaliser un appel d'offre approprié et pour permettre au fournisseur de fournir une offre appropriée.

De plus, cela permet à l'utilisateur de comparer et d'évaluer les offres de différents fournisseurs.

NOTE Le fournisseur peut être un constructeur ou un entrepreneur.

L'Annexe E définit sous forme de tableaux les informations techniques qui doivent être échangées entre utilisateurs et fournisseurs.

9.101 Informations à fournir avec les appels d'offres et les commandes

En plus des informations techniques définies dans l'Annexe E, il convient que les informations complémentaires suivantes soient fournies par l'utilisateur:

- a) la limite de fourniture des équipements et les services. Cela peut inclure la formation, les études techniques, l'implantation et des demandes de coopération avec le fournisseur;
- b) les exigences particulières de verrouillage;
- c) les indications pour toute condition particulière susceptible d'influencer l'offre ou la commande, par exemple des conditions spéciales de montage ou d'installation, la position des raccordements haute tension extérieurs ou la réglementation applicable aux appareils sous pression.

9.102 Informations avec les offres

En plus des informations techniques définies dans l'Annexe E, il convient que les informations complémentaires suivantes soient données par le fournisseur:

- a) détails de construction:
 - 1) arrangements des connexions externes incluant des dispositions pour des futures extensions si demandé;
 - 2) dispositions pour le transport à prendre par l'utilisateur;
 - 3) dispositions pour le montage à prendre par l'utilisateur;
- b) informations concernant l'exploitation et l'entretien;
- c) en plus de la liste des rapports d'essais de type (voir l'Article E.4), les premières pages de ces rapports peuvent être demandées. Sur demande expresse, le fournisseur doit transmettre les rapports complets.

10 Règles pour le transport, le stockage, le montage, l'exploitation et la maintenance

L'Article 10 de la CEI 60694 est applicable.

10.1 Conditions à respecter pendant le transport, le stockage, et le montage

Le Paragraphe 10.1 de la CEI 60694 est applicable.

8 Guide to the selection of switchgear and controlgear

See CIGRE 125, listed in the bibliography.

9 Information to be given with enquiries, tenders and orders

The intention of this clause is to define information which is necessary to enable the user to make an appropriate enquiry for a GIS and to enable the supplier to give an adequate tender.

Furthermore, it enables the user to make a comparison and evaluation of offers from different suppliers.

NOTE The supplier can either be a manufacturer or a contractor.

Annex E defines, in tabular format, technical information to be exchanged between user and supplier.

9.101 Information with enquiries and orders

In addition to the technical information given in Annex E, the following details should also be provided by the user:

- a) the scope of supply should be defined for all equipment and services. This may include training, technical and layout studies and requirements for co-operation with the supplier;
- b) special interlocking requirements;
- c) indication should be given for every condition which might influence the tender or the order, e.g. special mounting or installation conditions, the locating of the external high-voltage connections or the rules for pressure vessels.

9.102 Information with tenders

In addition to the technical information given in Annex E, the following details should also be provided by the supplier:

- a) constructional features:
 - 1) arrangement of the external connections including provisions for future extensions if requested;
 - 2) provisions for transport to be taken by the user;
 - 3) provisions for mounting to be taken by the user.
- b) information concerning operation and maintenance;
- c) in addition to the list of type test reports (see Clause E.4), the first pages of the reports containing the results may be requested. On special request, the manufacturer shall supply the complete type test reports.

10 Rules for transport, storage, installation, operation and maintenance

Clause 10 of IEC 60694 is applicable.

10.1 Conditions during transport, storage and installation

Subclause 10.1 of IEC 60694 is applicable.

10.2 Montage

Le Paragraphe 10.2 de la CEI 60694 est applicable.

10.2.101 Essais après montage sur le site

L'appareillage du PSEM doit être essayé après installation avant la mise en service pour s'assurer du bon fonctionnement et de la tenue diélectrique de l'équipement.

Ces essais et vérifications comprennent ce qui suit:

	Paragraphe
a) essais diélectriques des circuits principaux	10.2.101.1
b) essais diélectriques des circuits auxiliaires	10.2.101.2
c) mesurage de la résistance du circuit principal	10.2.101.3
d) essais d'étanchéité	10.2.101.4
e) contrôles et vérifications	10.2.101.5
f) contrôle de la qualité du gaz	10.2.101.6

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. Dans tous les cas, on doit se référer aux notices du constructeur.

Il est recommandé que le constructeur et l'utilisateur conviennent d'un plan d'inspection et d'essais sur site.

10.2.101.1 Essais diélectriques des circuits principaux

10.2.101.1.1 Généralités

Parce qu'elle est d'une importance capitale pour les PSEM, la tenue diélectrique doit être vérifiée afin d'éliminer les causes fortuites (mauvais montage, dommages 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 nouvelle installation. 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 la mise sous tension, il est très important que la procédure d'essai choisie ne mette pas en péril les parties saines de l'appareillage.

10.2 Installation

Subclause 10.2 of IEC 60694 is applicable.

10.2.101 Tests after installation on site

After installation, and before being put into service, the GIS shall be tested in order to check the correct operation and the dielectric integrity of the equipment.

These tests and verifications comprise	Subclause
a) dielectric tests on the main circuits	10.2.101.1
b) dielectric tests on auxiliary circuits	10.2.101.2
c) measurement of the resistance of the main circuit	10.2.101.3
d) gas tightness tests	10.2.101.4
e) checks and verifications	10.2.101.5
f) gas quality verifications	10.2.101.6

To ensure minimum disturbance, and to reduce the risk of moisture and dust entering enclosures and thus preventing correct operation of the switchgear, no obligatory periodic inspections or pressure tests concerning the enclosures are specified or recommended when the gas-insulated substation is in service. Reference shall be made, in any case, to the manufacturer's instruction book.

The manufacturer and user should agree on a commissioning test plan for tests on site.

10.2.101.1 Dielectric tests on the main circuits

10.2.101.1.1 General

Since it is especially important for GIS, the dielectric integrity shall be checked in order to eliminate fortuitous causes (wrong fastening, damage during handling, transportation, storage and installation, 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 GIS has been fully installed and gas-filled at the rated filling density preferably at the end of all site tests, when newly installed. Such a dielectric test is also recommended to be performed after major dismantling for maintenance or reconditioning of compartments. These tests shall be distinguished by their progressive voltage increase, performed in order to achieve some form of electrical conditioning of the equipment before commissioning.

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

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

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

10.2.101.1.2 Modalités d'essai

L'appareillage doit être 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 occasionnellement les transformateurs de tension;
- les parafoudres et les éclateurs de protection.

NOTE 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.

NOTE 2 Les transformateurs de mesure de tension peuvent rester connectés pendant l'essai à condition d'éviter la saturation du transformateur de tension, par exemple en utilisant des transformateurs de tension conçus pour cet essai de tension ou en réalisant les essais à fréquence industrielle à une fréquence où la saturation ne se produit pas.

Toute partie de PSEM nouvellement installée doit être soumise sur le site à un essai diélectrique.

Généralement, en cas d'extension, il convient que la partie adjacente de l'appareillage existant soit 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.

10.2.101.1.3 Procédures d'essai diélectrique

Une des procédures suivantes d'essai doit être utilisée:

Procédure A (recommandée pour 170 kV et moins)

Essai de tension à fréquence industrielle pendant une durée d'1 min à la valeur spécifiée dans le Tableau 107, colonne 2.

Procédure B (recommandée pour 245 kV et plus)

- Essai de tension à fréquence industrielle pendant une durée d'1 min à la valeur spécifiée dans le Tableau 107, colonne 2; et
- mesure des décharges partielles conformément au Tableau 106, mais avec $U_{\text{précontrainte}} = U_{\text{ds}}$ du Tableau 107, colonne 2.

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.

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

10.2.101.1.2 Test procedure

The GIS shall be installed completely and gas-filled at its rated filling 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, occasionally, voltage transformers;
- surge arresters and protective spark gaps.

NOTE 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 completed.

NOTE 2 Voltage transformers can remain connected for the test when saturation of the voltage transformer is prevented, e.g. by using voltage transformers which are designed for the test voltage or by performing the power frequency testing at a frequency, where saturation do not occur.

Every newly installed part of a GIS shall be subjected to a dielectric test on site.

In the case of extensions, in general, the adjacent existing part of the GIS 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 GIS.

Application of the test voltage may be necessary after repair or maintenance of major parts or after installation 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 installed GIS.

10.2.101.1.3 Dielectric test procedures

One of the following test procedures shall be chosen:

Procedure A (recommended for 170 kV and below)

Power-frequency voltage test for a duration of 1 min at the value specified in Table 107, Column 2.

Procedure B (recommended for 245 kV and above)

- Power-frequency voltage test for a duration of 1 min at the value specified in Table 107, Column 2; and
- partial discharge measurements according to Table 106, however with $U_{\text{pre-stress}} = U_{\text{ds}}$ of Table 107, Column 2.

Une mesure de décharge partielle à $U_r/\sqrt{3}$ est également recommandée étant donné que cette mesure peut aider à décider de la nécessité d'une maintenance après une période de service.

Pour les modalités pratiques de mesure des décharges partielles, voir l'Annexe C.

Procédure C (recommandée pour 245 kV et plus, alternative à la procédure B)

- Essai de tension à fréquence industrielle pendant une durée d'1 min à la valeur spécifiée dans le Tableau 107, colonne 2; et
- essais de choc de foudre avec trois chocs de chaque polarité à la valeur spécifiée dans le Tableau 107, colonne 4.

10.2.101.1.4 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 tension d'essai pour les essais diélectriques sur le site doit comme indiqué dans le Tableau 107.

A PD measurement at $U_r / \sqrt{3}$ is also recommended since this measurement may be helpful in determining the need for maintenance of the equipment after a period of service.

For practical application of PD measurements, see Annex C.

Procedure C (recommended for 245 kV and above, alternative to procedure B):

- Power-frequency voltage test for a duration of 1 min at the value specified in Table 107, Column 2; and
- lightning impulse tests with three impulses of each polarity and with the value specified in Table 107, Column 4.

10.2.101.1.4 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 installed equipment shall be avoided,

the test voltage for dielectric tests on site shall be as shown in Table 107.

Tableau 107 – Tensions d'essais sur site

Tension assignée pour l'équipement U_r kV (valeur efficace)	Tension d'essai de tenue de courte durée à fréquence industrielle sur site U_{ds} kV (valeur efficace)	Tension d'essai de tenue au choc de manœuvre sur site U_{ss} kV (valeur crête)	Tension d'essai de tenue au choc de foudre sur site U_{ps} kV (valeur crête)
(1)	(2) (voir Note 1)	(3)	(4)
72,5	120	-	260
100	165	-	360
123	200	-	440
145	235	-	520
170	270	-	600
245	380	680	840
300	380	680	840
362	425	760	940
420	515	840	1140
550	560	940	1240
800	760	1140	1680

NOTE 1 Les valeurs de la colonne (2) ne sont applicables qu'à l'isolation SF₆ ou lorsque SF₆ est la partie majeure du mélange de gaz. Pour d'autres isolations, se référer aux Tableaux 1 et 2 de la CEI 60694, en appliquant un facteur 0,8 sur la colonne (2).

NOTE 2 Les valeurs des tensions d'essai sur site ont été calculées de la façon suivante:

U_{ds} (valeur d'essai site) = $U_p \times 0,45 \times 0,8$ (colonne 2)

U_{ss} (valeur d'essai site) = $U_s \times 0,8$ (colonne 3)

U_{ps} (valeur d'essai site) = $U_p \times 0,8$ (colonne 4)

Toutes les valeurs ont été arrondies au 5 kV supérieurs.

NOTE 3 Si d'autres niveaux d'isolation que les valeurs préférentielles des Tableaux 102 et 103 (par exemple les niveaux d'isolation plus bas des Tableaux 1 et 2 de la CEI 60694) sont spécifiés, alors il convient que la tension d'essai sur site soit calculée selon la note 2.

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 C.3.

10.2.101.1.5 Formes d'ondes

Pour choisir une forme d'onde appropriée, il convient de tenir compte de la CEI 60060-1; 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 C.1.

1) Essais de tension à fréquence industrielle

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

L'expérience actuelle correspond à des fréquences comprises entre 10 Hz et 300 Hz.

Table 107 – On site test voltages

Rated voltage for equipment U_r kV (r.m.s. value)	On-site short-duration power-frequency withstand voltage U_{ds} kV (r.m.s. value)	On-site switching impulse withstand voltage U_{ss} kV (peak value)	On-site lightning impulse withstand voltage U_{ps} kV (peak value)
(1)	(2) (see Note 1)	(3)	(4)
72,5	120	-	260
100	165	-	360
123	200	-	440
145	235	-	520
170	270	-	600
245	380	680	840
300	380	680	840
362	425	760	940
420	515	840	1 140
550	560	940	1 240
800	760	1140	1 680

NOTE 1 Values of column (2) are only applicable for SF₆ insulation or when SF₆ is a major part of the gas mixture. For other insulation refer to Tables 1 and 2 of IEC 60694, applying a factor 0,8 on column (2).

NOTE 2 The on-site test voltages have been calculated as follows:

$$U_{ds} \text{ (on-site test value)} = U_p \times 0,45 \times 0,8 \quad \text{(column 2)}$$

$$U_{ss} \text{ (on-site test value)} = U_s \times 0,8 \quad \text{(column 3)}$$

$$U_{ps} \text{ (on-site test value)} = U_p \times 0,8 \quad \text{(column 4)}$$

All values have been rounded up to the next higher modulus 5 kV.

NOTE 3 If other insulation levels than the preferred values of Tables 102 and 103 (e.g. the lower insulation levels of Tables 1 and 2 in IEC 60694) are specified, then the on-site test voltage should be calculated according to Note 2.

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 C.3.

10.2.101.1.5 Voltage waveforms

For the choice of an appropriate voltage waveform, IEC 60060-1 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 C.1.

1) Power-frequency voltage tests

Power-frequency voltage tests are especially sensitive in detecting contaminations (e.g. free moving conducting particles), and are, in most cases, also sufficient in detecting abnormal field configurations.

The existing experience refers to test frequencies from 10 Hz to 300 Hz.

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 peuvent être utilisées, en particulier pour les tensions U_r 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 5.107.1).

10.2.101.1.6 Application de la tension

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:

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

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 doivent être 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.

Dans le cas d'appareillage triphasé sous enveloppe métallique à isolation gazeuse à enveloppes, 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 les conducteurs de phases ne doit être soumise à aucun autre essai diélectrique distinct sur le site.

10.2.101.1.7 Evaluation de l'essai

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

Lorsqu'une décharge disruptive se produit pendant les essais diélectriques sur le site, les essais doivent être répétés.

Un guide pour la reprise d'essais est donné en C.6.

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 μs are acceptable. When using oscillating lightning impulse voltages, the front time may be extended to approximately 15 μs .

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

- b) Tests with switching impulse voltages can be used especially for higher U_r 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 μs to 10 ms are suitable.

3) DC voltage tests

A DC voltage test cannot be recommended. The existing test specifications for cables are not applicable to GIS (refer to 5.107.1).

10.2.101.1.6 Voltage application

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 GIS into sections by opening circuit-breakers and/or disconnectors for at least one of the following reasons:

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

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.

For 3-phase enclosed GIS, 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.

10.2.101.1.7 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.

In the event of a disruptive discharge occurring during dielectric tests on site, the tests shall be repeated.

Guidelines on repetition tests are given in Clause C.6.

Si la procédure B est utilisée et si les décharges partielles sont mesurées par la méthode conventionnelle décrite par la CEI 60270, le niveau maximum admissible des décharges partielles est de 10 pC.

NOTE 1 Il peut être difficile d'avoir un bruit de fond de moins de 5 pC sur site. Un soin particulier doit être apporté au circuit d'essai pour réaliser une bonne mesure. Si le bruit de fond est plus élevé que 5 pC, l'essai est toujours valide pour détecter des défauts importants, mais ne permet plus de détecter des particules fixes puisque ce type de défaut génère des niveaux de décharges partielles très bas et qui sont complètement masquées par le bruit de fond. Dans de telles circonstances, l'essai est acceptable si aucune décharge n'est détectée au-dessus du niveau de bruit.

NOTE 2 Si des méthodes d'essai à très hautes ou ultra hautes fréquences ou des méthodes de mesure des décharges partielles acoustiques sont utilisées, le calibrage n'est pas réalisable. En remplacement, un contrôle de sensibilité selon C.7.5 peut être réalisé.

10.2.101.2 Essais diélectriques des circuits auxiliaires

Le Paragraphe 7.2 de la CEI 60694 est applicable en ajoutant le complément suivant:

Il convient que les essais diélectriques soient appliqués à des circuits nouvellement câblés. Si des circuits doivent être démontés ou comportent des équipements électroniques, ces circuits ne doivent pas être essayés.

10.2.101.3 Mesure de la résistance du circuit principal

Des mesures globales doivent être faites sur l'installation complète, dans des conditions aussi proches que possible des conditions dans lesquelles les essais individuels de série ont été réalisés sur les unités de transport.

Les résistances mesurées ne doivent pas dépasser les valeurs maximales admises 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.).

10.2.101.4 Essais d'étanchéité

Le Paragraphe 7.4 de la CEI 60694 est applicable également aux essais d'étanchéité réalisés sur le site.

Un contrôle qualitatif de l'étanchéité doit être réalisé pour tous les raccordements assemblés sur le site. Un détecteur de fuites peut être utilisé.

10.2.101.5 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 du câblage 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.

Les contrôles et essais de fonctionnement mécanique doivent être réalisés conformément aux normes applicables. Si ces vérifications ne sont pas normalisées, le constructeur doit les définir dans le programme d'essai de mise en service.

If Procedure B is used and if the partial discharges are measured with the conventional method according to IEC 60270, the maximum permissible intensity of partial discharge is 10 pC.

NOTE 1 It can be difficult to have noise level below 5 pC on-site. Special care with the test circuit is needed to achieve a good measurement. If the noise level is higher than 5 pC, the test is still valid for detecting major defects but not suitable for detection of fixed conducting particles since this kind of defect will cause a very low level of partial discharges and they will be completely masked by the noise. In such circumstances, the test is acceptable if no discharges are detected above the noise level.

NOTE 2 If VHF/UHF or acoustic partial discharge measuring methods are used, a calibration is not possible. Instead, a sensitivity check according to C.7.5 can be performed.

10.2.101.2 Dielectric tests on auxiliary circuits

Subclause 7.2 of IEC 60694 is applicable with the following addition:

Dielectric tests should be carried out on new wiring. If wiring has to be taken off or if electronic devices are in circuits, these circuits shall not be tested.

10.2.101.3 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 resistance 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.).

10.2.101.4 Gas tightness tests

Subclause 7.4 of IEC 60694 is also applicable for on-site gas tightness tests.

A qualitative gas tightness test shall be carried out on all field assembled connections. A leakage detector may be used.

10.2.101.5 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.

The mechanical operation checks and tests shall be carried out according to the relevant standards. If verification is not specified, the manufacturer shall specify them in the commissioning test plan.

10.2.101.6 Contrôle de la qualité du gaz

La mesure du taux d'humidité doit être réalisée au moins 5 jours après le remplissage final en gaz pour obtenir une mesure fiable. Pour le SF₆, le taux d'humidité ne doit pas dépasser la limite maximale définie en 5.2 de la CEI 60694.

Pour le contrôle de l'état du gaz en service, se référer à la CEI 60480.

Pour les précautions de manutention, se référer à la CEI 61634.

NOTE Il est recommandé de veiller à limiter les rejets de gaz à l'atmosphère pendant les opérations de prise d'échantillon et/ou de contrôle (par exemple en installant un sac collecteur ou un récepteur sur la sortie de la vanne du dispositif de contrôle lors des mesures d'humidité).

10.3 Fonctionnement

Le Paragraphe 10.3 de la CEI 60694 est applicable.

10.4 Maintenance

Le Paragraphe 10.4 de la CEI 60694 est applicable.

11 Sécurité

L'Article 11 de la CEI 60694 est applicable.

12 Aspects environnementaux

Le constructeur doit donner des informations sur la relation entre le fonctionnement durant la vie de l'équipement et les aspects environnementaux. Le point a)2) de 10.4.1 de la CEI 60694 est applicable.

Le constructeur doit fournir les instructions relatives au démontage et les procédures applicables en fin de vie pour les différents composants de ses équipements (composition, poids, toxicité, etc.). Le Paragraphe a)10) de 10.4.1 de la CEI 60694 est applicable.

10.2.101.6 Gas quality verifications

In order to get a reliable measurement, the moisture content shall be checked at least 5 days after final filling of gas. For SF₆ the moisture content shall not exceed the limit defined in 5.2 of IEC 60694.

For checking the condition of the gas during service, reference is made to IEC 60480.

For handling precautions, reference is made to IEC 61634.

NOTE Care should be taken to minimize the release of gas into the atmosphere during sampling and/or checking operations (e.g. by providing a collecting bag or receiver installed on the outlet valve of the checking device when determining moisture content).

10.3 Operation

Subclause 10.3 of IEC 60694 is applicable.

10.4 Maintenance

Subclause 10.4 of IEC 60694 is applicable.

11 Safety

Clause 11 of IEC 60694 is applicable.

12 Environmental aspects

The manufacturer shall specify information regarding the relation between operation during service life of the equipment and environmental aspects. Subclause 10.4.1 a), item 2) of IEC 60694 is applicable.

The manufacturer shall give instructions concerning disassembly and end-of-life procedures for the different components of the equipment (composition, weight, toxicity, etc.). Subclause 10.4.1 a), item 10) of IEC 60694 is applicable.

Annexe A (normative)

Procédure d'essai diélectrique de l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse à enveloppes triphasées de la gamme II

A.1 Procédures d'essais diélectriques pour les appareils ayant les 3 phases dans la même enveloppe

Dans la mesure où les niveaux d'isolement spécifiés entre phase et terre diffèrent des niveaux d'isolement spécifiés entre phases, les procédures d'essais selon la CEI 60694 sont à reconsidérer. Cela n'est le cas que pour les essais de choc de manœuvre de la gamme II.

A.2 Application aux essais spécifiés

De façon à couvrir l'ensemble des essais à réaliser, le Tableau A.101 ci-dessous liste les conditions d'essais entre phase et terre, entre contacts ouverts et entre phases. Les symboles utilisés sont les mêmes que dans la CEI 60694 (Figure 2).

La méthode préférentielle est celle utilisant deux sources de tension. Les niveaux spécifiés permettent l'utilisation de deux sources en opposition de phase raccordées au même dispositif de contrôle.

**Tableau A.101 – Conditions d'essais de tenue aux chocs de manœuvre
au-dessus de 245 kV**

Condition d'essai	Appareil de connexion	Choc de manœuvre	Tension alternative à fréquence industrielle	Terre raccordée à
		Partie principale de U_s entre phases (Tableau 103, colonne 5) appliquée à	Partie complémentaire pour obtenir U_s entre phases (Tableau 103, colonne 5) appliquée à	
Essai entre phases				
1	Fermé	Aa	BbCc	F
2	Fermé	Bb	AaCc	F
3	Fermé	Cc	AaBb	F
4	Ouvert	A	BC	abcF
5	Ouvert	B	AC	abcF
6	Ouvert	C	AB	abcF
7	Ouvert	a	bc	ABCF
8	Ouvert	b	ac	ABCF
9	Ouvert	c	ab	ABCF

NOTE Les conditions d'essai 3,6 et 9 peuvent être omises si la disposition des pôles latéraux par rapport au pôle central et à l'enveloppe est symétrique.

Pour les conditions d'essai d'appareil d'interruption et de sectionnement ouvert, les valeurs respectives sont celles indiquées au Tableau 103.

Annex A (normative)

Test procedure for dielectric test on three-phase encapsulated GIS, range II

A.1 Dielectric procedures for three phases in one GIS enclosure

If the requirements for phase-to-earth and phase-to-phase insulation levels are different, the test requirements following IEC 60694 have to be reconsidered. This is applicable only for switching impulse tests of range II.

A.2 Application of test requirements

In order to fully cover the tests to be carried out, Table A.101 lists the test conditions in relation to the enclosure, open switching device and phase-to-phase. The table symbols are the same as in IEC 60694 (Figure 2).

The preferred method is the use of combined voltage test. The voltage levels required may be delivered by two sources in phase opposition connected to the same voltage controller.

Table A.101 – Switching impulse test conditions above 245 kV

Test condition	Connecting device	Switching impulse	Alternating voltage at power-frequency	Earth connected to
Phase-to-phase test		Main part of U_s between phases (Table 103, Column 5) applied to	Complementary part to obtain U_s between phases (Table 103, Column 5) applied to	
1	Closed	Aa	BbCc	F
2	Closed	Bb	AaCc	F
3	Closed	Cc	AaBb	F
4	Open	A	BC	abcF
5	Open	B	AC	abcF
6	Open	C	AB	abcF
7	Open	a	bc	ABCF
8	Open	b	ac	ABCF
9	Open	c	ab	ABCF

NOTE Test conditions 3, 6 and 9 may be omitted if the arrangement of the outer phases is symmetrical with respect to centre phase and the enclosure.

For switching functions and disconnecting functions, respective values have to be taken in Table 103 for open conditions.

Annexe B (normative)

Méthodes d'essai de l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse en cas d'arc dû à un défaut interne

B.1 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.

B.2 Essai d'arc au courant de court-circuit

B.2.1 Dispositions d'essai

Pour le choix de l'objet à essayer, on doit faire référence aux documents de conception de l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse. Les compartiments apparaissant comme les moins susceptibles de supporter les montées en pression et en température en cas d'arc doivent être choisis.

Dans chaque cas, les points suivants doivent être respectés:

- a) chaque essai peut être réalisé sur un objet d'essai n'ayant pas été préalablement soumis à des essais d'arc. Les objets en essai ayant déjà subi des essais d'arc doivent être 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 doit être rempli du gaz isolant normal à la masse volumique de remplissage.

B.2.2 Courant et tension appliqués

Les enveloppes monophasées doivent être essayées en monophasé et les enveloppes triphasées en triphasé.

Annex B (normative)

Methods for testing gas-insulated metal-enclosed switchgear under conditions of arcing due to an internal fault

B.1 Introduction

The occurrence of an arc inside GIS 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.

B.2 Short-circuit current arcing test

B.2.1 Test arrangements

When choosing the object to be tested, reference shall be made to the design documents for the GIS. The compartments which appear to have the least likelihood of withstanding the pressure and temperature rise in the event of arcing shall be selected.

In any case, the following points shall 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 shall 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 shall be filled with normal insulating gas at rated filling density.

B.2.2 Current and voltage applied

Single-phase enclosures shall be tested single-phase, and three-phase enclosures shall be tested three-phase.

B.2.2.1 Tension

L'essai peut être réalisé avec une tension appliquée plus faible que la tension assignée pour l'équipement 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.

B.2.2.2 Courant

a) Composante périodique

La composante périodique au début de l'essai doit avoir une tolérance de ${}^{+10}_0\%$. Pendant la durée de protection de premier stade, la tolérance doit être 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.

b) Composante apériodique

L'instant d'établissement du court-circuit doit être choisi de manière que la première alternance 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.

B.2.2.3 Fréquence

Pour les fréquences assignées 50 Hz ou 60 Hz, la fréquence au début de l'essai doit être comprise entre 48 Hz et 62 Hz.

Pour les fréquences assignées 16 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.

B.2.2.4 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. Voir Tableau 104.

B.2.3 Procédure d'essai

B.2.3.1 Connexions d'essai

Le point de l'alimentation du courant à choisir est celui qui est susceptible de donner la condition la plus difficile.

On doit veiller à ce que les connexions ne rendent pas les conditions d'essai moins sévères. Généralement, l'enveloppe est mise à la terre du même côté que l'alimentation en courant de l'objet en essai.

B.2.3.2 Amorçage de l'arc

On doit amorcer l'arc au moyen d'un fil métallique de diamètre convenable.

B.2.2.1 Voltage

The test can be made with an applied voltage lower than the rated voltage for equipment 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.

B.2.2.2 Current

a) AC component

The AC component at the beginning of the test shall lie within a $^{+10}_0$ % tolerance. Within the duration of the first stage protection, the tolerance shall be ± 10 % and within the duration of the second stage protection the current shall not fall below 80 % of the specified value, provided that the average AC 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.

b) DC component

The instant of short-circuit making shall 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 AC component. For three-phase tests, this applies to the current in at least one phase.

B.2.2.3 Frequency

For rated frequencies of 50 Hz or 60 Hz, the frequency at the beginning of the test shall 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.

B.2.2.4 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. See Table 104.

B.2.3 Test procedure

B.2.3.1 Test connections

The point of current infeed to be chosen is the one likely to result in the most onerous condition.

Care shall be taken to ensure 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.

B.2.3.2 Arc initiation

The arc shall be initiated by means of a metal wire of suitable diameter.

Le point d'amorçage à choisir est celui où l'arc est censé produire les contraintes assignées dans l'objet en essai. Généralement, cela est réalisé quand l'arc est amorcé au voisinage d'une cloison, le plus éloigné du point d'alimentation et du dispositif de décharge de pression, s'il est installé.

NOTE Il convient que l'arc ne soit pas amorcé par perforation d'isolation solide.

B.2.3.3 Mesurages et enregistrements relatifs au comportement en essai

Les paramètres suivants doivent être relevés et enregistrés:

- le courant et sa durée;
- la tension d'arc;
- la pression en un ou plusieurs points de l'objet en essai; dans chaque compartiment si l'objet en essai en comprend plus d'un,

et, si c'est applicable,

- l'instant de décharge de pression (soit par le fonctionnement du dispositif de décharge de pression, soit par le percement de l'enveloppe).

Les phénomènes tels que la décharge de pression, la perforation de l'enveloppe et les effets externes doivent être observés et enregistrés par des moyens appropriés, par exemple des caméras, des détecteurs de lumière.

B.2.4 Interprétation de l'essai

L'appareillage est réputé convenir si, au cours de l'essai, aucun effet externe autre que le fonctionnement des dispositifs de décharge de pression appropriés ne se produit pendant les durées spécifiées en 5.102.2 et si les gaz ou vapeurs s'échappant sous pression sont dirigés de façon à réduire au minimum le danger pour un opérateur pendant le temps où il réalise ses tâches normales d'exploitation.

Aucune fragmentation de l'enveloppe ne doit résulter d'un défaut éliminé durant le deuxième stade de protection conformément au Tableau 104.

B.2.5 Rapport d'essai

Les informations suivantes doivent être consignées dans le rapport d'essai:

- caractéristiques et description de l'objet en essai, des matériaux de l'enveloppe et du conducteur, avec un dessin montrant les dimensions principales et la disposition des dispositifs de décharge de pression;
- disposition des connexions d'essai, du point d'amorçage de l'arc et position des capteurs pour le mesurage des pressions;
- courants, tensions, énergies, pressions et durées, tirés des oscillogrammes;
- description précise des résultats d'essai et des observations;
- autres remarques pertinentes;
- photographies de l'état avant et après l'essai.

B.2.6 Extrapolation des résultats d'essai

Pour étendre les résultats d'essai à d'autres enveloppes de conception similaire mais de taille ou de forme différentes et/ou pour d'autres paramètres d'essai, les méthodes de calcul utilisées peuvent faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

The point of initiation to be chosen is where the arc is likely to set up the rated stresses in the test object. Generally, this will be achieved when the arc is initiated in the vicinity of a partition furthest from the point of infeed and furthest from the pressure relief device, if fitted.

NOTE The arc should not be initiated by perforating the solid insulation.

B.2.3.3 Measurement and recording of the test performance

The following parameters shall be plotted and recorded:

- the current and its duration;
- the arc voltage;
- the pressure on one or more points of the test object and in each compartment, if the test object comprises more than one;

and, when applicable

- the instant of pressure relief (either by operation of the pressure relief device or perforation of the enclosure).

Phenomena such as pressure relief, enclosure perforation and external effects shall be observed and recorded by appropriate means, e.g. cameras, luminosity detectors.

B.2.4 Assessment of the test

The switchgear is considered adequate if, during the test, no external effect other than the operation of suitable pressure relief devices occurs within the times specified in 5.102.2 and if gases or vapours escaping under pressure are directed so as to minimize the danger to an operator performing his normal operating duties.

No fragmentation of the enclosure shall result from a fault cleared within the stage 2 protection according to Table 104.

B.2.5 Test report

The following information shall be given in the test report:

- rating and description of the test object, the materials of the enclosure and the conductors, together with a drawing showing the main dimensions and the arrangement of pressure relief devices;
- arrangement of the test connections, the point of initiation of the arc and the position of the transducers for pressure measurements;
- currents, voltages, energies, pressures and times derived from the oscillograms;
- precise description of the test results and observations;
- other relevant remarks;
- photographs of the conditions before and after the test.

B.2.6 Extension of the test results

To extend the test results to other enclosures of similar design but of different size and shape and/or to other test parameters, calculation methods may be agreed between the manufacturer and user.

B.3 Vérification combinée par calcul et essais séparés

Le constructeur est responsable de la démonstration de la validité d'une extrapolation de résultats d'essais à d'autres courants et d'autres dimensions d'enveloppes. Le constructeur doit fournir toutes les informations nécessaires avec les calculs.

B.3 Composite verification by calculation and separate tests

The manufacturer is responsible for demonstrating the validity of extrapolation of test results for other currents and other sizes of enclosures. The manufacturer shall provide all necessary information with the calculation.

Annexe C (informative)

Considérations techniques et pratiques pour les essais sur le site

C.1 Générateurs de tension d'essai

Les charges capacitives des installations d'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse sont relativement élevées, ce qui signifie que

- les essais de tension à la fréquence industrielle, en particulier aux tensions assignées U_r les plus élevées, nécessitent une forte puissance réactive;
- les essais en ondes de choc de forme bi-exponentielle peuvent être dépourvus d'efficacité par suite du mauvais rendement du générateur de choc.

Les équipements suivants peuvent être utilisés pour produire les tensions:

a) sources de tension à fréquence industrielle

La tension à fréquence industrielle peut être produite par

- des transformateurs d'essai;
- des circuits résonants à réactance variable et à fréquence constante;
- des circuits résonants à réactance constante et à fréquence variable;
- l'alimentation de transformateurs de puissance ou de tension par l'enroulement basse tension, ce qui évite les démontages après essais.

NOTE Il convient de considérer les contraintes thermiques supportées par la source de tension, en particulier quand on utilise des transformateurs de tension.

b) sources de tension de choc

Les générateurs d'ondes bi-exponentielles conviennent mal aux grandes installations, surtout aux tensions assignées les plus élevées. Des ondes oscillantes peuvent être produites à l'aide d'un générateur de choc et d'une inductance haute tension raccordée à l'appareillage en essai pour former un circuit résonant série amorti. Des ondes oscillantes de choc de manœuvre peuvent aussi être produites par la décharge d'un condensateur dans l'enroulement basse tension d'un transformateur de puissance, de tension ou d'essai.

C.2 Localisation des décharges

Les décharges disruptives produisent différents phénomènes qui peuvent être utiles pour les localiser. Quelques-uns des moyens pouvant être utilisés sont indiqués ci-après:

- détection d'une émission lumineuse;
- mesurage du bruit audible et des vibrations;
- enregistrement et évaluation des phénomènes électromagnétiques transitoires consécutifs à la décharge;
- détection des produits de décomposition du gaz.

Annex C (informative)

Technical and practical considerations of site testing

C.1 Test voltage generators

Load capacitances of GIS installations are relatively high. This means that

- power frequency voltage tests, especially at higher U_r , require a high reactive power,
- impulse testing with standardized double exponential waveforms may be inefficient due to the poor voltage utilization of the impulse generator.

The following voltage-generating equipment may be used:

a) power frequency voltage sources

The power frequency voltage may be produced by

- test sets with a test transformer,
- test sets with a variable resonant reactor for constant frequency,
- test sets with a constant resonant reactor for variable frequency,
- energizing power or voltage transformers from the low-voltage side which entails no dismantling after testing.

NOTE The thermal stresses of the voltage source should be taken into account especially when using voltage transformers.

b) impulse voltage sources

For large installations and especially for high voltages for equipment, impulse generators for double exponential waves are unwieldy. Oscillating impulses may be produced with an impulse generator and a high-voltage coil connected to the switchgear to be tested to form a damped series resonant circuit. Oscillating switching impulses may be produced by discharging a capacitor into the low-voltage side of a power, voltage or test transformer.

C.2 Locating discharges

There are different phenomena caused by discharges which may be helpful in locating them. Some of the possible means which may be tried are as follows:

- detection of light emission;
- measurement of audible noise and vibrations;
- recording and evaluation of electromagnetic transients following discharge;
- detection of decomposition products of the gas.

C.3 Procédures d'essai spéciales

En règle générale, il est recommandé d'effectuer tous les essais à la tension d'essai spécifiée et à la masse volumique assignée de remplissage du gaz. Cependant, dans certaines circonstances, des procédures d'essai spéciales ont été établies qui, bien que n'étant pas d'usage général, méritent d'être mentionnées pour des raisons techniques et/ou pratiques.

Pour les extensions (5.107.4), l'utilisateur doit être responsable pour tout amorçage dans l'installation sous enveloppe métallique à isolation gazeuse existante et le constructeur de l'extension doit être responsable pour tout amorçage dans l'extension.

C.3.1 Essai à tension réduite

C.3.1.1 Méthode simplifiée pour l'essai d'unités transportées sans démontage

Selon la pratique de certains pays, l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse ou au moins une travée ou une partie équivalente de l'installation d'appareillage peut être complètement assemblé en usine et y être essayé à ses pleines tensions de tenue assignées. Si les unités essayées sont transportées sans démontage, ou si le démontage est limité à de très simples raccords, et s'il y a accord entre constructeur et utilisateur, l'essai sur le site peut être réduit à ce qui suit:

essai en tension alternative à $1,1 \times U_r / \sqrt{3}$ pour les réseaux à neutre à la terre, ou à $1,9 \times U_r / \sqrt{3}$ pour les réseaux à neutre isolé ou à neutre résonant; la tension d'essai est appliquée pendant 10 min.

C.3.1.2 Dérogations dues à des causes pratiques

Dans certains cas, pour des raisons techniques ou pratiques, un essai avec tension alternative peut être réalisé à un niveau de tension réduit et avec une durée prolongée, après accord entre le constructeur et l'utilisateur.

C.3.1.3 Application de la tension de service

Dans certains cas, l'essai diélectrique sur le site ne peut pas être réalisé. Il convient alors de prendre des précautions spéciales pour l'emballage, le transport et le stockage et d'apporter un soin particulier aux travaux de montage sur le site. Il convient de mettre sous tension de service l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse en essai à travers une impédance de la plus forte valeur possible, afin de réduire les dégâts qu'entraînerait une éventuelle décharge disruptive. Il convient que la durée de l'essai soit d'au moins 30 min.

C.3.2 Essais à masse volumique réduite du gaz

En général, les essais avec une masse volumique de gaz réduite ne sont pas conseillés.

C.4 Mesures des décharges partielles

La mesure des décharges partielles peut être utile pour détecter certains types de défauts au cours des essais sur le site et pour déterminer les exigences de maintenance de l'équipement après une période d'exploitation. Elle constitue ainsi un bon complément des essais diélectriques sur le site, mais ils sont souvent difficiles à réaliser à cause des perturbations ambiantes.

Si un tel essai est possible et accepté, il convient alors d'appliquer autant que possible les spécifications du 10.2.101.1.5.

C.3 Special test procedures

In general, it is recommended that all testing should be performed at the specified test voltage and rated filling density. However, in certain circumstances special test procedures have been established which are not in general use but are worth mentioning for technical and/or practical reasons.

For extensions (5.107.4) the user shall be responsible for any flashovers in the existing GIS and the manufacturer of the extension equipment shall be responsible for any flashovers in the extension equipment.

C.3.1 Testing at reduced voltage

C.3.1.1 Simplified method for units transported without dismantling

In accordance with the practice in some countries, gas-insulated metal-enclosed switchgear, or at least one bay or an equivalent part of the GIS installation, may be assembled completely at the factory and tested there at its full rated withstand voltages. If the tested units are transported without dismantling or if dismantling is limited to very simple connections, and subject to agreement between manufacturer and user, the site test may be reduced to the following:

AC voltage test with $1,1 \times U_r / \sqrt{3}$ for earthed neutral systems or $1,9 \times U_r / \sqrt{3}$ for isolated neutral or resonant earthed systems; with a 10 min voltage application.

C.3.1.2 Deviations due to practical needs

In certain circumstances due to technical or practical reasons, an AC voltage test may be performed at reduced voltage and for an extended duration, subject to agreement between the manufacturer and user.

C.3.1.3 Application of service voltage

In some cases, it is impracticable to perform a dielectric test on site. In such a case, special care should be taken for shipment, transportation and storage and particular attention should be given to the workmanship on site. The GIS to be tested should be energized by the service voltage through the largest possible impedance in order to reduce damage caused by a possible disruptive discharge. The test period should be at least 30 min.

C.3.2 Testing at reduced gas density

Tests with reduced gas density are not generally advisable.

C.4 Partial discharge measurements

Partial discharge measurements may be helpful in detecting certain kinds of faults during site tests and in determining the need for maintenance of the equipment after a period in service. They are therefore a useful complement to dielectric tests on site but are often difficult to perform because of ambient disturbances.

If such a test is possible and agreed upon, then the requirements given in 10.2.101.1.5 should be applied as far as possible.

C.5 Conditionnement électrique

Le terme «conditionnement électrique» signifie l'application progressive d'une tension alternative, par paliers ou de façon continue. Il peut être effectué par le constructeur, comme faisant partie de la procédure de remplissage en gaz sur le site afin de déplacer les particules éventuelles vers les zones à faible champ, où elles deviennent inoffensives.

Le conditionnement électrique n'est pas imposé, et ne remplace pas l'essai sous tension alternative, sauf si la tension est augmentée jusqu'à la valeur spécifiée. Néanmoins, il convient d'informer l'utilisateur de toute décharge disruptive, parce qu'elle peut entraîner un affaiblissement de l'isolation.

C.6 Reprise d'essais

C.6.1 Généralités

La procédure à appliquer à la suite d'une décharge disruptive se produisant pendant les essais diélectriques sur le site peut dépendre de plusieurs facteurs, en particulier

- du type de décharge disruptive (amorçage dans l'isolation auto-régénératrice ou non auto-régénératrice) s'il peut être identifié (voir l'Article C.2);
- de l'importance de l'énergie d'arc dissipée pendant la décharge;
- de la forme et du matériau de l'isolation solide;
- de l'importance stratégique de l'installation.

Considérant ces facteurs et tout autre facteur qui serait significatif, il est possible d'établir une procédure qui doit être acceptée par le constructeur et l'utilisateur. L'une d'elles, recommandée, est indiquée ci-dessous, mais il convient de ne la considérer que comme un guide et des variantes peuvent être acceptées suivant l'importance des facteurs en jeu.

C.6.2 Procédure recommandée

C.6.2.1 Procédure a)

Si une décharge disruptive se produit sur la surface d'une isolation solide, il est recommandé, chaque fois que possible, d'ouvrir le compartiment concerné et d'examiner soigneusement l'isolation pour détecter des anomalies. Après avoir pris les actions correctives nécessaires, il convient que le compartiment soit à nouveau soumis aux essais diélectriques spécifiés.

C.6.2.2 Procédure b)

Un amorçage dans le gaz peut être dû à une pollution ou à un défaut superficiel qui peut être brûlé et éliminé par la décharge. Par conséquent, il peut être accepté que l'essai soit repris à la tension d'essai spécifiée. Une autre tension d'essai peut être convenue entre le constructeur et l'utilisateur avant que les essais soient entrepris.

NOTE 1 Il est admis que le constructeur puisse prouver à l'utilisateur que l'isolation gazeuse peut être considérée comme auto-régénératrice pour l'énergie d'arc dissipée dans la décharge.

NOTE 2 En cas de décharge disruptive pendant l'essai diélectrique sur site, des décharges secondaires peuvent se produire dans d'autres parties de la section essayée.

Si ce nouvel essai conduit de nouveau à un défaut, il convient de suivre la procédure a).

C.5 Electrical conditioning

The term “electrical conditioning” means a progressive application of an AC voltage either by steps or continuously. It may be performed by the manufacturer as part of the gas-filling process on site in order to move possible particles towards areas with a low field strength, where they become harmless.

Electrical conditioning is not a requirement and does not replace the AC voltage test, unless the test voltage is increased up to the specified value. Nevertheless, a disruptive discharge should be reported to the user as it may result in a weakening of the insulation.

C.6 Repetition tests

C.6.1 General

The procedure to be implemented following a disruptive discharge during dielectric tests on site may depend on several factors which include:

- the type of disruptive discharge (breakdown in self-restoring or non-self-restoring insulation) if it can be identified (see Clause C.2);
- magnitude of the arc energy dissipated during the discharge;
- shape and material of the solid insulation;
- strategic importance of the installation.

Consideration of these and any other relevant factors should allow a procedure to be established and agreed between the manufacturer and user. A recommended procedure is given below but should be treated only as a guide. Variations may be acceptable, depending on the significance of the factors involved.

C.6.2 Recommended procedure

C.6.2.1 Procedure a)

If the disruptive discharge occurs along the surface of a solid insulation it is recommended that wherever practicable the compartment should be opened and the insulation carefully inspected for impairments. After taking any necessary remedial action, the compartment should then be subjected to the specified dielectric test once more.

C.6.2.2 Procedure b)

A disruptive discharge in the gas may be due to contamination or a surface imperfection which may be burned away during the discharge. It may be acceptable, therefore, that the test may be repeated at the specified test voltage. Another test voltage may be agreed between manufacturer and user before the site tests have been started.

NOTE 1 It is assumed that the manufacturer can satisfy the user that the gaseous insulation may be regarded as self-restoring for the arc energy dissipated in the discharge.

NOTE 2 In the event of a disruptive discharge occurring during dielectric tests on site, secondary discharges can occur in other parts of the test section.

If the repetition test fails, again Procedure a) should be followed.

C.7 Méthode de détection des décharges partielles

C.7.1 Introduction

Pour la détection des décharges partielles sur site, les méthodes électriques à hautes et ultra hautes fréquences (VHF/UHF) et la méthode acoustique peuvent être utilisées sur l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse en complément à la méthode conventionnelle conforme à la CEI 60270. Ces deux méthodes sont moins sensibles au bruit de fond que la méthode conventionnelle et peuvent aussi être utilisées pour la surveillance des décharges partielles en service. Cependant, pour ces nouvelles méthodes, la sensibilité dépend de la distance entre le défaut (source du signal) et le capteur. Des procédures appropriées d'utilisation des méthodes VHF/UHF et acoustique sont disponibles. Elles assurent que des défauts créant une charge apparente de quelques pC sont détectés par ce type d'équipement. La méthode proposée de vérification de la sensibilité peut être facilement appliquée sur le site. L'avantage de ces deux méthodes complémentaires est de permettre la localisation des défauts. L'application de ces méthodes et l'interprétation des résultats peuvent seulement être confiés à du personnel expérimenté. Ces méthodes sont toujours en cours d'investigation et ne sont pas encore normalisées.

C.7.2 Méthode conventionnelle conforme à la CEI 60270

Les interférences électromagnétiques provenant d'émetteurs radio et d'autres sources sont captées par les traversées aériennes et conduisent à des sensibilités de mesure des décharges partielles d'environ 10 pC. Il existe des méthodes de filtrage analogiques et numériques pour la réjection des bruits. Néanmoins, l'utilisation de tels outils de filtrage nécessite du personnel formé et constitue une limitation à cette procédure. Dans les conditions réelles de site, un niveau de bruit inférieur à 5 pC est difficile à atteindre. Ainsi, un circuit d'essai totalement sous enveloppe avec capacité de couplage à écran directement raccordé à l'appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse est préférable. Dans ce cas une sensibilité inférieure à 5 pC peut être atteinte pour les installations sous enveloppe métallique à raccordement par câbles et pour les sections isolées de traversées aériennes par un sectionneur ouvert.

C.7.3 Méthode à très hautes/ultra hautes fréquences (VHF/UHF)

Les courants de décharge dus à des défauts dans les PSEM ont des durées de front de montée qui peuvent être inférieurs à 100 ps. Ces défauts génèrent des champs électromagnétiques transitoires ayant un contenu en fréquences allant jusqu'à plus de 2 GHz. Les signaux qui en résultent se propagent dans le PSEM à la vitesse de la lumière comme des ondes TEM, TE ou TM. Il se produit des réflexions sur les nombreuses discontinuités de l'installation. Les signaux se propageant sont amortis en raison de la conductivité finie des conducteurs métalliques et des pertes sur les surfaces diélectriques. Le résultat est une configuration complexe de résonance d'ondes électromagnétiques à l'intérieur de chaque compartiment.

Les signaux de décharges partielles dans la plage des très hautes et ultra hautes fréquences (i.e. 100 MHz – 2 GHz) peuvent être détectés dans le domaine temporel ou le domaine fréquentiel au moyen de capteurs qui sont habituellement de conception similaire à des capteurs capacitifs. En raison de l'atténuation du signal VHF/UHF, il faut installer de nombreux capteurs sur un PSEM. La distance maximale entre deux capteurs adjacents est d'approximativement quelques dizaines de mètres. Le signal UHF/VHF est mieux capté à partir de capteurs internes mais, quand ceux ci ne sont pas disponibles, il est parfois possible d'utiliser des capteurs externes montés sur les hublots ou les isolateurs.

En raison de la complexité des résonances, l'amplitude du signal des décharges partielles détecté dépend fortement de la position et dans une moindre mesure de l'orientation du défaut et du capteur. Par conséquent, la méthode VHF/UHF ne peut pas être calibrée comme par exemple dans le circuit de mesure de la CEI 60270. A la place, un contrôle de sensibilité peut être réalisé conformément à C.7.5. Le rapport signal à bruit et, par conséquent, la sensibilité

C.7 Partial discharge detection method

C.7.1 Introduction

For partial discharge detection on-site, the electrical VHF/UHF and the acoustic method can be used in GIS in addition to the conventional method, according to IEC 60270. These two methods are less sensitive to noise than the conventional measurement and can also be used for partial discharge monitoring in service. However, for these new methods the sensitivity depends on the distance between the defect (signal source) and the sensor. Suitable procedures for using the VHF/UHF and acoustic method are available. They ensure that defects causing an apparent charge of around a few pC can be found by such equipment. The proposed sensitivity verification can be easily performed on-site. The advantage of the two additional methods is that the location of the defects can be detected. The methods and the interpretation of the results can only be used by experienced personnel. The methods are still under investigation and are not yet standardized.

C.7.2 Conventional method according to IEC 60270

Electromagnetic interference from radio transmitters and other sources is picked up by open-air bushings and lead to a PD measurement sensitivity of some 10 pC. For noise rejection, analogue and digital filtering methods are available. Nevertheless, the use of such filtering tools requires trained personnel and is a limitation in this procedure. In actual site conditions, a noise level below 5 pC is hard to achieve. Therefore a totally encapsulated test circuit with a shielded coupling capacitor directly connected to the GIS is preferable. In such a case, a sensitivity below 5 pC is achievable for GIS with cable terminations and for GIS sections which are separated by an open disconnector from open-air bushings.

C.7.3 VHF/UHF method

The discharge currents at the defects of GIS have rise times that can be less than 100 ps. These defects cause electromagnetic transients with frequency content to above 2 GHz. The resulting signals propagate within a GIS with the speed of light as TEM-, TE- and TM-waves. Reflections occur at the numerous discontinuities in the arrangement. Due to the finite conductivity of the metallic conductors and losses at the dielectric surfaces, the propagating signals are damped. The result is a complex resonance pattern of electromagnetic waves within each compartment.

The partial discharge signals in the VHF/UHF range (e.g. 100 MHz – 2 GHz) can be detected in the time domain or the frequency domain by means of couplers, which are usually of similar design to capacitive couplers. As consequence of VHF/UHF signal attenuation, many couplers have to be installed in a GIS. The maximum distance between two adjacent couplers is approximately some tens of metres. The VHF/UHF signal is best taken from internal couplers, but when these are not available it is sometimes possible to use external couplers on windows or spacers.

Due to the complexity of the resonance patterns, the magnitude of the detected PD signal depends strongly on the location and, to a minor degree, on the orientation of the defect and the coupler. The VHF/UHF method can therefore not be calibrated as in, for example, the measuring circuit of IEC 60270. Instead, the sensitivity check in C.7.5 can be performed.

du système de mesure VHF/UHF peuvent être améliorés par l'utilisation de capteurs, amplificateurs et filtres appropriés. La méthode VHF/UHF a été prouvée au moins aussi sensible que la méthode conventionnelle pour la détection des défauts, cela est principalement dû au faible niveau de bruit externe. Des essais en laboratoire et sur site ont montré que de petits défauts critiques et même des défauts non critiques peuvent être détectés.

Une localisation précise des défauts peut être obtenue en utilisant un oscilloscope à large bande pour mesurer l'intervalle de temps séparant l'arrivée des signaux sur des capteurs adjacents.

C.7.4 Méthode acoustique

Les signaux acoustiques (ondes mécaniques) sont émis par des défauts dans les PSEM principalement selon deux mécanismes primaires: des particules mobiles excitent une onde mécanique dans l'enveloppe en la frappant alors que des défauts fixes créent une onde de pression dans le gaz, qui est ensuite transmise à l'enveloppe. Le signal résultant dépendra de la source et du trajet de propagation. Comme les enveloppes sont habituellement constituées d'aluminium ou d'acier, l'atténuation du signal est très faible. Cependant, il y a une perte d'énergie lorsque les signaux sont transmis d'un côté à l'autre d'une bride. Les signaux acoustiques peuvent être captés par des capteurs extérieurs. Normalement, soit des accéléromètres soit des capteurs d'émission acoustique sont utilisés et la procédure consiste à faire une mesure entre toutes les brides.

La localisation d'un défaut peut être faite en recherchant la plus grande amplitude du signal acoustique ou par la mesure du temps de propagation avec deux capteurs. La distinction entre différents types de défauts est possible par analyse de la forme du signal acoustique.

Le signal émis par une particule rebondissant est à large bande (i.e. >1 MHz) et a une grande amplitude comparé aux signaux émis par des pré-décharges de défauts fixes. Le signal typique pour une particule sera atténué au fur et à mesure qu'il s'éloigne de sa source. En général, deux paramètres du signal acoustique sont importants pour ce type de défaut: l'amplitude et la durée du rebond (temps entre deux impacts successifs de la particule). Ces paramètres sont essentiels non seulement pour l'identification du type de défaut mais aussi pour l'estimation du risque.

Les signaux de pré-décharge émis par des protubérances sont à très large bande à proximité de la source mais, à cause du gaz qui se comporte comme un filtre passe-bas, les hautes fréquences sont atténuées au fur et à mesure que le signal s'éloigne de la source en direction de l'enveloppe. Normalement, les signaux détectés en provenance de sources de pré-décharges sont limités à une plage de fréquence inférieure à 100 kHz. Le niveau de signal est trouvé à peu près constant à l'intérieur de mêmes sections, et l'atténuation est d'environ 8 dB à chaque traversée de bride.

Des particules rebondissant qui produisent des décharges apparentes de l'ordre de 5 pC peuvent être détectées avec un important rapport signal à bruit. La limite de la détection de décharges de type corona est de l'ordre de 2 pC. La sensibilité décroît avec la distance en raison de l'absorption et l'atténuation du signal acoustique lors de sa propagation dans l'appareillage du PSEM. Pourtant, aucune correspondance directe entre le niveau du signal acoustique et le niveau de décharge partielle n'a été établie. La mesure acoustique est insensible au bruit électromagnétique du poste. La sensibilité acoustique aux particules rebondissant est habituellement bien meilleure que la sensibilité des autres méthodes de diagnostic, lorsque le capteur est placé à proximité du défaut. La méthode acoustique est par conséquent efficace pour localiser de tels défauts.

The signal-to-noise-ratio and therefore the sensitivity of the VHF/UHF measuring device can be improved by using suitable couplers, amplifiers and filters. The VHF/UHF method has proved to be at least as sensitive in detecting defects as the conventional method, and this is mainly due to the low external noise level. Tests in laboratories and on-site have shown that small critical defects and even non-critical defects may be detected.

An accurate location of the defect may be obtained by using a broadband oscilloscope to measure the time interval between the signals arriving at adjacent couplers.

C.7.4 Acoustic method

Acoustic signals (mechanical waves) are emitted from defects in a GIS mainly in two primary mechanisms: moving particles excite a mechanical wave in the enclosure when they impinge on it, whereas discharges from fixed defects create a pressure wave in the gas, which is then transferred to the enclosure. The resulting signal will depend on the source and on the propagating path. As the enclosures normally are made of aluminium or steel, the damping of the signals is quite small. However, there is a loss of energy when the signals are transmitted from one part to another across a flange. Acoustic signals can be picked up by means of externally mounted sensors. Normally, either accelerometers or acoustic emission sensors are used and the test procedure consists of measuring between all flanges.

The location of a defect can be found by searching for the acoustic signal with the highest amplitude or by time travel measurements with two sensors. Separation between different kinds of defects is possible by analysing the shape of the acoustic signal.

The signal from a bouncing particle is broadband (i.e. >1 MHz) and has a high amplitude compared with signals emitted from pre-discharges at fixed defects. The particle type signal will be spatially attenuated as it moves away from the source point. In general, two parameters of the acoustic signal are important for this type of defect: amplitude and flight time (this being the time between two consecutive impacts of the particle). These parameters are essential not only for recognition of defect type but also for risk assessment.

PredischARGE type signals from protrusions will be very wideband close to the source, but because the gas acts as a low pass filter, the high frequencies are attenuated as the signal propagates away from the source towards the enclosure. Normally, detected signals from predischARGE sources are limited to the frequency range below 100 kHz. The signal level is found to be fairly constant within the same sections, and to drop some 8 dB once a flange is crossed.

Bouncing particles producing apparent discharges in the 5 pC range can be detected with a high signal-to-noise ratio. The detection limit for corona discharges is in the 2 pC range. Sensitivity decreases with distance because the acoustic signals are absorbed and attenuated as they propagate in the GIS. However, no direct correspondence between apparent PD-level and acoustic signal level has been established. Acoustic measurement is immune to electromagnetic noise in the substation. The acoustic sensitivity to bouncing particles is usually much higher than the sensitivity of any other diagnostic method, when the sensor is placed close to the defect. The acoustic method is therefore good for detecting the location of such defects.

C.7.5 Vérification de la sensibilité des méthodes acoustiques et UHF

Les mêmes principes techniques sont appliqués pour le contrôle de la sensibilité de la détection des décharges partielles par les deux méthodes acoustiques et UHF. D'abord, une impulsion artificielle acoustique ou électrique est définie, qui émet un signal similaire à celui émis par un défaut réel générant un niveau défini de charge apparente (par exemple 5 pC ou plus) mesurée conformément à la CEI 60270. Ensuite, cette impulsion artificielle est injectée pendant les essais de mise en service ou l'exploitation du PSEM de façon à vérifier la sensibilité de la détection pour l'appareillage et les équipements de mesure associés. Si le signal simulé peut être mesuré par le capteur adjacent, le contrôle de sensibilité est considéré comme réussi avec succès pour la section du PSEM comprise entre ces capteurs.

.....

C.7.5 Sensitivity verification of acoustic and UHF method

For the acoustic and the UHF method, the same technical principle is applied for the sensitivity verification of partial discharge detection. First, an artificial acoustic or electrical pulse is determined which emits a signal similar to that from a real defect that causes a defined level of apparent charge (e.g. 5 pC or more) according to IEC 60270. Secondly, this artificial pulse is injected during the commissioning test or operating conditions into the GIS in order to verify the detection sensitivity for the GIS and the associated measuring equipment. If the stimulated signal can be measured at the adjacent sensor, the sensitivity verification has been successful for the GIS section between these sensors.

Annexe D (informative)

Calculs relatifs à un défaut interne

D.1 Calcul de l'élévation de pression dû à un défaut interne

L'élévation de pression d'un compartiment fermé rempli de gaz SF₆, dû à un défaut interne, peut être calculé selon la formule (D.1):

$$\Delta p = C_{\text{équipement}} \times \frac{I_{\text{arc}} \times t_{\text{arc}}}{V_{\text{compartiment}}} \quad (\text{D.1})$$

où

- Δp est l'élévation de pression (MPa);
- I_{arc} est le courant d'arc de défaut (kA effectif);
- $V_{\text{compartiment}}$ est le volume du compartiment (l);
- t_{arc} est la durée d'arc (ms);
- $C_{\text{équipement}}$ est le facteur de l'équipement.

Le constructeur doit démontrer la valeur du facteur C par des essais réalisés sur des matériels similaires.

La formule (D.1) peut être utilisée pour vérifier que la pression en cas de défaut interne ne dépasse pas la valeur de pression d'essai de type, pour un compartiment non équipé d'un dispositif limiteur de pression. Cela est vérifié si le courant d'arc et la durée d'arc maximum (basé sur la performance du système de protection) ne provoque pas une élévation de pression supérieure à la pression de l'essai de type de l'enveloppe.

Annex D (informative)

Calculations related to an internal fault

D.1 Calculation of pressure rise due to an internal fault

The pressure rise in a closed compartment filled with SF₆ due to an internal fault can be calculated according to (D.1):

$$\Delta p = C_{\text{equipment}} \times \frac{I_{\text{arc}} \times t_{\text{arc}}}{V_{\text{compartment}}} \quad (\text{D.1})$$

where

- Δp is the pressure rise (Mpa);
- I_{arc} is the fault arc current (kA_{r.m.s.});
- $V_{\text{compartment}}$ is the volume of the compartment (l);
- t_{arc} is the arc duration (ms);
- $C_{\text{equipment}}$ is the equipment factor.

The value of the equipment factor C shall be demonstrated by the manufacturer by tests on similar equipment.

Formula (D.1) can be used to verify that the pressure will not exceed the type test pressure of the enclosures in case of an internal fault in a gas compartment without a pressure relief device. This is verified if the maximum arc current and arc duration (based on the performance of the protective system) does not cause a pressure rise which exceeds the type test pressure of the enclosures.

Annexe E (informative)

Information à fournir lors d'une consultation, d'un appel d'offres et d'une commande

E.1 Introduction

L'Annexe E définit sous forme de tableaux les informations techniques pour échange entre fournisseur et utilisateur.

NOTE Dans le tableau, la mention «information fournisseur» indique que seul le fournisseur doit fournir cette information.

E.2 Conditions normales et spéciales de service

Voir Article 2.

		Exigences de l'utilisateur (voir Tableau 101)	Propositions du fournisseur
Condition de service	Intérieur ou extérieur		
Température ambiante:			
Minimum	°C		
Maximum	°C		
Radiation solaire	W/m ²		
Altitude	m		
Pollution	Classe		
Epaisseur de glace	mm		
Vent	m/s		
Humidité	%		
Précipitation ou condensation			
Vibration	Classe		
Perturbation électromagnétique induite dans le système secondaire	kV		

Annex E (informative)

Information to be given with enquiries, tenders and orders

E.1 Introduction

Annex E defines, in tabular format, the technical information to be exchanged between user and supplier.

NOTE Reference to “supplier information” means that only the supplier needs to provide this information.

E.2 Normal and special service conditions

See Clause 2.

		User requirements (see Table 101)	Supplier proposals
Service condition	Indoor or outdoor		
Ambient air temperature:			
Minimum	°C		
Maximum	°C		
Solar radiation	W/m ²		
Altitude	m		
Pollution	Class		
Ice coating	mm		
Wind	m/s		
Humidity	%		
Condensation or precipitation			
Vibration	Class		
Induced electromagnetic disturbance in secondary system	kV		

E.3 Caractéristiques assignées

Voir Article 4.

		Exigences de l'utilisateur	Propositions du fournisseur
Tension nominale du réseau	kV		
Tension assignée du réseau	kV		
Tension assignée de l'équipement (U_r)	kV		
Niveaux d'isolement assignés entre phase et terre et entre phases			
Tension assignée d'essai de tenue de courte durée à fréquence industrielle (U_d)	kV		
Tension assignée d'essai au choc de manœuvre (U_s)			
Entre phase et terre	kV		
Entre phases	kV		
Tension assignée d'essai de tenue au choc de foudre (U_p)	kV		
Fréquence assignée (f_r)	Hz		
Courant assigné en service continu (I_r)	A	Selon schéma unifilaire	
Courant assigné de tenue de courte durée (I_k)	kA		
Valeur de crête du courant assigné de tenue (I_p)	kA		
Durée de court-circuit assignée (t_k)	s		
Tension assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires et de commande (U_a)	V		
Fréquence assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires	Hz	DC ou 50 ou 60	
Régime de neutre		Directement mis à la terre ou isolé	

E.4 Conception et construction

Voir Article 5.

		Exigences de l'utilisateur	Propositions du fournisseur
Nombre de phases			
Conception monophasée ou triphasée			
Taux de fuite SF ₆ maximum	% / an		
Pression de remplissage assignée p_r			
Disjoncteur	MPa	Information fournisseur	
Autres compartiments	MPa	Information fournisseur	
Pression d'alarme p_a			
Disjoncteur	MPa	Information fournisseur	
Autres compartiments	MPa	Information fournisseur	
Pression de fonctionnement minimum p_m			
Disjoncteur	MPa	Information fournisseur	
Autres compartiments	MPa	Information fournisseur	

E.3 Ratings

See Clause 4.

		User requirements	Supplier proposals
Nominal voltage of system	kV		
Rated voltage of system	kV		
Rated voltage for equipment (U_r)	kV		
Rated insulation levels phase-to-earth and between phases			
Rated short-duration power-frequency withstand voltage (U_d)	kV		
Rated switching impulse withstand voltage (U_s)			
Phase-to-earth	kV		
Between phases	kV		
Rated lightning impulse withstand voltage (U_p)	kV		
	kV		
Rated frequency (f_r)	Hz		
Rated normal current (I_r)	A	According single line	
Rated short-time withstand current (I_k)	kA		
Rated peak withstand current (I_p)	kA		
Rated duration of short-circuit (t_k)	s		
Rated supply voltage of closing and opening devices and of auxiliary and control circuits (U_a)	V		
Rated supply frequency of closing and opening devices and of auxiliary circuits	Hz	DC or 50 or 60	
Neutral earthing		Solidly or not solidly	

E.4 Design and construction

See Clause 5.

		User requirements	Supplier proposals
Number of phases			
Single- or three-phase design			
Maximum SF ₆ leakage rate	% / year		
Rated filling pressure p_r			
Circuit-breaker	MPa	Supplier information	
Other compartments	MPa	Supplier information	
Alarm pressure p_a			
Circuit-breaker	MPa	Supplier information	
Other compartments	MPa	Supplier information	
Minimum functional pressure p_m			
Circuit-breaker	MPa	Supplier information	
Other compartments	MPa	Supplier information	

		Exigences de l'utilisateur	Propositions du fournisseur
Pression de conception des enveloppes			
Disjoncteur	MPa	Information fournisseur	
Autres compartiments	MPa	information fournisseur	
Pression d'essai de type des enveloppes			
Disjoncteur	MPa	Information fournisseur	
Autres compartiments	MPa	Information fournisseur	
Pression d'essai de routine des enveloppes			
Disjoncteur	MPa	Information fournisseur	
Autres compartiments	MPa	Information fournisseur	
Pression de fonctionnement du dispositif limiteur de pression			
Disjoncteur	MPa	Information fournisseur	
Autres compartiments	MPa	Information fournisseur	
Défaut interne			
Courant de court-circuit	kA		
Quantité totale de gaz SF ₆ à la pression de remplissage	kg	Information fournisseur	
Quantité de gaz SF ₆ dans le plus grand compartiment à la pression de remplissage	kg	Information fournisseur	
Point maximum admissible de rosée du gaz	°C	Information fournisseur	
Nombre de compartiments de gaz		Information fournisseur	
Longueur du plus long colis à transporter	m		
Poids de la pièce la plus lourde du matériel qui sera manutentionnée pendant l'assemblage sur site	kg		

E.5 Jeu de barres

		Exigences de l'utilisateur	Propositions du fournisseur
Inductance	H/m	Information fournisseur	
Capacitance	pF/m	Information fournisseur	
Résistance de l'enveloppe à f_r	Ω/m	Information fournisseur	
Résistance du conducteur à f_r	Ω/m	Information fournisseur	
Impédance caractéristique	Ω	Information fournisseur	

E.6 Disjoncteurs

L'Article 9 de la CEI 62271-100 est applicable.

		User requirements	Supplier proposals
Design pressure of enclosures			
Circuit-breaker	MPa	Supplier information	
Other compartments	MPa	Supplier information	
Type test pressure of enclosures			
Circuit-breaker	MPa	Supplier information	
Other compartments	MPa	Supplier information	
Routine test pressure of enclosures			
Circuit-breaker	MPa	Supplier information	
Other compartments	MPa	Supplier information	
Operating pressure of pressure relief device			
Circuit-breaker	MPa	Supplier information	
Other compartments	MPa	Supplier information	
Internal fault			
Short-circuit current	kA		
Quantity of SF ₆ gas of complete GIS at filling pressure	kg	Supplier information	
Quantity of SF ₆ gas of the largest compartment at filling pressure	kg	Supplier information	
Maximum permissible gas dew point	°C	Supplier Information	
Number of gas compartments		Supplier information	
Length of longest section for transportation	m		
Weight of the heaviest piece of equipment to be handled during installation on-site	kg		

E.5 Bus ducts

		User requirements	Supplier proposals
Inductance	H/m	Supplier information	
Capacitance	pF/m	Supplier information	
Resistance of enclosure at f_r	Ω/m	Supplier information	
Resistance of conductor at f_r	Ω/m	Supplier information	
Surge impedance	Ω	Supplier information	

E.6 Circuit-breaker

Clause 9 of IEC 62271-100 is applicable.

E.7 Sectionneurs et sectionneurs de terre

L'Article 9 de la CEI 62271-102 est applicable.

E.8 Traversée

L'Article 5 de la CEI 60137 est applicable avec les additions suivantes:

Traversée extérieure immergée (voir 2.18 de la CEI 60137)		Exigences de l'utilisateur	Propositions du fournisseur
Type d'isolateur interne		Isolé au gaz ou par papier imprégné	
Type d'isolateur externe		Porcelaine ou composite	
Ligne de fuite nominale spécifique	mm/kV		
Profil d'ailette		Normale ou alternée	
Tension de tenue assignée de courte durée à fréquence industrielle (U_d)	kV	Comme PSEM ou spécial	
Tension de tenue assignée aux chocs de manœuvre (U_s)	kV	Comme PSEM ou spécial	
Tension de tenue assignée aux chocs de foudre (U_p)	kV	Comme PSEM ou spécial	
Essais de tenue mécanique	N		
Essais de tenue mécanique en opération	N		
Type de connexions		Selon dessins	

E.9 Raccordement de câbles

L'Article 9 de la CEI 60859 est applicable avec les additions suivantes:

		Exigences de l'utilisateur	Propositions du fournisseur
Type de câble		Liquide ou type sec	

E.10 Raccordement du transformateur

L'Article 9 de la CEI 61639 est applicable avec les additions suivantes:

		Exigences de l'utilisateur	Propositions du fournisseur
Jonction isolée entre l'enveloppe du PSEM et le transformateur		Oui ou non	

E.7 Disconnecter and earthing switch

Clause 9 of IEC 62271-102 is applicable.

E.8 Bushing

Clause 5 of IEC 60137 is applicable with the following additions:

Outdoor-immersed bushing (see 2.18 of IEC 60137)		User requirements	Supplier proposals
Type of internal insulation		Gas-insulated or resin-impregnated paper	
Type of external insulation		Porcelain or composite	
Nominal specific creepage distance	mm/kV		
Shed profile		Normal or alternating	
Rated short-duration, power-frequency withstand voltage (U_d)	kV	As GIS or special	
Rated switching impulse withstand voltage (U_s)	kV	As GIS or special	
Rated lightning impulse withstand voltage (U_p)	kV	As GIS or special	
Cantilever test load	N		
Cantilever operation load	N		
Type of line termination		According drawing	

E.9 Cable connection

Clause 9 of IEC 60859 is applicable with the following additions:

		User requirements	Supplier proposals
Type of cable		Fluid-filled or dry type	

E.10 Transformer connection

Clause 9 of IEC 61639 is applicable with the following additions:

		User requirements	Supplier proposals
Insulated junction between transformer tank and GIS enclosure		Yes or no	

E.11 Transformateur de courant

Le Paragraphe 10.2 de la CEI 60044-1 est applicable avec les additions suivantes:

		Exigences de l'utilisateur	Propositions du fournisseur
Localisation du transformateur de courant		Selon schéma unifilaire	
Nombre et type de noyaux		Selon schéma unifilaire	

E.12 Transformateur de tension inductif

Le Paragraphe 11.1 de la CEI 60044-2 est applicable avec les additions suivantes:

		Exigences de l'utilisateur	Propositions du fournisseur
Localisation du transformateur de tension		Selon schéma unifilaire	
Nombre et type de bobinages secondaires		Selon schéma unifilaire	
Essais de tension sur le site	kV/Hz	Informations fournisseur	

E.13 Documentation pour appels d'offre et soumissions

Le Paragraphe 10.2 de la CEI 60044-1 est applicable avec les compléments suivants:

		Exigences de l'utilisateur	Propositions du fournisseur
Schéma unifilaire			
Plans d'ensemble du poste			
Charge pour les fondations		Informations fournisseur	
Schéma de compartimentage du gaz		Informations fournisseur	
Liste des rapports d'essais		Informations fournisseur	
Liste des pièces de rechange recommandées		Informations fournisseur	

E.11 Current transformer

Clause 10.2 of IEC 60044-1 is applicable with the following additions:

		User requirements	Supplier proposals
Position of current transformer		According single line	
Number and type of cores		According single line	

E.12 Inductive voltage transformer

Subclause 11.1 of IEC 60044-2 is applicable with the following additions:

		User requirements	Supplier proposals
Position of voltage transformer		According single line	
Number and type of secondary windings		According single line	
On-site test voltage	kV/Hz	Supplier information	

E.13 Documentation for enquiries and tenders

Subclause 10.2 of IEC 60044-1 is applicable with the following additions:

		User requirements	Supplier proposals
Single line diagram			
General arrangement drawings of substation layout			
Foundation loading		Supplier information	
Gas schematic diagrams		Supplier information	
List of type test reports		Supplier information	
List of recommended spare parts		Supplier information	

Bibliographie

CIGRE 125:1998, *User guide for the application of gas-insulated switchgear (GIS) for rated voltages of 72,5 kV and above*

EN 50052:1986, *Enveloppes moulées en alliage d'aluminium pour l'appareillage haute tension sous pression de gaz*

EN 50064:1990, *Enveloppes en aluminium et alliage d'aluminium corroyés pour l'appareillage à haute tension sous pression de gaz*

EN 50068:1991, *Enveloppes en acier soudé pour l'appareillage à haute tension sous pression de gaz*

EN 50069:1991, *Enveloppes soudées en alliage d'aluminium comportant des parties moulées et des parties en métal corroyé pour l'appareillage à haute tension sous pression de gaz*

EN 50089:1992, *Cloisons en résine moulée pour l'appareillage sous enveloppe métallique à haute tension sous pression de gaz*

EN 61264:1998, *Ceramic Pressurized Hollow Insulators For High-Voltage Switchgear And Controlgear*

IEEE 1416:1998, *IEEE Recommended Practice for the interface of New Gas-insulated Equipment in Existing Gas-Insulated Substations*

IEEE C37.24:1986, *IEEE Guide For Evaluating The Effect of Solar Radiation On Outdoor Metal-Enclosed Switchgear*

IEEE C37.122.1:1993, *IEEE Guide For Gas-Insulated Substations*

RGE: 04/82, *La maîtrise des défauts électriques dans les postes blindés à haute tension isolés au SF₆*, par Gilles Bernard, EDF, France

Bibliography

CIGRE 125:1998, *User guide for the application of gas-insulated switchgear (GIS) for rated voltages of 72,5 kV and above*

EN 50052:1986, *Cast Aluminium Alloy Enclosures For Gas-Filled High-Voltage Switchgear And Controlgear*

EN 50064:1990, *Wrought Aluminium And Aluminium Alloy Enclosures For Gas-Filled High-Voltage Switchgear And Controlgear*

EN 50068:1991, *Wrought Steel Enclosures For Gas-Filled High-Voltage Switchgear And Controlgear*

EN 50069:1991, *Welded Composite Enclosures Of Cast And Wrought Aluminium Alloys For Gas-Filled High-Voltage Switchgear And Controlgear*

EN 50089:1992, *Cast Resin Partitions For Metal-Enclosed Gas-Filled High-Voltage Switchgear And Controlgear*

EN 61264:1998, *Ceramic Pressurized Hollow Insulators For High-Voltage Switchgear And Controlgear*

IEEE 1416:1998, *IEEE Recommended Practice for the interface of New Gas-insulated Equipment in Existing Gas Insulated Substations*

IEEE C37.24:1986, *IEEE Guide For Evaluating The Effect Of Solar Radiation On Outdoor Metal-Enclosed Switchgear*

IEEE C37.122.1:1993, *IEEE Guide For Gas-Insulated Substations*

RGE: 04/82, *Electrical faults mastery in high voltage SF₆ insulated substations*, by Gilles Bernard, EDF, France. Published in *Générale de L'Electricité* RGE 4/82, April 1982.



Standards Survey

The IEC would like to offer you the best quality standards possible. To make sure that we continue to meet your needs, your feedback is essential. Would you please take a minute to answer the questions overleaf and fax them to us at +41 22 919 03 00 or mail them to the address below. Thank you!

Customer Service Centre (CSC)

International Electrotechnical Commission

3, rue de Varembé

1211 Genève 20

Switzerland

or

Fax to: **IEC/CSC** at +41 22 919 03 00

Thank you for your contribution to the standards-making process.

A Prioritaire

Nicht frankieren
Ne pas affranchir



Non affrancare
No stamp required

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Customer Service Centre (CSC)

International Electrotechnical Commission

3, rue de Varembé

1211 GENEVA 20

Switzerland



Q1 Please report on **ONE STANDARD** and **ONE STANDARD ONLY**. Enter the exact number of the standard: (e.g. 60601-1-1)

.....

Q2 Please tell us in what capacity(ies) you bought the standard (tick all that apply). I am the/a:

- purchasing agent
- librarian
- researcher
- design engineer
- safety engineer
- testing engineer
- marketing specialist
- other.....

Q3 I work for/in/as a: (tick all that apply)

- manufacturing
- consultant
- government
- test/certification facility
- public utility
- education
- military
- other.....

Q4 This standard will be used for: (tick all that apply)

- general reference
- product research
- product design/development
- specifications
- tenders
- quality assessment
- certification
- technical documentation
- thesis
- manufacturing
- other.....

Q5 This standard meets my needs: (tick one)

- not at all
- nearly
- fairly well
- exactly

Q6 If you ticked NOT AT ALL in Question 5 the reason is: (tick all that apply)

- standard is out of date
- standard is incomplete
- standard is too academic
- standard is too superficial
- title is misleading
- I made the wrong choice
- other

Q7 Please assess the standard in the following categories, using the numbers:

- (1) unacceptable,
- (2) below average,
- (3) average,
- (4) above average,
- (5) exceptional,
- (6) not applicable

- timeliness.....
- quality of writing.....
- technical contents.....
- logic of arrangement of contents
- tables, charts, graphs, figures.....
- other

Q8 I read/use the: (tick one)

- French text only
- English text only
- both English and French texts

Q9 Please share any comment on any aspect of the IEC that you would like us to know:

.....





Enquête sur les normes

La CEI ambitionne de vous offrir les meilleures normes possibles. Pour nous assurer que nous continuons à répondre à votre attente, nous avons besoin de quelques renseignements de votre part. Nous vous demandons simplement de consacrer un instant pour répondre au questionnaire ci-après et de nous le retourner par fax au +41 22 919 03 00 ou par courrier à l'adresse ci-dessous. Merci !

Centre du Service Clientèle (CSC)

Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembé

1211 Genève 20

Suisse

ou

Télécopie: **CEI/CSC** +41 22 919 03 00

Nous vous remercions de la contribution que vous voudrez bien apporter ainsi à la Normalisation Internationale.

A Prioritaire

Nicht frankieren
Ne pas affranchir



Non affrancare
No stamp required

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Centre du Service Clientèle (CSC)

Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembé

1211 GENÈVE 20

Suisse



Q1 Veuillez ne mentionner qu'**UNE SEULE NORME** et indiquer son numéro exact: (ex. 60601-1-1)

.....

Q2 En tant qu'acheteur de cette norme, quelle est votre fonction? (cochez tout ce qui convient)
Je suis le/un:

- agent d'un service d'achat
- bibliothécaire
- chercheur
- ingénieur concepteur
- ingénieur sécurité
- ingénieur d'essais
- spécialiste en marketing
- autre(s).....

Q3 Je travaille: (cochez tout ce qui convient)

- dans l'industrie
- comme consultant
- pour un gouvernement
- pour un organisme d'essais/ certification
- dans un service public
- dans l'enseignement
- comme militaire
- autre(s).....

Q4 Cette norme sera utilisée pour/comme (cochez tout ce qui convient)

- ouvrage de référence
- une recherche de produit
- une étude/développement de produit
- des spécifications
- des soumissions
- une évaluation de la qualité
- une certification
- une documentation technique
- une thèse
- la fabrication
- autre(s).....

Q5 Cette norme répond-elle à vos besoins: (une seule réponse)

- pas du tout
- à peu près
- assez bien
- parfaitement

Q6 Si vous avez répondu PAS DU TOUT à Q5, c'est pour la/les raison(s) suivantes: (cochez tout ce qui convient)

- la norme a besoin d'être révisée
- la norme est incomplète
- la norme est trop théorique
- la norme est trop superficielle
- le titre est équivoque
- je n'ai pas fait le bon choix
- autre(s)

Q7 Veuillez évaluer chacun des critères ci-dessous en utilisant les chiffres

- (1) inacceptable,
- (2) au-dessous de la moyenne,
- (3) moyen,
- (4) au-dessus de la moyenne,
- (5) exceptionnel,
- (6) sans objet
- publication en temps opportun
- qualité de la rédaction.....
- contenu technique
- disposition logique du contenu
- tableaux, diagrammes, graphiques, figures
- autre(s)

Q8 Je lis/utilise: (une seule réponse)

- uniquement le texte français
- uniquement le texte anglais
- les textes anglais et français

Q9 Veuillez nous faire part de vos observations éventuelles sur la CEI:

.....
.....
.....
.....
.....



.....

ISBN 2-8318-7236-7



9 782831 872360

ICS 29.130.10

Typeset and printed by the IEC Central Office
GENEVA, SWITZERLAND