

norme européenne

NF EN 62271-200

Juin 2004

norme française

Indice de classement : C 64-400

ICS 29.130.19

Appareillage à haute tension - Partie 200 Appareillage sous enveloppe métallique pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV

E : High-voltage switchgear and controlgear -

Part 200 : AC metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV

D : Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen

Teil 200 : Metallgekapselte Wechselstrom-Schaltanlagen für Bemessungsspannungen über 1 kV bis einschließlich 52 kV

Norme française homologuée

par décision du Directeur Général d'afnor le 5 mai 2004 pour prendre effet à compter du 5 juin 2004.

Remplace la norme homologuée NF EN 60298 d'avril 1996 et son amendement A11 de juillet 2001.

Correspondance

La norme européenne EN 62271-200:2004 a le statut d'une norme française. Elle reproduit intégralement la publication CEI 62271-200:2003.

Analyse

Le présent document spécifie les exigences pour l'appareillage préfabriqué sous enveloppe métallique pour courant alternatif, prévu pour être installé à l'intérieur et à l'extérieur, pour des tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV et pour des fréquences de service inférieures ou égales à 60 Hz. Les enveloppes peuvent contenir des composants fixes et amovibles et peuvent être remplies de fluide (liquide ou gaz) pour assurer l'isolation.

dow : 2007-02-01

Descripteurs

Appareillage électrique, appareillage haute tension, enveloppe de matériel électrique, métal, courant alternatif, sectionneur, condition d'utilisation, caractéristique électrique, conception, spécification de matériel, essai de type, essai électrique, mesurage, essai d'échauffement, essai d'étanchéité, compatibilité électromagnétique, degré de protection, verrouillage, conditions d'essai, transport, stockage, installation, maintenance.

Modifications

Par rapport aux documents remplacés, adoption de la norme européenne EN 62271-200.

Corrections

édité et diffusé par l'Union Technique de l'Electricité et de la Communication (UTE) – BP 23 – 92262 Fontenay-aux-Roses Cedex - Tél: 01 40 93 62 00 – Fax: 01 40 93 44 08 – E-mail: ute@ute.asso.fr – Internet: <http://www.ute-fr.com/>
diffusée également par l'association française de normalisation (afnor), 11, avenue Francis de Pressensé, 93571 Saint-Denis La Plaine Cedex – tél. : 01 41 62 80 00

NF EN 62271-200

- II -

AVANT-PROPOS NATIONAL

Ce document constitue la version française complète de la norme européenne EN 62271-200:2004 en reprenant le texte de la publication CEI 62271-200:2003.

Les modifications du CENELEC (dans le présent document, l'annexe ZA et ZB) sont signalées par un trait vertical dans la marge gauche du texte.

Après consultation de son Conseil d'Administration et enquête probatoire, l'Union technique de l'Électricité et de la Communication a voté favorablement au CENELEC sur le projet de EN 62271-200, le 16 septembre 2003.

**Correspondance entre les documents internationaux cités en référence
et les documents CENELEC et/ou français à appliquer**

Document international cité en référence		Document correspondant			
		CENELEC (EN ou HD)		français (NF ou UTE)	
CEI 60050-151	2001	-	-	NF C 01-151	2001
CEI 60050-441	1984	-	-	NF C 01-441	1987
CEI 60060-1	1989	HD 588.1 S1	1991	NF C 41-101	1995
+ corr. mars	1990				
CEI 60243-1	1998	EN 60243-1	1998	NF EN 60243-1 (Indice C 26-226)	1998
CEI 60265-1	1998	EN 60265-1	1998	NF EN 60265-1 (Indice C 64-165-1)	2001
CEI 60270	2000	EN 60270	2001	NF EN 60270 (Indice C 41-301)	2001
CEI 60470	2000	EN 60470	2000	NF EN 60470 (Indice C 64-170)	2001
CEI 60480	1974	-	-	UTE C 27-601	1978
CEI 60529	1989	EN 60529	1991	NF EN 60529	1992
		+ corr. mai	1999	(Indice C 20-010) + A1	2000
CEI 60694	1996	EN 60694	1996	NF EN 60694 (Indice C 64-010) + A2	1996 2002
CEI 60909-0	2001	EN 60909-0	2001	NF EN 60909-0 (indice C 10-120)	2002
CEI 60932	1988	-	-	-	-
CEI 61634	1995	-	-	-	-
CEI 62271-100	2001	EN 62271-100	2001	NF EN 62271-100 (Indice C 64-100)	2002
CEI 62271-102	2001	EN 62271-102	2002	-	-
CEI 62271-105	2002	EN 62271-105	2003	NF EN 62271-105 (Indice C 64-134)	2003
ISO/CEI Guide 51	1999	-	-	-	-

*Note : Les documents de la classe C sont en vente à l'Union technique de l'Électricité et de la Communication - BP 23 - 92262 Fontenay-aux-Roses cedex - Tél. : 01 40 93 62 00 ainsi qu'au service diffusion de l'Association française de normalisation - 11, avenue Francis de Pressensé - 93571 Saint-Denis La Plaine Cedex - Tél.: 01 41 62 80 00.
Les documents CEI sont en vente à l'UTE.
Les documents ISO sont en vente à l'AFNOR.*

NORME EUROPÉENNE

EN 62271-200

EUROPÄISCHE NORM

EUROPEAN STANDARD

Février 2004

ICS 29.130.19

Remplace EN 60298:1996 + A11:1999

Version française

Appareillage à haute tension
Partie 200: Appareillage sous enveloppe métallique
pour courant alternatif de tensions assignées
supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV
(CEI 62271-200:2003)

Hochspannungs-Schaltgeräte und
-Schaltanlagen
Teil 200: Metallgekapselte
Wechselstrom-Schaltanlagen für
Bemessungsspannungen über 1 kV bis
einschließlich 52 kV
(IEC 62271-200:2003)

High-voltage switchgear and controlgear
Part 200: AC metal-enclosed switchgear
and controlgear for rated voltages above
1 kV and up to and including 52 kV
(IEC 62271-200:2003)

La présente Norme Européenne a été adoptée par le CENELEC le 2004-02-01. Les membres du CENELEC sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la Norme Européenne.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Secrétariat Central ou auprès des membres du CENELEC.

La présente Norme Européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version dans une autre langue faite par traduction sous la responsabilité d'un membre du CENELEC dans sa langue nationale, et notifiée au Secrétariat Central, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CENELEC sont les comités électrotechniques nationaux des pays suivants: Allemagne, Autriche, Belgique, Chypre, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède et Suisse.

CENELEC

Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization

Secrétariat Central: rue de Stassart 35, B - 1050 Bruxelles

Avant-propos

Le texte du document 17C/311/FDIS, future édition 1 de la CEI 62271-200, préparé par le SC 17C, Ensembles d'appareillages haute tension, du CE 17 de la CEI, Appareillage, a été soumis au vote parallèle CEI-CENELEC et a été approuvé par le CENELEC comme EN 62271-200 le 2004-02-01.

Cette Norme Européenne remplace la EN 60298:1996 + A11:1999.

Les modifications techniques majeures par rapport à la EN 60298:1996 sont:

Le fondement des modifications de ce document révisé consiste en la prise en compte du mode d'utilisation actuel de l'appareillage haute tension de moins de 52 kV. Les changements principaux sont les nouvelles définitions et la classification des équipements, l'introduction d'une classification arc interne (IAC) avec les essais correspondants.

Cette norme doit être lue conjointement avec la EN 60694:1996. La numérotation des articles suit celle de cette norme. Les paragraphes supplémentaires, qui traitent d'articles ou de paragraphes particuliers de la EN 60694, sont numérotés 101, 102, etc.

Les dates suivantes ont été fixées :

- date limite à laquelle la EN doit être mise en application
au niveau national par publication d'une norme
nationale identique ou par entérinement (dop) 2004-11-01
- date limite à laquelle les normes nationales
conflictuelles doivent être annulées (dow) 2007-02-01

Les Annexes ZA et ZB ont été ajoutées par le CENELEC.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	2
1 Généralités	8
1.1 Domaine d'application	8
1.2 Références normatives	9
2 Conditions de service normales et spéciales	10
3 Termes et définitions	10
4 Caractéristiques assignées	16
4.1 Tension assignée (U_r)	16
4.2 Niveau d'isolement assigné	16
4.3 Fréquence assignée (f_r)	16
4.4 Courant assigné en service continu et échauffement	16
4.5 Courant de courte durée admissible assigné (I_k)	17
4.6 Valeur de crête du courant admissible assigné (I_p)	17
4.7 Durée de court-circuit assignée (t_k)	17
4.8 Tension assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires et de commande (U_a)	17
4.9 Fréquence assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires	17
4.10 Pression assignée d'alimentation en gaz comprimé pour l'isolation et/ou la manœuvre	17
5 Conception et construction	18
5.1 Exigences pour les liquides utilisés dans l'appareillage	18
5.2 Exigences pour les gaz utilisés dans l'appareillage	18
5.3 Mise à la terre	18
5.4 Equipements auxiliaires et de commande	20
5.5 Manœuvre à source d'énergie extérieure	20
5.6 Manœuvre à accumulation d'énergie	20
5.7 Manœuvre manuelle indépendante	20
5.8 Fonctionnement des déclencheurs	20
5.9 Dispositifs de verrouillage et de surveillance basse et haute pression	20
5.10 Plaques signalétiques	20
5.11 Verrouillages	21
5.12 Indicateur de position	22
5.13 Degrés de protection procuré par les enveloppes	22
5.14 Lignes de fuite	22
5.15 Etanchéité au gaz et au vide	22
5.16 Etanchéité au liquide	23
5.17 Ininflammabilité	23
5.18 Compatibilité électromagnétique (CEM)	23
6 Essais de type	29
6.1 Généralités	29
6.2 Essais diélectriques	31
6.3 Essais de tension de perturbation radioélectrique	34
6.4 Mesurage de la résistance du circuit principal	35
6.5 Essais d'échauffement	35
6.6 Essais au courant de courte durée et à la valeur de crête du courant admissible	36

6.7	Vérification de la protection.....	38
6.8	Essais d'étanchéité.....	38
6.9	Essais de compatibilité électromagnétique (CEM)	38
6.10	Essais complémentaires sur les circuits auxiliaires et de contrôle.....	38
7	Essais individuels de série.....	42
7.1	Essais diélectriques du circuit principal	43
7.2	Essais des circuits auxiliaires et de commande.....	43
7.3	Mesurage de la résistance du circuit principal	43
7.4	Essais d'étanchéité.....	43
7.5	Contrôles visuels et du modèle	43
8	Guide pour le choix de l'appareillage sous enveloppe métallique selon le service	45
8.1	Choix des valeurs assignées.....	45
8.2	Choix du modèle et de sa construction.....	45
8.3	Classe de tenue à l'arc interne.....	48
9	Renseignements à donner dans les appels d'offres, les soumissions et les commandes	52
10	Règles pour le transport, le stockage, le montage, l'installation, la manoeuvre et la maintenance.....	54
10.1	Conditions à respecter pendant le transport, le stockage et l'installation	54
10.2	Installation	54
10.3	Fonctionnement.....	54
10.4	Maintenance.....	54
11	Sûreté	55
Annexe A (normative) Défaut interne – Méthode pour essayer l'appareillage sous enveloppe métallique dans des conditions d'arc du à un défaut interne		56
A.1	Introduction.....	56
A.2	Classes d'accessibilité	57
A.3	Montage d'essai	57
A.4	Courant et tension appliqués	61
A.5	Procédure d'essai	62
A.6	Critères d'acceptation	63
A.7	Rapport d'essai	64
A.8	Désignation de la classification IAC.....	65
Annexe B (normative) Mesure des décharges partielles.....		72
B.1	Généralités	72
B.2	Conditions d'application	72
B.3	Circuits d'essai et instruments de mesure.....	73
B.4	Méthode d'essai	73
B.5	Intensité maximale admissible des décharges partielles	74
Annexe C (informative) Notes explicatives.....		78
C.1	Changements dans les classifications, comparées à la troisième édition (1990) de la CEI 60298	78
C.2	Appareillage blindé «ANSI»	81

C.3 Ancien «blindé» défini par la CEI dans les termes de la CEI 62271-200	81
C.4 Exemple d'un interrupteur-fusible en solution modulaire:	82
Bibliographie	84
Annexe ZA - Références normatives à d'autres publications internationales avec les publications européennes correspondantes.....	85
Annexe ZB - Divergences A.....	87
Figure A.1 – Cadre de montage pour les indicateurs verticaux	66
Figure A.2 – Indicateur horizontal	66
Figure A.3 – Position des indicateurs.....	67
Figure A.4 – Simulation du local et position des indicateurs pour Classe d'accessibilité A, équipement à 1,5 m ou plus	68
Figure A.5 – Simulation du local et position des indicateurs pour Classe d'accessibilité B, équipement de plus de 2 m de haut.....	69
Figure A.6 – Simulation du local et position des indicateurs pour Classe d'accessibilité B, équipement de moins de 2 m de haut	70
Figure A.7 – Montage d'essai pour un appareillage monté sur poteau connecté à une ligne aérienne	71
Figure B.1 – Circuit d'essai de décharges partielles (montage triphasé).....	76
Figure B.2 – Circuit d'essai de décharges partielles (système sans mise à la terre du neutre).....	77
Tableau 1 – Information pour la plaque signalétique	20
Tableau 2 – Emplacements, causes et exemples de mesures à prendre pour diminuer la probabilité de défaut interne	49
Tableau 3 – Résumé des exigences techniques, des caractéristiques et des essais optionnels pour l'appareillage sous enveloppe	50
Table B.1 – Circuits et méthodes d'essais	75
Tableau C.1 – Comparaison CEI et IEEE, définition du blindé	78
Tableau C.2 – Classification relative à la sécurité des personnes en cas de défaut interne	79

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.

**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 (SF6) 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	-

APPAREILLAGE A HAUTE TENSION –

Partie 200: Appareillage sous enveloppe métallique pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 62271 spécifie les exigences pour l'appareillage préfabriqué sous enveloppe métallique pour courant alternatif, prévu pour être installé à l'intérieur et à l'extérieur, pour des tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV et pour des fréquences de service inférieures ou égales à 60 Hz. Les enveloppes peuvent contenir des composants fixes et amovibles et peuvent être remplies de fluide (liquide ou gaz) pour assurer l'isolation.

NOTE 1 Bien que principalement dédiée aux systèmes triphasés, cette norme peut s'appliquer également aux systèmes monophasés et biphasés.

Cette norme définit plusieurs types d'appareillage sous enveloppe métallique qui diffèrent par

- les conséquences sur la continuité de service en cas de maintenance sur l'appareillage;
- les besoins et la facilité de maintenance des équipements.

NOTE 2 La sécurité des installations est le résultat de la conception, de la mise en œuvre et de la coordination des produits, installations et utilisation.

Pour l'appareillage sous enveloppe métallique comprenant des compartiments à remplissage de gaz, la pression effective de calcul est limitée à un maximum de 300 kPa (pression relative).

NOTE 3 Il convient de concevoir et de tester les compartiments à remplissage de gaz dont la pression de calcul dépasse 300 kPa (pression relative), selon la CEI 60517.

L'appareillage sous enveloppe métallique destiné à une utilisation spéciale, par exemple pour atmosphères inflammables, dans les mines ou à bord des navires, peut faire l'objet d'exigences complémentaires.

Il faut que les matériels compris dans l'appareillage sous enveloppe métallique soient conçus et essayés suivant leurs différentes normes respectives. La présente norme complète les normes des matériels spécifiques, concernant leur installation dans les ensembles d'appareillage.

Cette norme n'interdit pas que d'autres équipements puissent être incorporés dans la même enveloppe. Dans de tels cas, il faut tenir compte de l'influence de ces équipements sur l'appareillage.

NOTE 4 Les ensembles d'appareillage ayant une enveloppe isolante relèvent de la CEI 60466.

NOTE 5 L'appareillage sous enveloppe métallique à isolation dans l'air ambiant de tension assignée supérieure à 52 kV peut être couvert par la présente norme en prenant en compte les niveaux d'isolement de la CEI 60694.

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).

CEI 60050(151):2001, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques*

CEI 60050(441):1984, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 441: Appareillage et fusibles*

CEI 60060-1:1989, *Technique des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et prescription générales relatives aux essais*

CEI 60243-1:1998, *Rigidité diélectrique des matériaux isolants: – Méthodes d'essai – Partie 1: Essais aux fréquences industrielles*

CEI 60265-1:1998, *Interrupteur à haute tension– Partie 1: Interrupteurs pour tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures à 52 kV*

CEI 60270:2000, *Techniques des essais à haute tension – Mesures des décharges partielles*

CEI 60466:1987, *Appareillage sous enveloppe isolante pour courant alternatif de tension assignée supérieure à 1 kV et inférieure à 38 kV*

CEI 60470:2000, *Contacteurs pour courant alternatif haute tension et démarreurs de moteurs à contacteurs*

CEI 60480:1974, *Guide relatif au contrôle de l'hexafluorure de soufre (SF₆) prélevé sur le matériel électrique*

CEI 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (code IP)*

CEI 60694:1996, *Spécifications communes aux normes de l'appareillage à haute tension*

CEI 60909-0:2001, *Courants de court-circuit dans les réseaux triphasés à courant alternatif – Partie 0: Calcul des courants*

CEI 60932:1988, *Spécifications complémentaires pour l'appareillage sous enveloppe de 1kV à 72,5 kV destiné à être utilisé dans des conditions climatiques sévères*

CEI 61634:1995, *Appareillage à haute tension – Utilisation et manipulation de gaz hexafluorure de soufre (SF₆) dans l'appareillage à haute tension*

CEI 62271-100:2001, *Appareillage à haute tension – Partie 100: Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension*

CEI 62271-102:2001, *Appareillage à haute tension – Partie 102: Sectionneurs et sectionneurs de terre à courant alternatif (disponible en anglais seulement)*

IEC 62271-105:2002, *Appareillage à haute tension – Partie 105: Combinés interrupteurs-fusibles pour courant alternatif*

ISO/CEI Guide 51:1999, *Aspects liés à la sécurité – Principes directeurs pour leur inclusion dans les normes*

2 Conditions de service normales et spéciales

L'Article 2 de la CEI 60694 est applicable avec les compléments suivants:

Sauf spécification contraire dans cette norme, l'appareillage sous enveloppe métallique est prévu pour être utilisé dans les conditions normales de service.

3 Termes et définitions

Pour les besoins de ce document, les définitions suivantes ainsi que les définitions de la CEI 60050(441), de la CEI 60050(151) et de la CEI 60694 s'appliquent, sauf indication contraire. Certaines de ces définitions sont rappelées ici pour faciliter les références.

Les définitions additionnelles ont été classées suivant la classification utilisée dans la CEI 60050(441).

3.101

appareillage

terme général applicable aux appareils de connexion et à leur combinaison avec les appareils de commande, de mesure, de protection et de réglage qui leur sont associés, ainsi qu'aux ensembles de tels appareils avec les connexions, les accessoires, les enveloppes et les charpentes correspondantes

[VEI 441-11-01]

3.102

appareillage sous enveloppe métallique

ensemble d'appareillage, avec une enveloppe métallique externe destinée à être mise à la terre, complètement assemblé à l'exception des connexions extérieures

[VEI 441-12-04 modifié]

3.103

unité fonctionnelle

partie d'un appareillage sous enveloppe métallique comprenant tous les matériels des circuits principaux et des circuits auxiliaires qui concourent à l'exécution d'une seule fonction

[VEI 441-13-04 modifié]

NOTE Les unités fonctionnelles peuvent se différencier selon la fonction pour laquelle elles sont prévues, par exemple: unité d'arrivée, unité de départ, etc.

3.104

appareillage à niveau multiples

deux unités fonctionnelles ou plus, arrangées verticalement dans une enveloppe unique

3.105

unité de transport

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

3.106

enveloppe

partie d'un appareillage sous enveloppe métallique procurant un degré de protection spécifié de l'équipement contre les influences externes et un degré de protection spécifié contre l'approche des parties actives ou le contact avec elles et contre le contact avec des parties en mouvement

[VEI 441-13-01, modifié]

3.107

compartiment

partie d'un appareillage sous enveloppe métallique fermée à l'exception des ouvertures nécessaires à l'interconnexion, à la commande ou à la ventilation

[VEI 441-13-05 modifié]

Quatre types de compartiments sont différenciés, trois qui peuvent être ouverts, appelés accessible (voir 3.107.1 à 3.107.3) et un qui ne peut pas être ouvert, appelé non accessible (voir 3.107.4)

NOTE Les compartiments sont identifiés par le composant principal qu'ils contiennent (voir 5.103.1)

3.107.1

compartiment accessible contrôlé par verrouillage

compartiment contenant des parties à haute tension, et qui est destiné à être ouvert pour l'utilisation et/ou pour la maintenance normale, telle que définie par le constructeur, dont le contrôle d'ouverture fait partie intégrante de la conception de l'appareillage

NOTE L'installation, les extensions, réparations etc. ne sont pas considérées comme de la maintenance normale.

3.107.2

compartiment accessible selon procédure

compartiment contenant des parties à haute tension, et qui est destiné à être ouvert pour l'utilisation et/ou pour la maintenance normale, telle que définie par le constructeur dont le contrôle d'ouverture est assuré par des procédures et verrouillages appropriés

NOTE L'installation, les extensions, réparations etc. ne sont pas considérées comme de la maintenance normale.

3.107.3

compartiment accessible par outillage

compartiment contenant des parties à haute tension, et qui peut être ouvert mais pas pour l'utilisation et/ou pour la maintenance normale. Des procédures spéciales sont exigées. Un outillage est nécessaire pour l'ouverture

3.107.4

compartiment non accessible

compartiment contenant des parties à haute tension, et qu'il ne faut pas ouvrir. L'ouverture peut détruire l'intégrité du compartiment. L'indication de ne pas ouvrir est donnée clairement sur/par le compartiment

3.108

cloison

partie d'un appareillage sous enveloppe métallique séparant un compartiment des autres compartiments

[VEI 441-13-06, modifié]

3.109

classe des cloisons

classe définissant si des matériaux métalliques ou non métalliques sont utilisés pour séparer des parties sous tension

3.109.1

appareillage de Classe PM

appareillage sous enveloppe métallique dans lequel il y a des cloisons et/ou des volets (le cas échéant) métalliques, destinés à être mis à la terre, en continu entre les compartiments accessibles ouverts et les parties du circuit principal sous tension

3.109.2

appareillage de Classe PI

appareillage de sous enveloppe métallique dans lequel il y a une ou plusieurs cloisons ou volets non métalliques entre les compartiments accessibles ouverts et les parties du circuit principal sous tension

3.110

volet

partie d'un appareillage sous enveloppe métallique qui peut être déplacée d'une position permettant l'embrochage des contacts d'une partie amovible sur des contacts fixes à une position dans laquelle elle constitue une partie de l'enveloppe ou d'une cloison protégeant les contacts fixes

[VEI 441-13-07, modifié]

3.111

cloisonnement métallique (entre conducteurs)

disposition de conducteurs avec interposition des éléments métalliques mis à la terre de telle sorte que des décharges disruptives ne puissent s'écouler qu'à la terre

[VEI 441-11-11]

NOTE On peut prévoir un cloisonnement métallique aussi bien entre les conducteurs qu'entre les contacts ouverts d'un appareil de connexion ou d'un sectionneur.

3.112

traversée

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

3.113

matériel

partie essentielle du circuit principal ou du circuit de terre de l'appareillage sous enveloppe métallique, qui possède une fonction spécifique (par exemple disjoncteur, sectionneur, interrupteur, fusible, transformateur de mesure, traversée, barre omnibus.)

3.114

circuit principal (d'un ensemble)

toutes les parties conductrices d'un appareillage sous enveloppe métallique comprises dans un circuit destiné à transporter l'énergie électrique

[VEI 441-13-02, modifié]

3.115

circuit de terre

connexion de chaque dispositifs de mise à la terre ou points prévus à fin de mise à la terre vers la borne destinée à être raccordée à la prise de terre de l'installation

3.116

circuit auxiliaire

toutes les parties conductrices d'un appareillage sous enveloppe métallique insérées dans un circuit (autre que le circuit principal) prévues pour la commande, la mesure, la signalisation et la régulation

[VEI 441-13-03, modifié]

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

3.117

dispositif de décharge de pression

dispositif servant à limiter la pression dans un compartiment rempli de fluide

3.118

compartiment à remplissage de fluide

compartiment d'un appareillage sous enveloppe métallique rempli d'un fluide, soit un gaz autre que l'air ambiant, soit un liquide, à des fins d'isolation

3.118.1

compartiment à remplissage de gaz

voir 3.6.5.1 de la CEI 60694.

3.118.2

compartiment à remplissage de liquide

compartiment d'un appareillage sous enveloppe métallique dans lequel le liquide est à pression atmosphérique ou sous une pression qui est maintenue de l'une des manières suivantes:

- a) système à pression entretenue;
- b) système à pression autonome,
- c) système à pression scellé.

Pour les systèmes à pression, voir 3.6.4 de la CEI 60694

3.119

pression relative

pression rapportée à la pression atmosphérique normalisée de 101,3 kPa.

3.120

pression minimale de fonctionnement (des compartiments à remplissage de fluide)

pression de gaz (pression relative) en Pa (ou densité), ou masse de liquide à laquelle et au-dessus de laquelle les caractéristiques assignées de l'appareillage sont conservées

3.121

niveau de calcul (des compartiments à remplissage de fluide)

pression de gaz (pression relative) en Pa (ou densité), ou masse de liquide retenue pour la conception d'un compartiment à remplissage de gaz ou d'un compartiment de remplissage de liquide

3.122

température de calcul (des compartiments à remplissage de fluide)

température maximale pouvant être atteinte par le gaz ou le liquide dans les conditions de service

3.123

température de l'air ambiant (de l'appareillage sous enveloppe métallique)

température, déterminée dans des conditions prescrites, de l'air qui entoure l'enveloppe de l'appareillage sous enveloppe métallique

3.124

partie amovible

partie d'un appareillage sous enveloppe métallique connectée au circuit principal et qui peut être enlevée entièrement de l'appareillage sous enveloppe métallique et remise en place, même quand le circuit principal de l'unité fonctionnelle est sous tension

[VEI 441-13-08,modifié]

3.125

partie débrochable

partie amovible d'un appareillage sous enveloppe métallique qui, tout en demeurant reliée mécaniquement à l'enveloppe, peut être déplacée jusqu'aux positions établissant une distance de sectionnement ou un cloisonnement métallique entre les contacts ouverts

[VEI 441-13-09, modifié]

3.126

position de service (position raccordée)

position occupée par une partie amovible quand elle est entièrement connectée pour la fonction à laquelle elle est destinée

[VEI 441-16-25]

3.127

position de mise à la terre

position occupée par une partie amovible ou état d'un sectionneur dans lequel la fermeture d'un appareil mécanique de connexion provoque la mise en court-circuit et à la terre d'un circuit principal

[VEI 441-16-26, modifié]

3.128

position d'essai (d'une partie débrochable)

position d'une partie débrochable dans laquelle une distance de sectionnement ou un cloisonnement métallique est établi dans le circuit principal et dans laquelle les auxiliaires sont raccordés

[VEI 441-16-27]

3.129

position de sectionnement (d'une partie débrochable)

position d'une partie débrochable dans laquelle une distance de sectionnement ou un cloisonnement métallique est établi dans les circuits de la partie débrochable, cette partie restant mécaniquement reliée à l'enveloppe

[VEI 441-16-28, modifié]

NOTE Dans l'appareillage sous enveloppe métallique à haute tension, les circuits auxiliaires peuvent ne pas être déconnectés.

3.130

position de retrait (d'une partie amovible)

position d'une partie amovible quand elle est retirée et séparée mécaniquement et électriquement de l'enveloppe

[VEI 441-16-29, modifié]

3.131

catégorie de perte de continuité de service (LSC)

catégories définissant les possibilités de maintenir sous tension d'autres compartiments ou unités fonctionnelles quand un compartiment du circuit principal est ouvert.

NOTE 1 La catégorie LSC décrit dans quelle mesure l'appareillage peut rester opérationnel dans le cas où l'accès au circuit principal est nécessaire. Le niveau jugé nécessaire pour l'ouverture d'un compartiment du circuit principal avec l'installation sous tension peut dépendre de plusieurs aspects (voir 8.2)

NOTE 2 La catégorie LSC ne décrit pas de classement de l'appareillage selon la fiabilité (voir 8.2)

3.131.1

appareillage de catégorie LSC2

appareillage qui comporte d'autres compartiments que le compartiment jeu de barres pour l'appareillage à simple jeu de barres

Appareillage sous enveloppe métallique pour lequel, quand un compartiment est ouvert dans une unité fonctionnelle, toutes les autres unités fonctionnelles peuvent être maintenues sous tension et utilisées normalement. Une exception est faite pour le cas du compartiment jeu de barres des appareillages à simple jeu de barres, qui, quand il est ouvert, empêche toute continuité de service.

On distingue deux sous-catégories:

LSC2B: appareillage de catégorie LSC2 dans lequel le compartiment câble correspondant à l'unité fonctionnelle ayant un compartiment ouvert, peut rester sous tension

LSC2A: appareillage de catégorie LSC2 autre que LSC2B

3.131.2

appareillage de catégorie LSC1

appareillage sous enveloppe métallique autre que de catégorie LSC2

3.132

appareillage de classe arc interne (IAC)

appareillage sous enveloppe métallique pour lequel les critères exigés de protection des personnes en cas d'arc internes sont atteints comme le prouvent les essais appropriés.

NOTE Voir l'Annexe A pour plus d'information.

3.133

degré de protection

niveau de protection procuré par une enveloppe, cloison ou volet si applicable, pour protéger contre accès à des parties dangereuses, contre la pénétration de corps solides et/ou la pénétration d'eau et vérifiée par des méthodes d'essai normalisées

(voir 3.3 de la CEI 60529)

3.134

valeur assignée

valeur d'une grandeur fixée, généralement par le constructeur, pour un fonctionnement spécifié de l'appareillage sous enveloppe métallique

[VEI 151-16-08, modifié]

NOTE Voir l'Article 4 pour les valeurs assignées particulières.

3.135

décharge disruptive

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

NOTE 1 Ce terme s'applique à la rupture des diélectriques solides, liquides ou gazeux et à leurs combinaisons.

NOTE 2 Une décharge disruptive dans un diélectrique solide occasionne la perte définitive de la rigidité diélectrique (isolation non autorégénératrice); dans les diélectriques liquides ou gazeux, cette perte peut n'être que momentanée (isolation auto régénératrice).

NOTE 3 Le terme «amorçage» est utilisé lorsque la décharge disruptive se produit dans un diélectrique gazeux ou liquide. Le terme «contournement» est utilisé lorsque la décharge disruptive longe la surface d'un diélectrique solide entouré d'un gaz ou d'un liquide isolant. Le terme «perforation» est utilisé lorsque la décharge disruptive se produit à travers un diélectrique solide.

4 Caractéristiques assignées

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

- a) tension assignée (U_r) et nombre de phases;
- b) niveau d'isolement assigné;
- c) fréquence assignée (f_r);
- d) courant assigné (I_r) en service continu (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), si applicable (pour les circuits principaux et les circuits de mise à la terre);
- g) durée de court-circuit assignée (t_k) (pour les circuits principaux et de terre)
- h) valeurs assignées des matériels faisant partie de l'appareillage sous enveloppe métallique, y compris leurs dispositifs de manœuvre et l'équipement auxiliaire;
- i) niveau de remplissage assigné (des compartiments à remplissage de fluide).

4.1 Tension assignée (U_r)

Les paragraphes 4.1 et 4.1.1 de la CEI 60694 sont applicables

NOTE Les matériels faisant partie de l'appareillage sous enveloppe métallique peuvent avoir leurs propres valeurs de tension assignée conformément à leurs normes correspondantes.

4.2 Niveau d'isolement assigné

Le paragraphe 4.2 de la CEI 60694 est applicable

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 avant le complément suivant:

Certains circuits principaux de l'appareillage sous enveloppe métallique (par exemple barres omnibus, 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 avec le complément suivant:

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

Les valeurs maximales de température et d'échauffement à considérer pour les jeux de barres sont, suivant le cas, les valeurs maximales spécifiées pour les contacts, les raccords ou les pièces métalliques en contact avec des isolants.

L'échauffement des enveloppes et des capots accessibles ne doit pas dépasser 30 K. Dans le cas d'enveloppes ou de capots accessibles mais non prévus pour être touchés pendant la manœuvre normale, la limite de l'échauffement peut être augmentée de 10 K, si elles ne sont pas accessibles au public.

4.5 Courant de courte durée admissible assigné (I_k)

Le paragraphe 4.5 de la CEI 60694 est applicable avec le complément suivant:

Une valeur de courant de courte durée admissible assigné doit aussi être définie pour le circuit de terre. Cette valeur peut être différente de celle du circuit principal.

4.6 Valeur de crête du courant admissible assigné (I_p)

Le paragraphe 4.6 de la CEI 60694 est applicable avec le complément suivant:

Une valeur de crête du courant admissible assigné doit aussi être définie pour le circuit de terre. Cette valeur peut être différente de celle du circuit principal.

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 du matériel en série dans le circuit qui présente les plus faibles caractéristiques. Mais dans chaque circuit ou chaque compartiment, il est admis de tenir compte de l'action de tous les appareils qui limitent le courant de court-circuit, tels que fusibles limiteurs de courant, réactances, etc.

4.7 Durée de court-circuit assignée (t_k)

Le paragraphe 4.7 de la CEI 60694 est applicable avec le complément suivant:

Une valeur de durée de court-circuit assigné doit aussi être définie pour le circuit de terre. Cette valeur peut être différente de celle du circuit principal.

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 fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires

Le paragraphe 4.9 de la CEI 60694 est applicable.

4.10 Pression assignée d'alimentation en gaz comprimé pour l'isolation et/ou la manœuvre

Le paragraphe 4.10 de la CEI 60694 est applicable.

4.10.1 Niveau de remplissage assigné (des compartiments à remplissage de fluide)

Pression (pression relative) en Pa (ou densité) ou masse de liquide assignée par le constructeur, rapportée aux conditions de l'air atmosphérique à 20 °C, à laquelle les compartiments à remplissage de gaz ou de liquide sont remplis avant mise en service.

5 Conception et construction

L'appareillage sous enveloppe métallique doit être construit de telle façon que les opérations normales d'exploitation, de contrôle et de maintenance, la vérification de la présence ou de l'absence de tension du circuit principal, comprenant la vérification habituelle de l'ordre de succession des phases, 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 effectuées sans risque pour le personnel.

Toutes les parties amovibles et tous les matériels de mêmes type, caractéristiques assignées et construction doivent être mécaniquement et électriquement interchangeables.

Les parties amovibles ou les matériels de courant et d'isolation assignés supérieur ou égal peuvent être installés en lieu et place de parties amovibles ou les matériels de courant et d'isolation assignés inférieur ou égal si la conception des parties amovibles, des matériels et des compartiments permet interchangeabilité mécanique. Ceci ne s'applique généralement pas aux composants limiteurs de courant.

NOTE L'installation de parties amovibles ou de matériels de courant et d'isolation assignés supérieurs n'augmente pas nécessairement les performances de l'unité fonctionnelle ou n'implique pas que l'unité fonctionnelle soit capable de fonctionner aux valeurs assignées augmentées des parties amovibles ou des matériels.

Les matériels divers contenus dans l'enveloppe sont soumis aux spécifications particulières les concernant.

Pour les circuits principaux avec des fusibles limiteurs, le constructeur de l'appareillage peut fixer le courant de court-circuit avec fusible.

5.1 Exigences pour les liquides utilisés dans l'appareillage

Le paragraphe 5.1 de la CEI 60694 est applicable.

5.2 Exigences pour les gaz utilisés dans l'appareillage

Le paragraphe 5.2 de la CEI 60694 est applicable avec le complément suivant:

L'hexafluorure de soufre (SF_6) conforme à la CEI 60480 peut être utilisée.

NOTE Pour la manipulation de SF_6 , voir la CEI 61634

5.3 Mise à la terre

Les courants de court-circuit assignés à appliquer au circuit de terre dépendent du régime de neutre du système auquel il est destiné.

NOTE 1 Pour les systèmes ayant le neutre raccordé directement à la terre, le courant de court-circuit maximal peut atteindre le courant de courte durée admissible du circuit principal.

NOTE 2 Pour les systèmes autres que ceux ayant le neutre directement à la terre, le courant de courte durée maximal du circuit de terre peut atteindre 0,87 % du courant de courte durée admissible du circuit principal (court-circuit correspondant au défaut biphasé à la terre).

Le circuit de mise à la terre est normalement conçu pour supporter un seul court-circuit.

5.3.1 Mise à la terre du circuit principal

Pour assurer la sécurité lors des travaux de maintenance, toutes les parties du circuit principal auxquelles il est nécessaire ou prévu d'accéder doivent pouvoir être mises à la terre avant qu'il ne soit possible d'y accéder. Cela ne s'applique pas aux parties amovibles après qu'elles ont été séparées de l'appareillage.

5.3.2 Mise à la terre de l'enveloppe

Le paragraphe 5.3 de la CEI 60694 est applicable avec le complément suivant:

Les unités de transport fabriquées en usine doivent être inter-raccordées au cours de l'installation finale, par un conducteur de terre. Cette interconnexion entre les unités de transport adjacentes doit pouvoir supporter le courant de courte durée et le courant crête assignés pour le circuit de terre.

NOTE 1 En général, l'exigence ci-dessus est remplie si un conducteur de terre de section appropriée est disposé sur toute la longueur de l'appareillage sous enveloppe métallique.

La densité du courant dans le conducteur de terre, s'il est en cuivre, ne doit pas dépasser, 200 A/mm² pour une durée de court-circuit assignée de 1 s, et 125 A/mm² pour une durée de court-circuit assignée de 3 s. Toutefois, la section de ce conducteur doit être d'au moins 30 mm². Il doit être terminé par une borne appropriée, destinée au raccordement au réseau de terre de l'installation. Si le conducteur de terre n'est pas en cuivre, il doit présenter des caractéristiques mécaniques et thermiques équivalentes.

NOTE 2 Afin de servir de guide, voir la méthode de calcul des sections de conducteurs donnée dans la CEI 60724.

L'enveloppe de chaque unité fonctionnelle doit être raccordée à ce conducteur de terre. Il n'est pas nécessaire de raccorder au conducteur de terre les petites parties fixes de l'enveloppe, jusqu'à un diamètre maximum de 12,5 mm, par exemple têtes de vis. Toutes les parties métalliques, prévues pour être mises à la terre et ne faisant pas partie d'un circuit principal ou auxiliaire, doivent être aussi raccordées au conducteur de terre, directement ou par les charpentes métalliques.

Les interconnexions à l'intérieur de l'unité fonctionnelle doivent être assurées par des technologies assurant la continuité électrique entre le cadre, les capots, les portes, les cloisons ou les autres charpentes (par exemple l'assemblage par boutonnage ou soudage). Les portes des compartiments à haute tension doivent être reliées au cadre par des moyens appropriés.

NOTE 3 Le paragraphe 5.102 traite de l'enveloppe et des portes.

5.3.3 Mise à la terre des dispositifs de mise à la terre

Lorsqu'il faut que les connexions de terre conduisent la totalité du courant de court-circuit triphasé (comme dans le cas d'une connexion de court-circuit utilisée comme dispositif de mise à la terre), ces connexions doivent être dimensionnées en conséquence.

5.3.4 Mise à la terre des parties débrochables et amovibles

Les parties métalliques des parties débrochables normalement mise à la terre doivent rester raccordées à la terre dans les positions de test et débrochée, ainsi que dans toutes les positions intermédiaires. Les connexions de terre dans toutes les positions doivent avoir une capacité de conduire le courant au moins égale à celle exigée pour les enveloppes (voir 5.102.1).

Pendant l'insertion, les parties métalliques des parties amovibles normalement mises à la terre doivent être raccordées à la terre avant le contact entre les parties fixes et les parties amovibles du circuit principal.

Si les parties débrochables ou amovibles contiennent des dispositif de mise à la terre, destinés à la mise à la terre du circuit principal, alors la connexion de terre en position de service doit être considérée comme partie du circuit de terre avec les valeurs assignées correspondantes (4.5, 4.6 et 4.7).

5.4 Equipements auxiliaires 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 est applicable.

5.8 Fonctionnement des déclencheurs

Le paragraphe 5.8 de la CEI 60694 est applicable.

5.9 Dispositifs de verrouillage et de surveillance basse et haute pression

Le paragraphe 5.9 de la CEI 60694 est applicable.

5.10 Plaques signalétiques

Le paragraphe 5.10 de la CEI 60694 est applicable avec le complément suivant:

L'appareillage sous enveloppe métallique doit être muni de plaques signalétiques durables et clairement lisibles qui doivent contenir les renseignements selon le Tableau 1.

Tableau 1 – Information pour la plaque signalétique

	Abréviation	Unité	**	Condition: Marquage exigé seulement si
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Constructeur			X	
Désignation du type			X	
Numéro de série			X	
Référence de la notice d'utilisation			X	
Année de construction			X	
Norme applicable			X	
Tension assignée	U_r	kV	X	
Fréquence assignée	f_r	Hz	X	
Tension de tenue assignée aux chocs de foudre	U_p	kV	X	
Tension de tenue assignée à fréquence industrielle	U_d	kV	X	
Courant assigné en service continu	I_r	A	X	

	Abréviation	Unité	**	Condition: Marquage exigé seulement si
Courant de courte durée admissible assigné (pour les circuits principaux et auxiliaire)	I_k	kA	X	
Valeur de crête du courant admissible assigné (pour les circuits principaux et auxiliaire)	I_p	kA	Y	Différent de 2,5 pour 50Hz et 2,6 pour 60 Hz
Durée admissible assignée du courant de court-circuit (pour les circuits principaux et auxiliaire)	t_k	s	X	
Niveau assigné de remplissage pour l'isolation	p_{re}	Pa ou kg	(X)	
Niveau d'alarme pour l'isolation	p_{am}	Pa ou kg	(X)	
Niveau minimal de fonctionnement pour l'isolation	p_{me}	Pa ou kg	(X)	
Fluide d'isolation et masse		kg	(X)	
Classification arc interne	IAC		(X)	
Type d'accessibilité (code)		A(F,L,R), B(F,L R), ou C	(X)	
Courant d'essai d'arc		kA	(X)	
Durée du courant pour l'essai d'arc		s	(X)	
(**) X = le marquage de ces valeurs est obligatoire; (X) = le marquage de ces valeurs s'applique selon les cas; y = le marquage de ces valeurs s'applique selon les conditions de la colonne 5.				
NOTE 1 Les abréviations de la colonne (2) peuvent être utilisées à la place des termes de la colonne (1).				
NOTE 2 Si les termes de la colonne (1) sont utilisés, le mot «assigné» n'est pas nécessaire.				

La plaque signalétique de chaque unité fonctionnelle doit être lisible en position normale de service. Les parties amovibles, s'il y en a, doivent être munies d'une plaque signalétique séparée comportant les données relatives aux unités fonctionnelles auxquelles elles appartiennent, mais cette plaque peut n'être lisible que lorsque la partie amovible est dans la position de retrait.

5.11 Verrouillages

Le paragraphe 5.11 de la CEI 60694 est applicable avec les compléments suivants:

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

a) Appareillage sous enveloppe métallique contenant des parties amovibles

Le débrogage ou l'embrogage d'un disjoncteur, interrupteur ou contacteur n'est possible que si ceux-ci se trouvent dans la position d'ouverture.

La manœuvre d'un disjoncteur, interrupteur ou contacteur n'est possible que si ceux-ci se trouvent dans la position de service, de sectionnement, de retrait, d'essai ou de mise à la terre.

Dans la position de service, le verrouillage empêche la fermeture d'un disjoncteur, interrupteur ou contacteur sauf si tous les circuits auxiliaires prévus pour l'ouverture automatique sont raccordés. Inversement, il doit être impossible de déconnecter les circuits auxiliaires, le disjoncteur étant fermé, en position de service.

- b) Appareillage sous enveloppe métallique ne comportant pas de parties amovibles, mais muni de sectionneurs

Des verrouillages doivent être prévus pour empêcher la manœuvre des sectionneurs dans des conditions pour lesquelles ils ne sont pas prévus (voir CEI 61271-102). La manœuvre d'un sectionneur ne doit être possible que lorsque le disjoncteur, l'interrupteur ou le contacteur associé se trouve en position d'ouverture.

NOTE 1 On peut passer outre à cette règle si, dans un système à deux jeux de barres omnibus, il est possible d'avoir un transfert sans coupure d'un jeu de barres sur l'autre.

La manœuvre du disjoncteur, de l'interrupteur ou du contacteur n'est possible que si le sectionneur associé se trouve en position d'ouverture, de fermeture ou de mise à la terre (si elle existe).

La disposition de verrouillages complémentaires ou différents doit être l'objet d'accord entre constructeur et utilisateur. Le constructeur doit fournir toutes les informations nécessaires sur le but et le mode de fonctionnement des verrouillages.

Il convient que les interrupteurs 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.

Les appareils installés dans les circuits principaux, dont la manœuvre incorrecte peut causer des dommages ou qui servent à assurer la distance de sectionnement durant les travaux de maintenance, doivent être munis de dispositifs permettant de les immobiliser (par exemple, possibilité de disposer des cadenas).

Dans le cas de mise à la terre d'un circuit par l'appareil de connexion principal (disjoncteur, interrupteur ou contacteur) en série avec un interrupteur de terre, l'interrupteur de terre doit être interverrouillé avec l'appareil de connexion principal. Des dispositions doivent être prises pour protéger l'appareil de connexion principal contre une ouverture involontaire, par exemple par déconnexion des circuits à déclencheurs et blocage du déclenchement mécanique.

NOTE 2 Un sectionneur dans la position de mise à la terre peut être utilisé en lieu et place d'un interrupteur de mise à la terre.

Dans le cas de verrouillages non mécaniques, la conception doit être telle qu'aucune situation inadéquate ne puisse arriver en cas d'absence de tension auxiliaire. Cependant, pour des commandes d'urgence, il est admis que des dispositifs complémentaires soient disponibles pour des manœuvres manuelles sans verrouillage. Dans ce cas, le constructeur doit clairement les identifier et doit définir les procédures de manœuvre.

5.12 Indicateur de position

Le paragraphe 5.12 de la CEI 60694 est applicable.

5.13 Degrés 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 est applicable.

5.15 Etanchéité au gaz et au vide

Le paragraphe 5.15 de la CEI 60694 est applicable avec le complément suivant:

Voir 5.103.2.3.

5.16 Etanchéité au liquide

Le paragraphe 5.16 de la CEI 60694 est applicable avec le complément suivant:

Voir 5.103.2.3.

5.17 Ininflammabilité

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 Défaut interne

L'appareillage sous enveloppe métallique qui satisfait aux exigences de cette norme, est conçu et construit, en principe, pour éviter les défauts internes.

L'utilisateur doit le sélectionner de manière appropriée, selon les caractéristiques du réseau, les procédures d'exploitation et de service, voir 8.3.

Si l'appareillage est installé, exploité et maintenu selon les instructions du constructeur, la probabilité d'arc interne pendant l'entière durée de vie est minime, mais ne peut être complètement négligée.

Une défaillance à l'intérieur d'un appareillage sous enveloppe métallique, dû soit à un défaut soit à des conditions de service anormales ou à une mauvaise exploitation peut générer un arc interne, qui représente un risque si des personnes sont présentes.

L'expérience montre que la probabilité de défauts est plus grande en certains endroits à l'intérieur de l'enveloppe que dans d'autres. Le Tableau 2 de l'Article 8 donne une liste de ces localisations, origines des défaillances et les mesures envisageables pour réduire la probabilité de défauts internes.

D'autres mesures peuvent être adoptées pour fournir le niveau de protection des personnes le plus élevé en cas d'arc interne. Ces mesures ont pour but de limiter les manifestations extérieures de tels événements.

Voici ci-dessous quelques exemples de ces mesures:

- élimination de défaut rapide initiée par des détecteurs sensibles à la lumière, la pression ou la chaleur, ou par des protections différentielles de jeu de barres;
- utilisation de fusibles appropriés en combinaison avec l'appareillage de coupure pour limiter le courant atteint et la durée du défaut;
- élimination rapide de l'arc en le commutant sur un court-circuit métallique par le biais de capteurs rapides et d'appareils de fermeture rapide (suppresseur d'arc);
- commande à distance;
- dispositif de décharge de pression;
- déplacement d'une partie débrochable de ou vers sa position de service seulement avec la porte de devant fermée.

L'efficacité de la conception pour fournir le niveau de protection des personnes prescrit en cas d'arc interne, peut être vérifiée par les essais selon l'Annexe A. Les conceptions qui passent avec succès les essais sont qualifiées Classe IAC

5.102 Enveloppe

5.102.1 Généralités

Les enveloppes doivent être métalliques. Des parties extérieures de l'appareillage peuvent être isolantes, pourvu que des parois ou volets métalliques prévus pour être mis à la terre entourent complètement les parties HT. Ceci ne s'applique pas aux regards conformes à 5.102.4. Lorsque l'appareillage sous enveloppe métallique est installé, l'enveloppe doit procurer le degré de protection IP2X (ou supérieur) spécifié au Tableau 6 de la CEI 60694. Elle doit aussi assurer une protection conforme aux conditions suivantes.

Les parties métalliques doivent être conçues pour conduire un courant de 30 A (c.c.) avec une chute de tension maximale de 3 V au point de mise à la terre. La surface d'assise, même non métallique, peut être considérée comme faisant partie de l'enveloppe. Les mesures à prendre pour obtenir le degré de protection prévu pour la surface d'assise doivent être définies dans la notice d'installation.

Les murs d'un local ne sont pas considérés comme faisant partie de l'enveloppe.

Les parties de l'enveloppe qui limitent des compartiments non accessibles doivent être munies d'une indication claire de ne pas démonter.

Les surfaces horizontales de l'enveloppe, par exemple les panneaux du toit, ne sont pas conçus normalement pour supporter le poids d'une personne ou de matériel supplémentaires non fournis comme partie de l'équipement. Si le constructeur déclare qu'il est nécessaire de monter ou marcher sur l'appareillage pour l'exploitation ou la maintenance, la conception doit être telle que les surfaces concernées puissent supporter le poids de l'opérateur sans déformation exagérée et que l'équipement reste propre à l'emploi. Dans de tels cas, les endroits où l'accès ou la marche n'est pas sécurisée, par exemple panneau de décharge de pression, doivent être clairement signalés.

5.102.2 Capots et portes

Les capots et les portes qui font partie de l'enveloppe doivent être métalliques. Exception est faite pour certains capots et portes qui peuvent être isolants, pourvu que les parties HT soient entourées de parois ou volets métalliques destinés à être mis à la terre.

Lorsque les capots et portes qui font partie de l'enveloppe sont fermés, ils doivent procurer le degré de protection spécifié pour l'enveloppe.

Les capots et les portes ne doivent pas être réalisés sous forme de grillages, de métal déployé ou sous des formes similaires. Quand des orifices de ventilation et d'échappement des gaz sont prévus dans les capots ou les portes, référence est faite en 5.102.4/5.

On distingue plusieurs catégories de capots ou de portes selon le type de compartiments accessibles auxquels ils donnent accès:

a) capots ou portes donnant accès à des compartiment accessible par outillage

Ces capots ou portes n'ont pas à être ouverts pour les opérations normales d'exploitation ou d'entretien (capots fixes). Ils ne peuvent pas être ouverts, démontés ou retirés sans l'aide d'outils;

NOTE 1 Il convient de ne les ouvrir que si les précautions pour assurer la sécurité électrique ont été prises.

NOTE 2 Il convient d'apporter une certaine attention aux besoins d'absence de tension/courant dans le circuit principal pour les manœuvres de l'appareillage de coupure (le cas échéant) quand les opérations de maintenance se font portes ou capots ouverts.

b) Compartiment accessible contrôlé par verrouillage ou selon procédure

Ces capots ou portes doivent être fournis s'il est besoin d'accéder aux compartiments pour l'usage ou la maintenance normale tels que définis par le constructeur. Ces capots ou portes ne doivent pas nécessiter d'outils pour leur ouverture ou leur enlèvement et doivent comporter les éléments suivants:

- compartiments accessibles contrôlés par verrouillage

Ces compartiments doivent être munis d'un dispositif d'interverrouillage de manière à ce que l'ouverture du compartiment ne puisse se faire que si la partie du circuit principal contenue dans le compartiment rendue accessible est hors tension et à la terre, ou dans une position débrochée avec les volets clos;

- compartiments accessibles selon procédure.

Ces compartiments doivent être équipés de moyen de condamnation, par exemple de cadenas.

NOTE 3 Il convient que l'utilisateur mette en place les procédures appropriées pour s'assurer que les compartiments à accès contrôlé par procédure ne puissent être ouverts que si la partie du circuit principal contenue dans le compartiment rendue accessible est hors tension et à la terre, ou dans une position débrochée avec les volets clos. Les procédures peuvent être imposées par les lois nationales d'installation ou par les documents de sécurité de l'utilisateur.

5.102.3 Cloisons ou volets parties de l'enveloppe

Si les cloisons ou les volets deviennent partie de l'enveloppe avec la partie amovible dans une des positions définies de 3.127 à 3.130, elles ou ils doivent être métalliques, mis ou mises à la terre et doivent procurer le degré de protection spécifié pour l'enveloppe.

NOTE 1 Une cloison ou un volet devient partie de l'enveloppe si elle ou il est accessible dans l'une des positions définies de 3.127 à 3.130 et si aucune porte n'est prévue pouvant être fermée dans les positions définies de 3.126 à 3.130..

NOTE 2 S'il est prévu qu'une porte puisse être fermée dans les positions définies en 3.126 à 3.130, la cloison ou le volet derrière cette porte n'est pas considéré(e) comme faisant partie de l'enveloppe.

5.102.4 Regards

Les regards doivent procurer au moins le degré de protection spécifié pour l'enveloppe.

Ils doivent être fermés par des plaques transparentes ayant une résistance mécanique comparable à celle de l'enveloppe. Il faut prévoir des moyens pour empêcher la formation de charges électrostatiques dangereuses, soit par des distances d'isolement, soit par blindage électrostatique (par exemple une grille mise à la terre et appliquée sur la face intérieure du regard).

L'isolation entre les parties actives du circuit principal et la surface accessible des regards doit tenir les tensions spécifiées en 4.2 de la CEI 60694 pour les essais diélectriques à la terre et entre pôles.

5.102.5 Orifices de ventilation et d'échappement des gaz

Les orifices de ventilation et d'échappement des gaz doivent être disposés ou protégés de façon à prévoir le même degré de protection que celui spécifié pour l'enveloppe. De tels orifices peuvent être protégés par des grillages ou des dispositifs analogues à condition que ceux-ci aient une rigidité mécanique suffisante.

Les orifices de ventilation et d'échappement des gaz doivent être disposés de telle sorte que des gaz ou des vapeurs s'échappant sous pression ne mettent pas l'opérateur en danger.

5.103 Compartiments

5.103.1 Généralités

Un compartiment doit être désigné par le matériel principal qu'il contient, par exemple compartiment disjoncteur, compartiment jeu de barres, compartiment câble, etc.

Quand un compartiment câble contient des terminaisons de câble avec un autre matériel principal (par exemple disjoncteur, jeu de barres, etc.) alors sa désignation doit être prioritairement celle de l'autre matériel principal.

NOTE Les compartiments peuvent être également identifiés d'après les multiples matériels contenus, par exemple compartiment câble/CT, etc.

Les compartiments peuvent être de types différents, par exemple:

- à remplissage de liquide;
- à remplissage de gaz;
- à isolation solide.

Un matériel enrobé individuellement de matériau isolant solide peut être considéré comme un compartiment, pourvu que les conditions spécifiées dans la CEI 60466 soient remplies.

Les ouvertures nécessaires pour l'interconnexion entre compartiments doivent être fermées par des traversées ou tout autre moyen équivalent.

Le compartiment jeu de barres peut s'étendre sur plusieurs unités fonctionnelles sans que des traversées ou autres dispositifs équivalents ne soient nécessaires. Toutefois, dans le cas de LSC2, chaque jeu de barres, par exemple dans les systèmes à double jeux de barres, ou chaque section déconnectable ou manœuvrable de jeu de barres, doit être dans un compartiment séparé.

5.103.2 Compartiments à remplissage de fluide (gaz ou liquide)

5.103.2.1 Généralités

Les compartiments à remplissage de gaz doivent être capables de supporter les pressions normales et transitoires auxquelles ils sont soumis en service.

Les compartiments à remplissage de gaz, quand ils sont sous pression permanente en service, sont soumis à des conditions de service particulières qui les différencient des réservoirs d'air comprimé ou des réservoirs de stockage similaires. Ces conditions sont les suivantes.

- Les compartiments sont remplis normalement avec un gaz non corrosif, complètement sec, stable et inerte; comme il est fondamental pour le bon fonctionnement de l'appareillage de maintenir ce gaz dans cet état avec seulement de faibles variations de pression, et comme les compartiments ne seront pas soumis à une corrosion interne, la prise en compte de ces facteurs est inutile pour la conception des compartiments.
- La pression de service est inférieure ou égale à 300 kPa (pression relative).

Pour l'installation à l'extérieur, le constructeur doit tenir compte de l'influence des conditions climatiques. (Voir Article 2 de la CEI 60694.)

5.103.2.2 Conception

La conception d'un compartiment à remplissage de fluide doit être basée sur la nature du fluide, température de calcul et si applicable, le niveau de calcul définis par la présente norme.

La température de calcul d'un compartiment à remplissage de fluide est généralement la température maximale de l'air ambiant, augmentée de l'échauffement du gaz dû au passage du courant assigné en service continu. Pour les installations extérieures, les autres influences possibles, telles que les radiations solaires, doivent être prises en compte. La pression de calcul de l'enveloppe doit être au moins égale à la pression maximale régnant dans l'enveloppe à la température de calcul.

Il doit être tenu compte de la possibilité d'apparition d'un défaut interne (voir 5.101) et des données suivantes pour les compartiments à remplissage de fluide:

- a) différence totale de pression possible de part et d'autre des parois du compartiment ou des cloisons, y compris en cas de mise à vide éventuelle durant le remplissage ou la maintenance;
- b) pression résultant d'une fuite accidentelle entre compartiments dans le cas de compartiments adjacents remplis à des pressions de service différentes.

5.103.2.3 Etanchéité

Le constructeur doit indiquer le système de pression utilisé et le taux de fuite admissible pour les compartiments à remplissage de fluide (voir 5.15 et 5.16 de la CEI 60694).

A la demande de l'utilisateur, pour permettre l'accès à un compartiment à remplissage de fluide d'un système à pression autonome ou d'un système à pression entretenue, il convient que le constructeur indique également le taux de fuite admissible à travers les cloisons.

Pour les compartiments à remplissage de gaz dont le niveau minimal de fonctionnement excède 100 kPa (pression relative), il est recommandé de fournir une indication quand la pression à 20 °C est tombée en dessous du niveau minimal de fonctionnement (voir 3.120).

Une cloison séparant un compartiment à remplissage de gaz d'un compartiment voisin rempli avec un liquide, tel qu'une boîte à câble ou un transformateur de tension, ne doit présenter aucune fuite pouvant affecter les qualités diélectriques des deux milieux.

5.103.2.4 Décharge de pression des compartiments à remplissage de fluide

Si des dispositifs – ou conceptions – de décharge de pression sont fournis, ils doivent être placés de façon à réduire au minimum le danger pour un opérateur pendant qu'il effectue les tâches normales d'exploitation si des gaz ou des vapeurs s'échappent sous pression. Les dispositifs de décharge de pression ne doivent pas fonctionner à moins de 1,3 fois la pression de calcul. Le dispositif de décharge de pression peut être obtenu par exemple par une partie faible du compartiment ou par un dispositif dédié, par exemple disque d'éclatement.

5.103.3 Cloisons et volets

5.103.3.1 Généralités

Les cloisons et volets doivent procurer au moins un degré de protection IP2X selon la CEI 60529.

Les cloisons doivent assurer la protection mécanique contre les pressions normales de gaz présentes dans les compartiments voisins (le cas échéant).

Les conducteurs qui traversent les cloisons doivent être munis de traversées ou de tout autre moyen équivalent pour procurer le niveau IP requis.

L'enveloppe de l'appareillage sous enveloppe métallique et les cloisons des compartiments contenant des ouvertures pour permettre l'embrochage des contacts de la partie amovible ainsi que des contacts fixes doivent être munis de volets automatiques qui, manœuvrés correctement pendant les opérations normales d'exploitation, assurent la sécurité des personnes dans chacune des positions définies de 3.126 à 3.130. Des moyens appropriés doivent assurer les manœuvres fiables des volets, par exemple un entraînement mécanique, où les volets sont obligés de suivre le mouvement de la partie amovible.

L'état des volets peut ne pas être immédiatement confirmé depuis un compartiment ouvert dans toutes les situations (par exemple compartiment câble ouvert mais avec les volets montés dans le compartiment disjoncteur). Dans cette situation, la vérification de l'état des volets peut imposer l'accès à un second compartiment ou la présence de regard ou d'indicateur de position fiable.

S'il est nécessaire, lors des travaux de maintenance ou d'essais, d'ouvrir des volets pour atteindre un jeu de contacts fixes, tous les volets doivent être munis de dispositifs permettant de les immobiliser, indépendamment, en position de fermeture. Si, lors des travaux de maintenance ou d'essais, la fermeture automatique des volets a été supprimée pour garder les volets en position ouverte, il ne doit pas être possible de remettre l'appareil de coupure dans sa position de service avant que la manœuvre automatique des volets ne soit rétablie. Ceci peut être obtenu par l'action même de remise en position de service de l'appareil de coupure.

Il est admis d'insérer de manière temporaire un écran pour protéger des contacts fixes exposés sous tension (voir 10.4).

Pour la classe PM, les cloisons et volets entre les compartiments ouverts et les parties sous tension du circuit principal, doivent être métalliques; sinon la classe est PI(voir 3.109).

5.103.3.2 Cloisons et volets métalliques

Les cloisons et volets métalliques ou leurs parties métalliques doivent être raccordé(e)s au point de terre de l'unité fonctionnelle et conçues pour conduire 30 A (c.c.) avec une chute de tension au point de terre inférieure à 3 V.

Les discontinuités dans les cloisons métalliques et les volets métalliques quand ils sont fermés ne doivent pas être supérieures à 12,5 mm, en cohérence avec le degré de protection IP 2X.

5.103.3.3 Cloisons et volets non métalliques

Les cloisons et volets non métalliques, partiellement ou totalement en matériau isolant doivent répondre aux exigences suivantes:

- a) l'isolation entre les parties actives du circuit principal et la surface accessible des cloisons et volets en matériau isolant doit tenir les tensions d'essai spécifiées en 4.2.1 de la CEI 60694 pour les essais diélectriques à la terre et entre pôles;
- b) le matériau isolant doit tenir les tensions d'essai à fréquence industrielle spécifiées au point a). La méthode d'essai appropriée donnée dans la CEI 60243-1 est en principe appliquée;
- c) l'isolation entre les parties actives du circuit principal et le côté intérieur des cloisons et volets en matériau isolant en face de ces parties doit tenir au moins 150 % de la tension assignée de l'équipement;
- d) les courants de fuite qui pourraient atteindre la surface accessible des cloisons et volets par un chemin continu sur des surfaces isolantes ou par un chemin interrompu seulement par d'étroits espaces de gaz ou de liquide ne doivent pas être supérieurs à 0,5 mA dans les conditions d'essai spécifiées (voir 6.104.2).

5.104 Parties amovibles

Les parties amovibles assurant la distance de sectionnement entre les conducteurs à haute tension doivent satisfaire à la CEI 62271-102 sauf en ce qui concerne les essais de fonctionnement mécanique (voir 6.102 et 7.102). Cette fonction de sectionnement est prévue pour des opérations de maintenance seulement.

Si les parties amovibles sont prévues pour être utilisées comme sectionneur ou être ôtées et remplacées plus fréquemment que pour des raisons de maintenance, alors les essais doivent inclure les essais mécaniques de la CEI 62271-102.

L'exigence selon laquelle il doit être possible de reconnaître la position du sectionneur ou de l'interrupteur de terre est considérée comme satisfaite si l'une des conditions suivantes est remplie:

- la distance de sectionnement est visible;
- la position de la partie débrochable, par rapport à la partie fixe, est nettement visible et les positions correspondant à l'embrochage complet et au sectionnement complet sont indiquées clairement;
- la position de la partie débrochable est indiquée par un dispositif indicateur sûr.

NOTE 1 Dans certains pays, la réglementation impose que la distance d'isolement soit visible.

NOTE 2 Voir la CEI 62271-102.

Toute partie amovible doit être maintenue par rapport à la partie fixe de telle sorte que ses contacts ne puissent s'ouvrir intempestivement sous l'effet de forces pouvant se produire en service, en particulier de celles dues au court-circuit.

Pour les appareillages de classe IAC, le déplacement de parties débrochables de ou vers leur position de service doit se faire sans diminution du niveau de protection des personnes en cas d'arc interne. Ceci est obtenu par exemple quand la manœuvre n'est possible que si les portes ou les capots destinés à la protection des personnes sont fermés. D'autres conceptions assurant un niveau équivalent de protection sont admis. L'efficacité des conceptions retenues doit être validée par des essais (voir Article A.1)

5.105 Dispositions pour les essais diélectriques des câbles

Lorsque, pour les essais diélectriques, il n'est pas pratique de déconnecter le câble de l'appareillage sous enveloppe métallique, les parties qui ne peuvent pas être isolées du câble doivent être capables de tenir les tensions d'essai des câbles telles que déclarées par le constructeur et basées sur les normes câble correspondantes. Ceci advient quand un côté de la distance d'isolement est sous la tension normale du système par rapport à la terre tandis que des essais sont faits sur les câbles connectés de l'autre côté de la distance d'isolation.

Voir les essais diélectriques définis en 6.2.101.

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

6 Essais de type

6.1 Généralités

Le paragraphe 6.1 de la CEI 60694 est applicable avec les compléments suivants:

Les matériels faisant partie de l'appareillage sous enveloppe métallique et relevant de spécifications particulières non couvertes par la CEI 60694 doivent y satisfaire et être essayés conformément à ces spécifications, en tenant compte des paragraphes suivants.

Les essais de type doivent être effectués sur une unité fonctionnelle représentative. Il n'est pas pratique de soumettre toutes les dispositions prévues d'appareillage sous enveloppe métallique à des essais de type, compte tenu de la multiplicité des types, des caractéristiques assignées et des combinaisons possibles de matériels. Les caractéristiques d'une disposition donnée peuvent alors être déduites des résultats d'essais obtenus avec des dispositions comparables.

NOTE Une unité fonctionnelle représentative peut prendre la forme d'une unité extensible. Néanmoins, il peut être nécessaire d'assembler par boulonnage deux ou trois unités.

Les essais de type et vérifications comprennent:

Les essais de type obligatoires:

- a) Essais de vérification du niveau d'isolement de l'équipement (voir 6.2)
- b) Essais de vérification de l'échauffement de n'importe quelle partie de l'équipement et mesurage de la résistance du circuit principal (voir 6.5 et 6.4)
- c) Essais de vérification de l'aptitude des circuits principaux et de terre à supporter la valeur de crête du courant et le courant de courte durée admissible assigné (voir 6.6)
- d) Essais de vérification du pouvoir de fermeture et du pouvoir de coupure des appareils de connexion contenus dans l'équipement (voir 6.101)
- e) Essais de vérification du fonctionnement satisfaisant des appareils de connexion et des parties amovibles contenues dans l'équipement (voir 6.102)
- f) Essais de vérification de la protection des personnes contre l'accès aux parties dangereuses et de la protection du matériel contre la pénétration des corps solides étrangers (voir 6.7).

Les essais de type obligatoires, si applicables:

- g) Essais de vérification de la protection des personnes contre les effets électriques dangereux (voir 6.104)
- h) Essais de vérification de la résistance mécanique des compartiments à remplissage de gaz (voir 6.103)
- i) Essais d'étanchéité des compartiments à remplissage de gaz ou de liquide (voir 6.8)
- j) Essais pour évaluer les effets d'un arc dû à un défaut interne:(pour l'appareillage de la classe IAC) (voir 6.106)
- k) Essais de compatibilité électromagnétique (CEM): (voir 6.9).

Essais de type optionnels (faisant l'objet d'un accord entre constructeur et utilisateur)

- l) Essais de vérification de la protection de l'équipement contre les effets externes dus aux intempéries (voir 6.105)
- m) Essais de vérification de la protection de l'équipement contre les impacts mécaniques (voir 6.7)
- n) Essais d'évaluation de l'isolation de l'équipement par le mesurage des décharges partielles (voir 6.2.9)
- o) Essais de pollution artificielle (voir 6.2.8)
- p) Essais diélectriques sur les circuits d'essais des câbles (voir 6.2.101),

Les essais de type peuvent compromettre l'aptitude à l'emploi ultérieur de la partie essayée en service. Par conséquent, les spécimens utilisés pour les essais de type ne doivent pas être mis en service sans un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

6.1.1 Groupement des essais

Le paragraphe 6.1.1 de la CEI 60694 est applicable avec les modifications suivantes:

Les essais de type obligatoires (à l'exception des points j) et k)) doivent être effectués sur quatre spécimens d'essais au maximum

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 Information à inclure dans les rapports d'essais

Le paragraphe 6.1.3 de la CEI 60694 est applicable.

6.2 Essais diélectriques

Le paragraphe 6.2 de la CEI 60694 est applicable

6.2.1 Conditions de l'air ambiant pendant les essais

Le paragraphe 6.2.1 de la CEI 60694 est applicable.

6.2.2 Modalités des essais sous pluie

La CEI 60694 n'est pas applicable: des essais diélectriques sous pluie ne sont pas nécessaires pour l'appareillage sous enveloppe métallique.

6.2.3 Etat de l'appareillage sous enveloppe métallique pendant les essais diélectriques

Le paragraphe 6.2.3 de la CEI 60694 est applicable avec le complément suivant:

Pour l'appareillage sous enveloppe métallique isolé avec un fluide (liquide ou gazeux), les essais diélectriques doivent être effectués avec le fluide isolant spécifié par le constructeur et à la valeur minimale de remplissage également spécifiée par le constructeur.

6.2.4 Conditions de réussite des essais

Le paragraphe 6.2.4 de la CEI 60694 est applicable, avec les modifications suivantes:

- le second alinéa du point a) qui fait référence aux essais sous pluie n'est pas applicable
- le premier paragraphe de l'alinéa b) est remplacés par

L'appareillage satisfait aux essais de chocs si les conditions suivantes sont remplies:

- a) le nombre de décharges disruptives n'excède pas 2 pour chaque série de 15 chocs;
- b) aucune décharge disruptive ne se produit sur une isolation non autogénératrice.

Cela est vérifié par au moins 5 chocs sans décharge disruptive suivant le choc qui a causé la dernière décharge disruptive. Si ce choc est l'un des 5 derniers de la série des 15 chocs, des chocs additionnels doivent être appliqués, pourvu que le nombre total de décharges n'excède pas 2 dans la série complète. Il peut en résulter un nombre maximal de chocs de 25 par série.

NOTE Pour les compartiments remplis avec un fluide essayés avec des traversées d'essais ne faisant pas partie de l'appareillage, les chocs conduisant à un amorçage entre ces traversées d'essais ne sont pas considérés comme faisant partie de la série d'essais.

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

Le paragraphe 6.2.5 de la CEI 60694 n'est pas applicable.

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

a) A la terre et entre phases

Les tensions d'essai spécifiées en 6.2.6 doivent être appliquées en connectant successivement chaque conducteur de phase du circuit principal à la borne à haute tension de la source d'essai. Tous les autres conducteurs du circuit principal et des circuits auxiliaires doivent être reliés au conducteur de terre, ou au cadre et à la borne de terre de la source d'essai.

Si les conducteurs de phase sont à cloisonnement métallique, on n'effectue que des essais à la terre.

Les essais diélectriques doivent être effectués avec tous les appareils de connexion fermés et toutes les parties amovibles en position de service. L'attention est attirée sur la possibilité d'un champ électrique moins favorable lorsque les appareils de connexion sont en position d'ouverture ou que les parties amovibles sont dans une position de sectionnement, de retrait, d'essai ou de mise à la terre. Les essais doivent alors être répétés. Cependant les parties amovibles ne sont pas soumises à ces essais diélectriques lorsqu'elles sont dans une position de sectionnement, d'essai ou de retrait.

Pour ces essais, les équipements tels que les transformateurs de courant, les terminaisons de câbles, les déclencheurs directs ou indicateurs de surintensité doivent être installés dans les conditions normales d'exploitation. En cas de doute concernant la configuration la plus défavorable, les essais doivent être repris dans les différentes configurations possibles.

Pour vérifier la conformité avec les exigences de 5.102.4 et du point a) de 5.103.3.3, un feuillet métallique, de surface circulaire ou carrée aussi grande que possible mais n'excédant pas 100 cm², mis à la terre doit être appliqué, pendant la manœuvre ou la maintenance, à l'endroit le plus défavorable sur le côté accessible du regard, de la cloison ou du volet en matériau isolant. En cas de doute sur l'endroit le plus défavorable, l'essai doit être répété avec le feuillet appliqué à des endroits différents. Pour la commodité de l'essai, sous réserve d'un accord entre le laboratoire d'essais et le constructeur, il est possible d'appliquer simultanément plus d'un feuillet métallique ou de recouvrir de plus grandes parties du matériau isolant.

b) Sur la distance de sectionnement

Chaque distance de sectionnement du circuit principal doit être essayée aux tensions d'essai spécifiées en 6.2.6 selon la procédure d'essais définie en 6.2.5.2 de la CEI 60694.

La distance de sectionnement peut être constituée par

- la position ouverte d'un sectionneur d'isolement,
- la distance entre les deux parties du circuit principal destinées à être connectées par un appareil de connexion débroché ou retiré.

Si, dans la position de sectionnement, un volet métallique mis à la terre est interposé entre les contacts séparés en vue d'assurer un cloisonnement métallique, la distance entre le volet métallique mis à la terre et les parties actives doit tenir seulement les tensions d'essai demandées à la terre.

Si, dans la position de sectionnement, il n'y a pas de volet ni de cloison métallique mis à la terre entre la partie fixe et la partie débrochable, les tensions d'essai spécifiées sur la distance de sectionnement doivent être appliquées:

- entre les contacts mobiles et les contacts fixes qui se correspondent, si, par inadvertance, les parties conductrices du circuit principal de la partie débrochable peuvent être touchées;
- entre les contacts fixes correspondant à un côté et les contacts fixes correspondant à l'autre côté, l'appareil de connexion de la partie débrochable étant fermé si possible, si elles ne peuvent pas être touchées par inadvertance. Si il n'est pas possible que l'appareil de connexion soit fermé dans la position de sectionnement, cet essai doit être répété en position d'essais l'appareil de connexion de la partie débrochable étant fermé.

c) Essais complémentaires

Pour vérifier la conformité avec l'exigence du point c) de 5.103.3.3, l'isolation entre les parties actives du circuit principal et le côté interne des cloisons ou volets en matériau isolant doit être soumise à une tension d'essai à fréquence industrielle égale à 150 % de la tension assignée pendant 1 min après avoir recouvert d'un feuillet métallique mis à la terre la surface interne de la cloison ou du volet située en face de ces parties actives comme décrit au point a) ci-dessus

6.2.6 Essais de l'appareillage sous enveloppe métallique

Les essais doivent être effectués avec les tensions d'essais applicables des Tableaux 1a ou 1b du 4.2 de la CEI 60694. Pour les tensions d'essai par rapport à la terre et entre phases, les colonnes (2) et (4) doivent être utilisées. Pour les essais sur la distance de sectionnement, les colonnes (3) et (5) doivent être utilisées.

6.2.6.1 Essais de tension à la fréquence industrielle

L'appareillage doit être soumis à des essais de tension de tenue de courte durée à fréquence industrielle selon la CEI 60060-1. Pour chaque condition d'essai, la tension doit être élevée jusqu'à la valeur d'essai et y être maintenue pendant 1 min.

Les essais doivent être effectués à sec.

Les transformateurs de mesure, de puissance ou les fusibles peuvent être remplacés par des maquettes reproduisant la répartition du champ dû aux connexions de la haute tension. Les dispositifs de protection contre les surtensions peuvent être déconnectés ou enlevés.

Pendant les essais de tension à fréquence industrielle, une borne du transformateur d'essai doit être connectée à la terre et à l'enveloppe de l'appareillage sous enveloppe métallique, sauf que, pour l'essai selon le point b) de 6.2.5, le point milieu ou un autre point intermédiaire de la source de tension est en principe connecté à la terre et à l'enveloppe pour empêcher que la tension entre une des parties actives et l'enveloppe n'excède la tension spécifiée au point a) de 6.2.5.

Si cela est impraticable, une borne du transformateur d'essai peut, avec l'accord du constructeur, être reliée à la terre et l'enveloppe doit être, si nécessaire, isolée de la terre.

6.2.6.2 Essais de tension de choc de foudre

L'appareillage doit être soumis à des essais de tension de choc de foudre, à sec seulement. La procédure B de la CEI 60060-1 doit être appliquée avec les chocs de foudre normalisés 1,2/50 μ s. Quinze chocs de foudre consécutifs à la tension assignée de tenue doivent être appliqués pour chaque condition d'essai et pour chaque polarité.

Les transformateurs de mesure, de puissance ou les fusibles peuvent être remplacés par des maquettes reproduisant la répartition du champ dû aux connexions de la haute tension.

Les dispositifs de protection contre les surtensions doivent être déconnectés ou enlevés. Les enroulements secondaires des transformateurs de courant doivent être court-circuités et mis à la terre. Les enroulements primaires des transformateurs de courant de faible rapport peuvent aussi être court-circuités.

Pendant les essais de tension aux chocs de foudre, la borne du générateur de choc raccordée à la terre doit être connectée à l'enveloppe de l'appareillage sous enveloppe métallique, sauf que, pour les essais selon le point b) de 6.2.5, l'enveloppe doit être en cas de nécessité, isolée de la terre de telle façon que la tension entre une des parties actives et l'enveloppe n'excède pas la tension spécifiée au point a) de 6.2.5.

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

Non applicable.

6.2.8 Essais de pollution artificielle

L'appareillage sous enveloppe métallique destiné à être utilisé dans des conditions de service plus sévères que les conditions normales de service spécifiées dans cette norme pour la condensation et la pollution peut être soumis à des essais selon la CEI 60932, selon un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

6.2.9 Essais de décharges partielles

Se référer à l'Annexe B avec les compléments suivants:

Cet essai doit être soumis à un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Si cet essai est réalisé, il doit être effectué après les essais aux chocs de foudre et à fréquence industrielle. Les transformateurs de mesure, de puissance ou les fusibles peuvent être remplacés par des maquettes reproduisant la répartition du champ dû aux connexions de la haute tension.

NOTE 1 Dans le cas d'un modèle constitué par la combinaison de composants classiques (par exemple des transformateurs de mesure, des traversées), qui peuvent être essayés séparément conformément aux normes qui leur sont applicables, le but de cet essai est de vérifier l'assemblage de ces composants.

NOTE 2 Cet essai peut être réalisé sur des ensembles ou des sous-ensembles. Il convient de prendre des précautions pour que des décharges partielles externes n'affectent pas le résultat du mesurage.

6.2.10 Essais diélectriques des circuits auxiliaires et de commande

Le paragraphe 6.2.10 de la CEI 60694 est applicable.

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.

S'il existe des dispositifs de limitation de tension, ils doivent être déconnectés.

6.2.11 Essai de tension comme vérification d'état

Le paragraphe 6.2.11 de la CEI 60694 est applicable

6.2.101 Essais diélectriques sur les circuits d'essai des câbles

Pour permettre des essais diélectriques sur les câbles avec l'appareillage en service (voir 5.105), un essai de type de tenue à fréquence industrielle supplémentaire peut être réalisé pour confirmer que les distances d'isolement sollicitées peuvent supporter la tension d'essai des câbles, l'autre côté de la distance d'isolement étant toujours sous tension.

Les valeurs d'essai font l'objet d'un accord entre l'utilisateur et le constructeur.

NOTE Il convient que les valeurs d'essais convenues soient choisies pour assurer une marge de sécurité entre les tensions d'essai à fréquence industrielle assignées pour les distances de sectionnement et la contrainte de tension sur cette distance de sectionnement résultant de l'application, par exemple, d'une tension continue d'essai des câbles d'un côté avec l'autre côté de la distance de sectionnement de l'appareillage sous enveloppe métallique toujours sous tension.

6.3 Essais de tension de perturbation radioélectrique

Non applicable.

6.4 Mesurage de la résistance du circuit principal

6.4.1 Circuit principal

Le paragraphe 6.4.1 de la CEI 60694 est applicable avec le complément suivant:

La résistance mesurée sur la totalité du circuit principal d'un ensemble d'appareillage sous enveloppe métallique indique le bon état du trajet du courant. Cette résistance mesurée doit être prise comme référence pour les essais de routine (voir 7.3).

6.4.2 Circuits auxiliaires

Le paragraphe 6.4.2 de la CEI 60694 est applicable.

6.5 Essais d'échauffement

Le paragraphe 6.5 de la CEI 60694 est applicable avec le complément suivant:

Quand il est prévu une possibilité de choix entre différents matériels ou différentes dispositions, l'essai doit être effectué avec les matériels ou dispositions donnant les conditions les plus sévères. L'unité fonctionnelle représentative doit être montée approximativement comme dans les conditions normales d'exploitation, avec toutes les enveloppes et les cloisons normales, tous les volets normaux, etc., et les capots et les portes fermés.

Les essais doivent être faits normalement 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.

Pour l'essai des unités fonctionnelles individuelles, les unités voisines sont en principe parcourues par un courant produisant les pertes 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 pas être effectué dans les conditions réelles.

Lorsque d'autres composants fonctionnels principaux sont installés à l'intérieur de l'enveloppe, ils doivent être parcourus par les courants produisant les pertes prévues pour les conditions assignées. Pour générer les mêmes dissipations thermiques, des procédures équivalentes sont acceptables.

Les échauffements des différents matériels s'entendent par rapport à la température de l'air ambiant extérieur à l'enveloppe et ne doivent pas excéder les valeurs spécifiées dans les normes dont ils relèvent. S'il n'est pas possible d'avoir une température constante de l'air ambiant, la température superficielle d'une enveloppe identique, placée dans les mêmes conditions d'air ambiant, peut être prise.

6.5.1 Etat de l'appareillage sous enveloppe métallique 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.

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.

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, avec le complément suivant:

a) Essais des circuits principaux

Les circuits principaux de l'appareillage sous enveloppe métallique doivent être soumis à des essais en vue de vérifier leur tenue au courant de courte durée et à la valeur de crête du courant admissible assignés, dans les conditions d'installation et d'emploi prévues, c'est-à-dire qu'ils doivent être essayés selon leur disposition dans l'appareillage sous enveloppe métallique, avec tous les matériels qui peuvent influencer les caractéristiques ou modifier le courant de court-circuit.

Pour ces essais, les connexions courtes aux équipements auxiliaires (comme les transformateurs de tension, les transformateurs auxiliaires, les parafoudres, les condensateurs d'amortissement, les systèmes de détection de tension, et les équipements similaires) ne sont pas considérées comme faisant partie du circuit principal.

Les essais au courant de court-circuit doivent être effectués selon le nombre de phases assigné. Les transformateurs de courant et les déclencheurs éventuels doivent être installés, comme dans les conditions normales d'exploitation, en empêchant toutefois le fonctionnement des déclencheurs.

Les équipements ne comprenant pas de dispositif de limitation de courant pourront être essayés à toute tension convenable. Les équipements incorporant un dispositif de limitation de courant devront être essayés à la tension assignée de l'appareillage. Une autre tension d'essai peut être utilisée si il peut être démontré que le courant crête appliqué et les effets thermiques en résultant sont égaux ou supérieurs à ceux obtenus avec la tension assignée.

Pour les équipements comprenant des dispositifs de limitation, le courant présumé (crête, en valeur efficace et en durée) ne doit pas être inférieur aux valeurs assignées.

Dans le cas de disjoncteurs à déclencheur autonome, ils doivent être réglés à leur valeur maximale de déclenchement.

Les fusibles limiteurs éventuels doivent être munis des éléments de remplacement ayant le plus grand courant assigné spécifié.

Après l'essai, les matériels ou les conducteurs intérieurs de l'enveloppe n'accusent ni déformation ni détérioration nuisible au bon fonctionnement des circuits principaux.

b) Essais des circuits de terre

Les conducteurs de terre, les connexions de terre et les appareils de mise à la terre de l'appareillage sous enveloppe métallique doivent être soumis à des essais en vue de vérifier leur tenue au courant de courte durée et à la valeur de crête du courant admissible assignés dans les conditions de mise à la terre du neutre du réseau. C'est-à-dire qu'ils doivent être essayés selon leur disposition dans l'appareillage sous enveloppe métallique, avec tous les matériels qui peuvent influencer les caractéristiques ou modifier le courant de court-circuit.

Les essais de court-circuit sur les dispositifs de mise à la terre sont effectués selon le nombre de phase assigné. Des essais monophasés complémentaires peuvent être nécessaires afin de vérifier la tenue de tous les circuits prévus pour assurer la liaison entre le dispositif de mise à la terre et la borne de mise à la terre prévue.

S'il existe des dispositifs de mise à la terre amovibles, la connexion de terre entre la partie fixe et la partie amovible doit être essayée dans les conditions correspondant au défaut de terre. Le courant du défaut de terre doit circuler entre le conducteur de terre de la partie fixe et la borne de mise à la terre de la partie amovible. Quand l'appareil de mise à la terre de l'appareillage peut être manœuvré dans des positions différentes de la position normale de service, par exemple dans le cas d'appareillage avec double jeu de barres, un essai doit être réalisé dans ces différentes positions.

Une certaine déformation et détérioration du conducteur de terre, des connexions de terre ou des appareils de mise à la terre est acceptable après l'essai, mais la continuité du circuit doit être maintenue.

Une inspection visuelle est normalement suffisante pour vérifier que la continuité du circuit a été conservée.

En cas de doute, pour être certain que les connexions à la terre sont toujours effectives, la mise à la terre sera vérifiée par un essai à courant continu 30 A jusqu'à la borne de mise à la terre prévue. La chute de tension doit être inférieure à 3 V.

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

Le paragraphe 6.6.1 de la CEI 60694 est applicable avec le complément suivant:

Les équipements essayés doivent être disposés de façon à ce que les conditions les plus défavorables soient obtenues pour les longueurs maximales sans support du (ou des) jeu(x) de barres, des conducteurs et des connexions de l'équipement. Dans le cas d'appareillage comprenant des systèmes à double jeux de barres et/ou de conception à niveau multiple, les essais seront faits dans la ou les positions la plus défavorable de l'appareil de connexion

Les connexions d'essai aux bornes de l'appareillage doivent être disposées de manière à éviter des contraintes ou des efforts anormaux sur les bornes. La distance entre les bornes et les premiers supports des conducteurs d'essai de chaque côté de l'appareillage doit être conforme aux instructions du constructeur mais doit tenir compte des impositions ci-dessus.

L'appareil de connexion doit être en position fermée et équipé avec des contacts propres et neufs.

Chaque essais doit être précédé par une manœuvre à vide de l'appareil de connexion mécanique et, à l'exception des sectionneurs de mise à la terre, par un mesurage de la résistance du circuit principal.

La disposition d'essai doit être indiquée dans le compte rendu d'essai.

6.6.2 Valeur 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.

6.6.4 Etat de l'appareillage après l'essai

Le paragraphe 6.6.4 de la CEI 60694 est applicable.

6.7 Vérification de la protection

6.7.1 Vérification de la codification IP

Le paragraphe 6.7.1 de la CEI 60694 est applicable avec le complément suivant:

Le degré minimal de protection de l'enveloppe de l'appareillage sous enveloppe métallique doit être de IP2X selon les exigences de la CEI 60529. Un degré de protection d'un niveau plus élevé peut être spécifié selon les exigences de la CEI 60529.

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.

6.9 Essais de compatibilité électromagnétique (CEM)

Le paragraphe 6.9 de la CEI 60694 est applicable, à l'exception de l'essai de tension de perturbation radioélectrique.

6.10 Essais complémentaires sur les circuits auxiliaires et de contrôle

La CEI 60694 est applicable pour les paragraphes 6.10.1, 6.10.2, 6.10.4-7

6.10.3 Essais de continuité électrique des sur les parties métalliques reliées à la terre

La CEI 60694 n'est pas applicable.

Aucun essai n'est généralement nécessaire si une conception adéquate est démontrée.

Cependant, en cas de doute, les parties métalliques des enveloppes et/ou les cloisons et les volets métalliques ou leurs parties métalliques doivent être essayées avec un courant continu de 30 A jusqu'à la borne de mise à la terre.

La chute de tension doit être inférieure à 3 V.

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 et les interrupteurs de terre de l'appareillage sous enveloppe métallique 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 sous enveloppe métallique avec tous les matériels associés dont la disposition peut influencer les caractéristiques, tels que connexions, supports, dispositifs d'échappement, etc. Ces essais ne sont pas nécessaires si les essais d'établissement et de coupure ont été réalisés sur les appareils de connexion installés dans un appareillage sous enveloppe métallique dans des conditions plus contraignantes.

NOTE Lors de l'examen des matériels associés susceptibles d'influencer les caractéristiques, il est recommandé de porter une attention particulière aux forces mécaniques dues au court-circuit, à l'échappement des particules produites par l'arc, à la possibilité d'une décharge disruptive, etc. Il est toutefois reconnu que l'influence de ces facteurs est négligeable dans certains cas.

Dans le cas d'une conception à plusieurs niveaux, lorsque les compartiments de chaque niveau ne sont pas identiques mais sont conçus pour accepter le même appareillage de connexion, les essais/série d'essais suivants doivent être répétés dans chaque compartiment en respectant les impositions de chaque norme applicable.

Lorsque les performances en court-circuit des appareils de connexion ont au préalable été essayées dans l'enveloppe de l'appareillage sous enveloppe métallique conformément aux normes applicables, il n'est pas nécessaire de reprendre les essais.

Dans le cas d'appareillage de conception à simple niveau ou à niveau multiple et/ou avec des systèmes à double jeux de barres, une attention particulière aux procédures d'essais applicables pour la vérification des capacités d'établissement et de coupures pour couvrir les combinaisons pouvant se rencontrer en service est nécessaire.

Comme il n'est pas possible de couvrir toutes les configurations et tous les modèles possibles des appareils de connexion, les procédures suivantes doivent être suivies, la combinaison précise des essais étant déterminée par les caractéristiques et l'emplacement des appareils de connexion particuliers pris en considération.

- a) Les séries complètes d'essais d'établissements et de coupures appropriées doivent être réalisées avec l'appareil de connexion dans un des compartiments. Si d'autres compartiments sont de modèle similaire, et que l'appareil de connexion prévu pour être utilisé dans ces compartiments est également identique, alors les essais définis ci-dessus sont également valides pour ces compartiments.
- b) Lorsque les compartiments ne sont pas identiques mais sont conçus pour recevoir les mêmes appareils de connexion, les essais/série d'essais suivants doivent être répétés dans chacun de ces compartiments, en respectant les impositions de chaque norme applicable:

CEI 62271-100 série d'essais T100s, T100a, et essais au courant critique (si nécessaire), en tenant également compte des exigences de 6.103.4 de la norme, s'il est applicable, pour l'aménagement des connexions d'essai.

CEI 62271-102 manœuvres d'établissement en court-circuit selon la classe applicable E1 ou E2.

CEI 60265-1: 10 manœuvres CO avec le courant de charge principalement active (Série d'essais 1). Série d'essais 5 selon la classe applicable E1, E2 ou E3, à moins que l'interrupteur n'ait pas de pouvoir de fermeture sur court-circuit assigné.

CEI 62271-105: Séries d'essais TD_{ISC} , TD_{IWmax} et $TD_{Itransfer}$.

CEI 60470: Vérification de la coordination avec les DPCC selon 6.106 de la CEI 60470.

- c) Lorsque les compartiments sont conçus pour accepter plus d'un type ou d'un modèle d'appareils de connexion, chaque variante doit être entièrement essayée selon les exigences du point a) et également, si nécessaire, du point b) ci-dessus.

6.102 Essais de fonctionnement mécanique

6.102.1 Appareils de connexion et parties amovibles

Les appareils de connexion et les parties débrochables doivent être manœuvrés 50 fois, et les parties amovibles enlevées 25 fois et remises en place 25 fois pour vérifier le bon fonctionnement de l'équipement.

Si la partie débrochable ou amovible est prévue pour être utilisée comme un sectionneur, alors elle doit être essayée selon les exigences de la CEI 62271-102.

6.102.2 Verrouillages

Les verrouillages doivent être placés dans la position prévue pour empêcher la manœuvre des appareils de connexion et l'embrochage ou le débrochage des parties amovibles. Les appareils de connexion doivent subir 50 tentatives de manœuvre et les parties amovibles 25 tentatives d'embrochage et 25 tentatives de débrochage. Pendant ces essais, on doit n'appliquer que l'effort de manœuvre normal et ne se livrer à aucun réglage sur les appareils de connexion, les parties amovibles ou les verrouillages. Dans le cas d'équipement manœuvré manuellement, la poignée de manœuvre préconisée doit être utilisée pour réaliser ces essais.

Les verrouillages sont considérés comme satisfaisants si

- a) on ne peut pas manœuvrer les appareils de connexion,
- b) on ne peut pas embrocher et débrocher les parties amovibles,
- c) les appareils de connexion, les parties amovibles et les verrouillages restent en bon état de fonctionnement et l'effort nécessaire à la manoeuvre est pratiquement le même avant et après les essais.

6.103 Essai de tenue à la pression pour les compartiments à remplissage de gaz

6.103.1 Essai de tenue à la pression pour les compartiments à remplissage de gaz avec dispositif d'échappement des gaz

Chaque modèle de compartiment à remplissage de gaz doit être soumis à un essai de pression selon la procédure suivante:

- La pression relative doit être augmentée jusqu'à atteindre une valeur de 1,3 fois la pression de calcul du compartiment pendant 1 min. Le dispositif d'échappement des gaz ne doit pas fonctionner.
- Ensuite, la pression doit être augmentée jusqu'à une valeur maximale de 3 fois la pression de calcul. Il est admis que le dispositif d'échappement des gaz fonctionne, selon la conception prévue par le constructeur, en dessous de cette valeur. La pression d'ouverture doit être notée dans le compte rendu d'essai de type. Après l'essai, le compartiment peut être déformé mais ne doit pas se rompre.

NOTE La pression relative de tenue de 3 fois la pression de calcul peut ne pas être essayée pour le compartiment, car il n'est pas toujours possible de l'essayer sans la présence du dispositif d'échappement des gaz ou d'une zone dédiée à l'échappement sur la paroi du compartiment.

6.103.2 Essai de tenue à la pression pour les compartiments à remplissage de gaz sans dispositif d'échappement des gaz

Chaque modèle de compartiment à remplissage de gaz doit être soumis à un essai de pression selon la procédure suivante:

- La pression relative doit être augmentée jusqu'à atteindre une valeur de 3 fois la pression de calcul du compartiment pendant 1 min. Après l'essai, le compartiment peut être déformé mais ne doit pas se rompre.

6.104 Essais des cloisons et des volets isolants

Ce paragraphe s'applique uniquement aux cloisons (et volets) prévus pour la protection contre les contacts (directs et indirects) avec les parties sous tension. Quand ces cloisons contiennent des traversées, des essais doivent être réalisés dans les conditions appropriées c'est-à-dire avec la partie primaire des traversées sectionnée et mise à la terre.

Les cloisons et volets non métalliques, constitués entièrement ou en partie de matériaux isolants doivent être essayés comme suit:

6.104.1 Essais diélectriques

- a) L'isolation entre les parties sous tension du circuit principal et la surface accessible des cloisons et volets isolants doit satisfaire aux essais de tension avec les tensions d'essai définies en 4.2 de la CEI 60694 pour l'isolation à la terre et entre pôles. Se référer au point a) de 6.2.5 pour la procédure d'essai.
- b) Un échantillon représentatif du matériau isolant doit pouvoir supporter la tension d'essai à fréquence industrielle définie au point a). Il convient d'utiliser la méthode d'essai appropriée décrite dans la CEI 60243-1.

- c) L'isolation entre les parties sous tension du circuit principal et la surface interne des cloisons et volets isolants qui leur font face doit être essayée à 150% de la tension assignée de l'équipement pendant une durée de 1 min. Pour cet essai, la surface interne de la cloison ou du volet doit être mise à la terre par une feuille conductrice d'au moins 100 cm² mise en place au point le plus contraignant. La procédure d'essai du point a) de 6.2.5 doit être respectée.

6.104.2 Mesurage des courants de fuite

Lorsque l'appareillage sous enveloppe métallique contient des cloisons ou des volets en matériau isolant, on doit effectuer les essais suivants pour vérifier la conformité avec l'exigence du point d) de 5.103.3.3.

Au choix du constructeur, le circuit principal doit être connecté soit à une source triphasée à fréquence industrielle dont la tension est égale à la tension assignée de l'appareillage sous enveloppe métallique, une phase étant mise à la terre, soit à une source monophasée dont la tension est égale à la tension assignée, les parties actives du circuit principal étant connectées entre elles. Pour les essais en triphasé, trois mesurages doivent être faits avec les différentes phases de la source reliées successivement à la terre. Dans le cas d'essais en monophasé, un seul mesurage suffit.

Un feuillet métallique doit être appliqué à l'endroit le plus défavorable pour l'essai sur la surface accessible de l'isolant procurant la protection contre les contacts avec les parties actives. En cas de doute sur l'endroit le plus défavorable, l'essai doit être répété avec le feuillet appliqué à des endroits différents.

La surface de ce feuillet, approximativement circulaire ou carré, doit être aussi grande que possible mais n'excédant pas 100 cm². L'enveloppe et le cadre de l'appareillage sous enveloppe métallique doivent être mis à la terre. Le courant de fuite s'écoulant à la terre par le feuillet métallique doit être mesuré, l'isolant étant sec et propre.

Si la valeur du courant de fuite mesuré dépasse 0,5 mA, la surface isolante n'assure pas la protection exigée par la présente norme.

Si le chemin sur la surface isolante est interrompu, comme indiqué au point d) de 5.103.3.3, par d'étroits espaces de gaz ou de liquide, ces espaces doivent être pontés électriquement. Lorsque ces espaces sont prévus pour éviter le passage d'un courant de fuite entre les parties actives et les parties accessibles des cloisons et volets isolants, les espaces doivent tenir les tensions d'essai spécifiées en 4.2 de la CEI 60694 pour les essais de tension à la terre et entre pôles.

Le mesurage des courants de fuite n'est pas nécessaire si des parties métalliques mises à la terre sont disposées de façon à assurer que les courants de fuite ne puissent pas atteindre les parties accessibles des cloisons et volets isolants.

6.105 Essai de protection contre les intempéries

Après accord entre le constructeur et l'utilisateur, un essai de protection contre les intempéries peut être effectué sur l'appareillage sous enveloppe métallique pour l'extérieur. L'Annexe C de la CEI 60694 indique une méthode recommandée.

6.106 Essai d'arc interne

Cet essai est applicable à l'appareillage sous enveloppe métallique destiné à être qualifié en classe IAC pour la protection des personnes dans le cas d'un arc interne. Les essais doivent être réalisés selon l'Annexe A, dans tous les compartiments des unités fonctionnelles représentatives contenant des parties du circuit principal (se référer à l'Article A.3).

Les compartiments protégés par des fusibles limiteurs satisfaisant à leurs propres essais de type doivent être essayés avec le type de fusible produisant le plus grand courant coupé limité. La durée réelle du passage de courant sera contrôlée par les fusibles. Le compartiment essayé sera désigné comme «protégé par fusibles». Les essais doivent être réalisés à la tension maximale assignée de l'équipement.

NOTE L'utilisation de fusibles limiteurs appropriés en combinaison avec un appareil de connexion peut limiter le courant de court-circuit et minimiser la durée du défaut. Il est bien établi que l'énergie d'arc produite durant un tel essai ne peut pas être prédite par I^2t . Dans le cas de fusibles limiteurs, l'énergie d'arc maximale peut être produite à une valeur du courant inférieure à la valeur de coupure maximale assignée. De plus, il faut que les effets produits par les dispositifs limiteurs de courant qui emploient des procédés pyrotechniques pour commuter le courant vers un fusible limiteur soient pris en considération lors de l'évaluation des modèles utilisant ces dispositifs.

Tous les dispositifs (par exemple, les relais de protection) qui pourraient automatiquement ouvrir le circuit avant la fin prévue de l'essai doivent être mis hors service pendant l'essai. Si des compartiments ou des unités fonctionnelles sont équipés avec des dispositifs prévus pour limiter la durée de l'arc lui-même par d'autres moyens (par exemple en commutant le courant vers un court-circuit métallique), ceux-ci doivent être mis hors service pendant l'essai, à moins qu'ils ne soient destinés à être essayés. Dans ce cas, le compartiment de l'appareillage pourra être essayé avec ce dispositif en service, mais ce compartiment ne doit être qualifié que pour la durée réelle de l'arc. Le courant d'essai doit être maintenu pour la durée assignée de court-circuit du circuit principal.

Cet essai couvre le cas d'un défaut survenant dans l'air ou dans d'autres fluides isolants (liquide ou gazeux) dans l'enveloppe ou dans les composants dont l'enceinte fait partie de l'enveloppe quand les portes et capots sont dans la position requise pour les conditions normales de manœuvres (se référer à l'Article A.1).

La procédure d'essai couvre également le cas particulier d'un défaut survenant dans une isolation solide lorsque cette isolation est réalisée pendant l'assemblage sur site de l'appareillage sous enveloppe métallique et qu'elle n'est pas composée de parties isolantes préfabriquée ayant subi des essais de type (se référer à A.5.2)

La validité des résultats des essais réalisés sur une unité fonctionnelle d'un modèle particulier d'appareillage sous enveloppe métallique peut être étendue à un autre (se référer à 6.1) à condition que le premier ait été essayé dans les conditions les plus contraignantes et que le suivant puisse être considéré comme similaire à celui essayé pour les aspects suivants:

- dimensions;
- structure et robustesse de l'enveloppe;
- architecture des cloisonnements;
- performance du dispositif d'échappement de la pression, s'il existe;
- système d'isolation.

7 Essais individuels de série

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

Se référer à l'Article 7 de la CEI 60694 en ajoutant les essais individuels suivants:

- essais de fonctionnement mécanique:..... 7.102
- essais des dispositifs auxiliaires électriques, pneumatiques et hydrauliques: 7.104
- essais de pression des compartiments à remplissage de gaz (s'il y a lieu): 7.103
- essais après montage sur le site 7.105
- vérification de l'état du gaz après remplissage sur site: 7.106

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

7.1 Essais diélectriques du circuit principal

Le paragraphe 7.1 de la CEI 60694 est applicable avec le complément et l'exception suivante:

L'essai de tension à fréquence industrielle doit être effectué suivant les exigences de 6.2.6.1. La tension d'essai spécifiée aux Tableaux 1a et 1b, colonne 2 de la CEI 60694 doit être appliquée en connectant successivement chaque conducteur de phase du circuit principal à la borne à haute tension de la source d'essai, les conducteurs des autres phases étant reliés à la terre et la continuité du circuit principal étant assurée (par exemple en fermant les appareils de connexion, ou d'une autre manière).

Pour les compartiments à remplissage de gaz les essais doivent être effectués à la pression (ou densité) de remplissage assignée du gaz d'isolation (voir 4.10.1).

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

La CEI 60694 n'est pas applicable. Cet essai doit être réalisé selon accord entre le constructeur et l'utilisateur.

La chute de tension en courant continu ou la résistance de chaque phase du circuit principal doit être mesurée dans des conditions aussi proches que possible des conditions dans lesquelles l'essai de type correspondant a été effectué. La valeur mesurée lors de l'essai de type peut être utilisée pour déterminer la valeur limite de résistance pour l'essai de routine.

7.4 Essais d'étanchéité

La CEI 60694 est applicable.

7.5 Contrôles visuels et du modèle

La CEI 60694 est applicable.

7.101 Mesurage des décharges partielles

Cet essai fait l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

La mesure des décharges partielles peut convenir comme essai individuel de série pour détecter des défauts possibles de matière et de fabrication, principalement si des matériaux d'isolation organiques sont utilisés et est recommandée pour les compartiments remplis avec des fluides.

Si un tel essai est convenu, la méthode d'essai doit être conforme à l'Annexe B.

7.102 Essais de fonctionnement mécanique

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

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.

Chaque appareil de connexion et chaque partie amovible doivent être essayés comme il est spécifié en 6.102, mais en remplaçant les 50 manœuvres ou tentatives par 5 manœuvres ou tentatives dans chaque direction.

7.103 Essais de pression des compartiments à remplissage de gaz

Des essais de pression doivent être faits sur tous les compartiments à remplissage de gaz après fabrication. Chaque compartiment doit être soumis à une pression d'essai égale à 1,3 fois la pression de calcul pendant 1 min.

Cela ne s'applique pas aux compartiments scellés à pression de remplissage assignée inférieure ou égale à 50 kPa (pression relative).

Après cet essai les compartiments ne doivent présenter aucun signe de dommage ou de déformation capable d'affecter le fonctionnement de l'appareillage.

7.104 Essais des dispositifs auxiliaires électriques, pneumatiques et hydrauliques

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 n'effectue aucun réglage.

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

7.105 Essais après montage sur le site

Après montage, l'appareillage sous enveloppe métallique doit être essayé pour en vérifier le fonctionnement correct.

Pour les parties qui sont assemblées sur le site et pour les compartiments qui sont remplis de gaz sur le site, il est recommandé de faire les essais suivants:

a) Essai de tension du circuit principal:

Après accord entre constructeur et utilisateur, des essais diélectriques à fréquence industrielle peuvent être effectués à sec sur les circuits principaux de l'appareillage sous enveloppe métallique, après montage sur le site, exactement de la même manière que ceux spécifiés en 7.1 pour les essais individuels de série en usine.

La tension d'essai à fréquence industrielle est de 80 % des valeurs indiquées en 7.1 et doit être appliquée à chaque conducteur de phase du circuit principal avec les autres conducteurs de phase mis à la terre, successivement. Pendant les essais, une borne du transformateur d'essai doit être connectée à la terre et à l'enveloppe de l'appareillage sous enveloppe métallique.

Si l'essai diélectrique après montage sur le site remplace l'essai individuel de série en usine, on doit appliquer la pleine tension d'essai à fréquence industrielle

NOTE Il convient de déconnecter les transformateurs de tension pendant les essais diélectriques sur site, à moins que la fréquence d'essai utilisée pour l'essai sur site ne soit suffisamment élevée pour éviter la saturation de leur noyau.

b) Essais d'étanchéité: le paragraphe 7.4 est applicable.

b) Vérification de l'état du fluide après remplissage sur le site: le paragraphe 7.106 est applicable

7.106 Vérification de l'état du fluide après remplissage sur le site

L'état du fluide dans les compartiments à remplissage de fluide doit être déterminé, et doit être conforme à la spécification du constructeur.

8 Guide pour le choix de l'appareillage sous enveloppe métallique selon le service

L'appareillage sous enveloppe métallique peut être construit sous différentes formes qui ont évolué en fonction des changements de technologies et des exigences fonctionnelles. Le choix d'un appareillage sous enveloppe métallique nécessite l'identification des impositions fonctionnelles pour le service souhaité de l'installation et de la constitution des cloisonnements internes qui satisfont au mieux ces impositions. Des explications sur les changements de classifications, en comparaison à celles de la troisième édition (1990) de la CEI 60298 et d'autres pratiques courantes, sont données à l'Annexe C.

Il convient de tenir compte de la législation applicable et des règlements de sécurité des utilisateurs pour définir ces impositions.

Le Tableau 2 résume les considérations à prendre en compte pour spécifier l'appareillage.

8.1 Choix des valeurs assignées

Pour des contraintes en service données, l'appareillage sous enveloppe métallique est choisi en tenant compte des caractéristiques assignées individuelles de ses composants, déterminées par les conditions en charge normale et de défaut. Les valeurs assignées d'un assemblage d'appareillages peuvent être différentes de celles de leurs composants.

Il convient de choisir les caractéristiques assignées selon la présente norme en tenant compte des caractéristiques du réseau et de ses extensions présumées. Une liste des caractéristiques assignées est indiquée à l'Article 4.

Il convient aussi de considérer d'autres paramètres tels que les conditions atmosphériques et climatiques locales et l'utilisation à des altitudes dépassant 1 000 m.

Il convient de déterminer les contraintes imposées par les conditions de défaut en calculant les courants de défaut à l'endroit où l'installation de l'appareillage sous enveloppe métallique est prévue dans le réseau. Se référer à la CEI 60909-0 pour cet aspect.

8.2 Choix du modèle et de sa construction

8.2.1 Généralités

On identifie normalement un appareillage sous enveloppe métallique par sa technologie d'isolation (par exemple isolé dans l'air ou dans un gaz) et par sa structure fixe ou débrochable. La nécessité que des composants individuels soient débrochables ou extractibles dépend en premier lieu des exigences (si il y en a) de maintenance et/ou d'essais.

Le développement d'appareils de connexion à maintenance réduite a diminué la nécessité d'un suivi fréquent des composants soumis à l'usure de l'arc. Cependant la nécessité d'accessibilité à des composants consommables par exemple des fusibles ou pour une inspection ou des essais occasionnels des câbles subsiste. La lubrification et le réglage de parties mécaniques peuvent également être demandés, et c'est la raison pour laquelle certaines conceptions rendent accessibles les parties mécaniques en les plaçant à l'extérieur du compartiment HT.

La préférence donnée par l'utilisateur pour une isolation dans l'air ou dans un fluide et pour une structure fixe ou débrochable peut être déterminée par l'importance donnée à l'accès pour maintenance et/ou la possibilité de tolérer une mise hors tension complète du tableau. Si la demande de maintenance n'est pas fréquente, comme c'est souvent la pratique préférée actuellement, les ensembles équipés avec des composants à faible maintenance peuvent répondre au besoin de façon bien adaptée. Les ensembles fixes, en particulier ceux employant des composants à faible maintenance, peuvent constituer une alternative intéressante en terme de coût sur la durée de vie du produit.

Dans le cas où un compartiment contenant le circuit principal est ouvert, l'imposition de pouvoir intervenir sur l'appareillage en toute sécurité nécessite (indépendamment de la structure fixe ou débrochable) que les parties sur lesquelles un travail doit être réalisé doivent être isolées de toute source d'alimentation et mises à la terre. De plus, il convient que les dispositifs de sectionnement utilisés pour l'isolation soient verrouillés contre une reconnexion.

8.2.2 Architecture et accessibilité aux compartiments

La structure des différents cloisonnements définis dans cette norme tente de faire la part entre des exigences telles que la continuité de service et la maintenabilité. Dans ce paragraphe, des indications sont données pour définir dans quelle mesure les différentes variantes peuvent satisfaire aux besoins de maintenabilité.

NOTE 1 Les cloisonnements amovibles temporaires qui peuvent être nécessaires pour prévenir un contact accidentel avec des parties sous tension lors de la réalisation de certaines procédures de maintenance sont décrits en 10.4.

NOTE 2 Si l'utilisateur emploie d'autres procédures de maintenance, telles que l'établissement de distances de sécurité et/ou la mise en place et l'utilisation de barrières temporaires, celles-ci sont hors du domaine d'application de cette norme.

La description complète de l'appareillage doit inclure la liste et le type de chaque compartiment, par exemple compartiment jeu de barres, compartiment disjoncteur, etc., le type d'accessibilité prévu pour chacun et la structure (débrochable ou non).

Il y a quatre types de compartiments, trois étant accessibles par l'utilisateur et un non accessible.

Compartiments accessibles: trois méthodes sont définies pour contrôler l'ouverture d'un compartiment accessible.

- La première, par l'utilisation d'interverrouillages assurant que toutes les parties sous tension internes sont hors tension et mises à la terre, définissant un «compartiment accessible contrôlé par interverrouillage».
- La seconde, basée sur les procédures de l'utilisateur et l'utilisation de dispositifs de condamnation, le compartiment étant pourvu de dispositifs pour permettre la mise en place de cadenas ou de moyens équivalents, définissant un «compartiment accessible selon procédure».
- La troisième ne prévoyant aucun dispositif intégré pour assurer la sécurité électrique avant l'ouverture. Elle nécessite des outils pour l'ouverture définissant un «compartiment accessible par outillage».

Les deux premiers types de compartiments accessibles ci-dessus sont à la disposition de l'utilisateur et sont destinés aux manœuvres et à la maintenance normales. Les capots et/ou portes correspondant à ces deux types de compartiments accessibles ne nécessitent pas l'utilisation d'outils pour leur ouverture.

Lorsque l'ouverture du compartiment nécessite des outils, cela constitue normalement une indication claire qu'il convient que l'utilisateur prenne d'autres mesures pour assurer la sécurité, voire pour assurer le maintien des performances, par exemple celles concernant l'isolation, etc.

Compartiment non accessible: il n'est prévu aucun accès pour les utilisateurs et son ouverture peut conduire à mettre hors d'usage tout le compartiment. L'indication claire de ne pas l'ouvrir est soit prévue sur le compartiment, soit est déterminée par ses caractéristiques constructives, par exemple la soudure complète de la cuve d'un GIS.

8.2.3 Continuité de service de l'appareillage

L'enveloppe métallique est destinée à procurer le niveau de protection des personnes contre l'accès aux parties dangereuses et la protection de l'équipement contre la pénétration d'objets solides étrangers. Il est aussi possible d'assurer un niveau de protection contre une défaillance de l'isolation par rapport à la terre (masse) avec des capteurs appropriés et des dispositifs de contrôle auxiliaires.

La catégorie de perte de continuité de service (LSC) de l'appareillage décrit dans quelle mesure les autres compartiments et/ou unités fonctionnelles peuvent rester sous tension lorsqu'un compartiment contenant un circuit principal est ouvert.

Catégorie LSC1: cette conception n'est pas prévue pour assurer une continuité de service pendant la maintenance (si elle est nécessaire) et peut nécessiter le sectionnement complet par rapport au réseau de l'appareillage et sa mise hors tension avant d'accéder à l'intérieur de l'enveloppe.

Catégorie LSC2: Cette conception est prévue pour permettre d'assurer au maximum la continuité de service du réseau lors de l'accès aux compartiments internes de l'appareillage.

LSC2 est divisé en deux niveaux:

LSC2A: lorsqu'on accède aux composants d'une unité fonctionnelle, les autres unités fonctionnelles de l'appareillage peuvent rester en service.

Exemple LSC2A pour une conception débrochable: pratiquement, ceci signifie que les câbles HT d'arrivée de cette unité fonctionnelle doivent être mis hors tension et à la terre et que le circuit doit être sectionné et séparé (physiquement et électriquement) du jeu de barres. Le jeu de barres peut rester sous tension. Le terme séparation est utilisé ici plutôt que cloisonnement métallique pour éviter de faire une distinction à ce niveau entre isolation et cloison métallique et volet, voir en 8.2.4.

LSC2B: en plus du niveau de continuité de service LSC2A ci-dessus, les câbles HT d'arrivée de l'unité fonctionnelle à laquelle on accède peuvent rester sous tension dans cette catégorie LSC2B. Ceci signifie qu'il y a un autre point de sectionnement et de séparation, c'est-à-dire entre l'appareil de connexion et les câbles.

Exemple LSC2B pour une conception débrochable: si l'appareil principal de connexion de chaque unité fonctionnelle d'un appareillage LSC2B est mis en place dans un compartiment qui lui est propre, la maintenance peut être réalisée sur cet appareil principal de connexion sans mettre hors tension les raccordements aux câbles qui lui correspondent. En conséquence, il est nécessaire d'avoir un minimum de trois compartiments pour chaque unité fonctionnelle dans cet exemple d'appareillage LSC2B:

- pour chaque appareil de connexion principal;
- pour les composants raccordés d'un côté de l'appareil principal de connexion, par exemple le circuit d'alimentation;
- pour les composants raccordés de l'autre côté de l'appareil principal de connexion, par exemple le jeu de barres. Lorsqu'il y a plus qu'un jeu de barres, chaque jeu est dans un compartiment séparé.

8.2.4 Classe de cloisonnement

Il existe deux classes de cloisonnement, la classe PM (3.109.1) et la classe PI (3.109.2).

Le choix d'une classe de cloisonnement n'assure pas nécessairement la protection des personnes dans le cas d'un arc interne dans un compartiment adjacent, voir l'Article A.1 ainsi que 8.3.

Classe PM: les compartiments, lorsqu'ils sont ouverts, sont entourés par des cloisonnements métalliques et/ou des volets destinés à être mis à la terre. Un volet peut ou non se situer dans le compartiment ouvert lui-même, dans la mesure où le cloisonnement métallique (définition 3.111) est réalisé entre les composants du compartiment ouvert et les composants des compartiments adjacents. Voir 5.103.3.1.

L'objectif est qu'il n'y ait aucun champ électrique dans le compartiment ouvert et qu'il ne se produise pas de changement du champ électrique dans les compartiments qui l'entourent.

NOTE Cette classe s'applique aux compartiments ouverts qui ne sont soumis à aucun champ électrique dû aux parties sous tension et sans influence possible sur la répartition du champ autour de ces parties sous tension, à l'exception des effets dus au changement de position des volets.

8.3 Classe de tenue à l'arc interne

Lors du choix d'un appareillage sous enveloppe métallique, il convient de tenir compte de la possibilité d'un défaut interne, dans le but d'assurer un niveau de protection acceptable pour les exploitants et, lorsque c'est le cas, pour les tiers.

Cette protection est réalisée en réduisant le risque à un niveau tolérable. Selon le Guide ISO/CEI 51, le risque est la combinaison de la probabilité d'arrivée du dommage et de sa sévérité. (Voir l'Article 5 du Guide ISO/CEI 51 sur le concept de sécurité.)

Par conséquent, il convient de réaliser le choix de l'équipement adapté, pour l'arc interne, avec une procédure permettant d'atteindre un niveau de risque tolérable. Une telle procédure est décrite à l'Article 6 du Guide ISO/CEI 51. Cette procédure est basée sur l'hypothèse que l'utilisateur a un rôle à jouer dans la réduction du risque.

A titre de guide, le Tableau 2 donne une liste d'emplacements pour lesquels l'expérience a montré que les défauts avaient une plus grande chance de se produire. Il donne aussi la cause des défaillances et les mesures possibles pour diminuer la probabilité d'un arc interne. Si nécessaire, il convient que l'utilisateur mette en pratique celles qui sont applicables lors de l'installation, la mise en service, la manœuvre et la maintenance.

D'autres mesures peuvent être prises pour assurer le plus haut niveau possible de protection des personnes dans le cas d'un arc interne. Ces mesures ont pour but de limiter les conséquences externes d'un tel événement.

Quelques exemples de telles mesures sont les suivants:

- temps d'élimination du défaut rapide par l'utilisation de capteur sensibles à la lumière, à la pression ou la chaleur ou par des protections différentielles barres;
- utilisation de fusibles adaptés en combinaison avec les appareils de connexion pour diminuer le courant coupé limité et la durée du défaut;
- élimination rapide de l'arc en le dérivant sur un court-circuit métallique au moyen de dispositifs de détection et de fermeture rapide (arc eliminator);
- contrôle à distance;
- dispositif d'échappement de la pression;

- déplacement de la partie débrosable vers ou depuis la position de service uniquement lorsque la porte avant est fermée.

Le paragraphe 5.102.3 prend en compte la disposition pratique des volets faisant partie de l'enveloppe quand ils sont fermés dans les positions 3.127 à 3.130. Le changement d'état lorsqu'on se déplace de la position 3.126 à 3.128 (et vice versa) n'est pas essayé.

Des défaillances peuvent se produire pendant l'embrosage ou le débrosage des parties débrosables. Ces défaillances ne sont pas nécessairement dues au changement du champ électrique lors de la fermeture des volets, bien que ce soit une des possibilités. Une avarie ou une déformation des contacts d'embrosage et/ou des volets entraîne une défaillance plus fréquente telle qu'un amorçage à la terre est initié pendant le processus d'embrosage/débrosage.

Pour définir la classe IAC, les points suivants doivent être considérés:

- tous les appareillages ne seront pas classés IAC;
- tous les appareillages ne sont pas de conception débrosable;
- tous les appareillages ne sont pas équipés d'une porte qui peut être fermée dans les positions définies en 3.126 à 3.128.

Tableau 2 – Emplacements, causes et exemples de mesures à prendre pour diminuer la probabilité de défaut interne

Emplacements préférentiels où l'arc peut s'amorcer (1)	Causes possibles des défauts internes (2)	Exemples de mesures préventives possibles (3)
Compartiments câbles	Conception inadéquate	Choisir des dimensions suffisantes. Utiliser des matériels appropriés
	Installation défectueuse	Eviter de croiser les câbles. Contrôle de la main d'œuvre sur le site. Couple de serrage correct.
	Défaut d'isolement solide ou liquide (défaut ou manque d'isolant)	Contrôle de la main d'œuvre et/ou essai diélectrique sur le site. Vérification régulière du niveau des liquides (si applicable).
Sectionneurs Interrupteurs Interrupteurs de terre	Fausse manoeuvre	Verrouillages (voir 5.11). Réouverture retardée. Manoeuvre manuelle indépendante. Pouvoir de fermeture sur court-circuit pour les interrupteurs et interrupteurs de terre. Instructions au personnel.
Connexions boulonnées et contacts	Corrosion	Utilisation de revêtements anticorrosion et/ou graisse. Utilisation de placage. Enrobage si possible
	Assemblage défectueux	Contrôle de la main-d'œuvre par une méthode appropriée. Couple de serrage correct. Moyens de fixation appropriés
Transformateurs de mesure	Ferro-résonance	Eviter ces influences électriques par une conception convenable des circuits.
	Court-circuit côté BT pour les TT	Eviter les courts-circuits par des moyens appropriés par exemple capots de protection, fusibles BT
Disjoncteurs	Manque d'entretien	Entretien régulier sur programme. Instructions au personnel.
Tous emplacements	Erreur commise par le personnel	Limitation d'accès par compartimentage. Enrobage isolant des parties actives. Instructions au personnel.
	Vieillessement diélectrique	Essai individuel en décharge partielle
	Pollution, humidité, pénétration de poussière, insectes, etc.	Mesures à prendre pour s'assurer que les conditions de service spécifiées sont respectées (voir article 2). – Utilisation de compartiments à remplissage de gaz.
	Surtensions	Protection contre la foudre. Coordination d'isolement convenable. Essais diélectriques sur site.

Pour choisir l'appareillage adapté pour la contrainte d'arc interne, les critères suivants peuvent être utilisés:

- quand le risque est considéré comme négligeable, un appareillage sous enveloppe métallique de la classe IAC n'est pas nécessaire;
- quand le risque est considéré comme significatif, il convient de n'utiliser que de l'appareillage sous enveloppe métallique de la classe IAC.

Dans le second cas, il convient de faire le choix en prenant en compte le niveau maximal de courant prévisible et la durée du défaut, comparés aux valeurs assignées de l'équipement essayé. De plus, il convient de suivre les instructions d'installation du constructeur (voir l'Article 10). En particulier, la position du personnel pendant un phénomène d'arc interne est important. Il convient que le constructeur indique quels côtés de l'appareillage sont accessibles, en fonction de la disposition lors des essais et il convient que l'utilisateur suive scrupuleusement ces instructions. L'autorisation de la pénétration du personnel dans une zone non déclarée comme accessible peut exposer ce personnel à des blessures.

La classification IAC procure un niveau de protection des personnes validé dans les conditions normales de manœuvres comme indiqué à l'Article A.1. Elle se rapporte à la protection du personnel dans ces conditions, mais ne se rapporte pas à la protection du personnel dans des conditions de maintenance et avec une continuité de service.

Les exigences techniques, les caractéristiques et les essais optionnels relatifs à l'appareillage sous enveloppe sont résumés dans le Tableau 3.

Tableau 3 – Résumé des exigences techniques, des caractéristiques et des essais optionnels pour l'appareillage sous enveloppe

Information	Paragraphe de cette norme	Indication des exigences à apporter par l'utilisateur si nécessaire
Particularité du réseau (ne faisant pas partie des caractéristiques de l'équipement)		
Tension kV		
Fréquence Hz		
Nombre de phases		
Mode de mise à la terre du neutre		
Caractéristiques de l'appareillage		
Nombre de pôles		
Classe – intérieure, extérieure (ou conditions spéciales de service)	2	
Dénomination des compartiments:- Jeu de barres Appareil principal Câble TC TT (etc.)	3.107 (voir 5.103.1)	Compartiment jeu de barres = Compartiment appareillage principal = Compartiment câbles = Compartiment TC = Compartiment TT = Compartiment Câble/TC = Appareillage principal /TC = Autre compartiment (à définir) =
Type du compartiment (à spécifier pour chaque compartiment HT) si applicable:- Compartiment accessible contrôlé par verrouillage Compartiment accessible selon procédure Compartiment à accès contrôlé par outillage compartiment non accessible	3.107.1 3.107.2 3.107.3 3.107.4	

Information	Paragraphe de cette norme	Indication des exigences à apporter par l'utilisateur si nécessaire
Classe de cloisonnement classe PM classe PI	3.109.1 3.109.2	
Débrochable/ non débrochable (appareil principal)	3.125	(Débrochable/ non débrochable) =
Catégorie de perte de continuité de service (LSC) LSC2B LSC2A LSC1	3.131.1 3.131.1 3.131.2	
Tension assignée U_r 3,6 kV; 7,2 kV; 12 kV; 17,5 kV; 24 kV; 36 kV, etc. et nombre de phases 1, 2 or 3	4.1	
Niveau d'isolement assigné: Tenue à la tension de courte durée à fréquence industrielle U_d Tenue à la tension de choc de foudre U_p	4.2	(Valeur commune/entre la distance d'isolement) a) / b) /
Fréquence assignée f_r	4.3	
Courant permanent assigné I_r Arrivée Jeu de barres Départ	4.4	a) b) c)
Courant de courte durée admissible assigné I_k Circuit principal (arrivée/jeu de barres/départ) Circuit de terre	4.5	a) b)
Valeur de crête du courant admissible assigné I_p Circuit principal (arrivée/jeu de barres/départ) Circuit de terre	4.6	a) b)
Durée de court-circuit assignée t_k Circuit principal (arrivée/jeu de barres/départ) Circuit de terre	4.7	a) b)
Tension assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires et de commande U_a a) Fermeture et déclenchement b) Indication c) Contrôle	4.8	a) b) c)
Fréquence assignée d'alimentation des circuits de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires	4.9	
Dispositifs de verrouillage et de surveillance basses et hautes pressions (Indiquer les exigences, par exemple verrouillage si indication d'une basse pression etc.)	5.9	

Information	Paragraphe de cette norme	Indication des exigences à apporter par l'utilisateur si nécessaire
Dispositif de verrouillage (Indiquer toute exigence additionnelle à celle de 5.11)	5.11	
Degré de protection de l'enveloppe (si différente de IP2X):- Portes fermées Portes ouvertes	5.13 (voir 5.102.1 et 5.102.3)	a) b)
Essais de pollution artificielle	6.2.8	Exigences supplémentaires pour la condensation et la pollution:-
Essais de décharges partielles	6.2.9	Accord avec le constructeur pour les valeurs d'essai
Essais diélectriques sur les circuits d'essai des câbles	6.2.101	Accord avec le constructeur pour les valeurs d'essai
Essai de protection contre les intempéries	6.105	Accord si applicable
Mesurage des décharges partielles	7.101	Accord avec le constructeur pour les valeurs d'essai
Essai de défaut interne IAC Type d'accessibilité à l'appareillage (pour A et B, spécifier la ou les faces qui sont nécessaires) A limité aux personnes autorisées seulement B accès libre (y compris le public) C accessibilité par une installation hors d'atteinte Valeur d'essai de cette classe en kA et durée en s	6.106 Article A.2 Voir également exemple à l'Article A.8 Article A.3	O/N F pour la face avant = L pour les faces latérales = R la face arrière =
Information complémentaire Par exemple exigence spéciale pour les essais des câbles		

9 Renseignements à donner dans les appels d'offres, les soumissions et les commandes

9.101 Renseignements dans les appels d'offres et les commandes

En faisant un appel d'offres ou en passant commande d'une installation d'appareillage sous enveloppe métallique, il convient que les renseignements suivants soient fournis par le demandeur:

1) Caractéristiques propres au réseau

Tension nominale et tension la plus élevée, fréquence, modalités de mise à la terre du neutre.

2) Conditions de service, si elles sont différentes des conditions normales (voir Article 2)

Les températures minimale et maximale de l'air ambiant; toutes conditions divergeant des conditions normales de service ou nuisant au fonctionnement satisfaisant de l'équipement, telles que, par exemple, l'exposition inhabituelle à la vapeur, à l'humidité, aux fumées, aux gaz explosifs, à la poussière excessive ou au sel; le risque de tremblements de terre ou d'autres vibrations dues à des causes extérieures à l'équipement à livrer.

- 3) Caractéristiques de l'installation et de ses matériels
 - a) installation pour l'intérieur ou l'extérieur;
 - b) nombre de phases;
 - c) nombre de jeux de barres, comme indiqué dans le schéma unifilaire;
 - d) tension assignée;
 - e) fréquence assignée;
 - f) niveau d'isolement assigné;
 - g) courants assignés en service continu des jeux de barres et des circuits d'alimentation;
 - h) courant de courte durée admissible (I_k);
 - i) durée assignée du court-circuit (si elle est différente de 1s);
 - j) valeur de crête du courant admissible assigné (si elle est différente de $2,5 I_k$);
 - k) valeurs assignées des composants;
 - l) degré de protection procuré par l'enveloppe et les cloisons;
 - m) schémas des circuits;
 - n) classe d'appareillage sous enveloppe métallique (LSC1 ou LSC2);
 - o) désignation des appellations et catégories des différents compartiments, si spécifiés;
 - p) classe des cloisons et volets (PM ou PI);
 - q) classification IAC, si spécifiée, avec les informations correspondantes I_k , I_p , t ainsi que FLR, ABC, quand applicable;
- 4) Caractéristiques des dispositifs de manoeuvre
 - a) type des dispositifs de manoeuvre;
 - b) tension assignée d'alimentation (si nécessaire);
 - c) fréquence assignée d'alimentation (si nécessaire);
 - d) pression assignée d'alimentation (si nécessaire);
 - e) exigences spéciales de verrouillage.

En plus de ces renseignements, le demandeur indiquera toute condition qui peut influencer la soumission ou la commande, telle que les conditions particulières de montage ou d'installation, l'emplacement des connexions externes à haute tension, les règles pour les réservoirs de pression, les demandes pour les opérations de test des câbles.

On indiquera si des essais de type spéciaux sont demandés.

9.102 Renseignements pour les soumissions

En principe, les renseignements suivants sont donnés par le constructeur, si applicable, avec les notices descriptives et les plans:

- 1) Valeurs et caractéristiques assignées telles qu'énumérées au point 3 de 9.101.
- 2) Sur demande, certificats ou comptes rendus d'essai de type.
- 3) Détails de construction, par exemple:
 - a) masse de l'unité de transport la plus lourde;
 - b) dimensions hors tout de l'installation;
 - c) disposition des connexions externes;
 - d) dispositifs pour le transport et le montage;
 - e) mesures à prévoir pour le montage;
 - f) désignation des appellations et catégories des différents compartiments, si spécifiées;
 - g) faces accessibles;

- h) renseignements concernant le fonctionnement et la maintenance;
 - i) type du système de pression de gaz;
 - j) niveau de remplissage assigné et niveau minimal de fonctionnement;
 - k) volume de liquide ou masse de gaz ou de liquide pour les différents compartiments;
 - l) spécification de l'état du gaz ou du liquide.
- 4) Caractéristiques des dispositifs de manœuvre:
- a) types et valeurs assignées telles qu'énumérées au point 4 de 9.101;
 - b) courant ou puissance nécessaire pour la manœuvre;
 - c) durées de manœuvre;
 - d) quantité de gaz, ramenée à la pression atmosphérique nécessaire pour la manoeuvre.
- 5) Liste des pièces détachées qu'il est recommandé à l'utilisateur de se procurer.

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

Se référer à l'Article 10 de la CEI 60694.

10.1 Conditions à respecter pendant le transport, le stockage et l'installation

Se référer à 10.1 de la CEI 60694.

10.2 Installation

Se référer à 10.2 de la CEI 60694, avec l'ajout d'un nouveau paragraphe après le premier paragraphe de 10.2.3.

Dans le cas d'appareillage ayant une classification IAC, les instructions pour des conditions d'installation procurant une bonne protection en cas de défaut interne seront également fournies. Les risques liés à une installation donnée seront appréciés en fonction des conditions d'installation de l'exemplaire au cours de l'essai de défaut interne (se référer à l'Article A.3). Ces conditions sont considérées comme des conditions minimales admissibles. Toute condition d'installation moins sévère et/ou laissant plus de place est considérée être couverte par l'essai.

Quoi qu'il en soit, si l'acheteur (utilisateur) considère que le risque n'est pas applicable, l'appareillage peut être installé sans respecter les restrictions indiquées par le constructeur.

10.3 Fonctionnement

Se référer à 10.3 de la CEI 60694.

10.4 Maintenance

Se référer à 10.4 de la CEI 60694 en ajoutant l'alinéa suivant:

Si, pour certaines opérations de maintenance, des écrans isolants provisoires sont nécessaires pour éviter tout contact accidentel avec les parties sous tension, alors:

- le constructeur doit proposer de fournir les écrans nécessaires ou leur conception;
- le constructeur doit fournir des renseignements sur les procédures de maintenance et sur l'utilisation des écrans;
- lorsque les écrans sont mis en place selon les instructions du constructeur, le degré de protection IP2X (selon la CEI 60529) doit être respecté;

- ces écrans doivent répondre à l'exigence de 5.103.3:
- ces écrans et leurs supports doivent avoir une tenue mécanique suffisante pour éviter le contact accidentel avec des parties actives.

NOTE Les écrans et supports isolants prévus seulement pour la protection mécanique ne sont pas soumis à la présente norme.

Après un incident de court-circuit en service, le circuit de terre doit être examiné à la recherche d'éventuels dommages et remplacé en tout ou partie si nécessaire.

11 Sûreté

Se référer à l'Article 11 de la CEI 60694, avec les compléments suivant:

11.101 Procédures

Il convient que des procédures adaptées soient mises en place par l'utilisateur pour assurer qu'un compartiment accessible selon procédure ne puisse être ouvert que quand les parties du circuit principal présentes dans le compartiment rendu accessible sont hors tension et mises à la terre, ou dans une position débrochée avec les volets associés en position fermée. Des procédures peuvent être imposées par les lois et règlements du pays de l'installation, ou par les instructions de sécurité de l'utilisateur.

11.102 Aspects liés au défaut interne

En ce qui concerne la protection des personnes, la performance correcte de l'appareillage sous enveloppe métallique dans le cas d'un défaut interne n'est pas seulement une question de conception de l'équipement lui-même, mais également des conditions d'installation et des procédures d'utilisation, par exemple, voir 8.3.

Dans des installations intérieures, l'arc dû à un défaut interne dans un appareillage sous enveloppe métallique peut causer une surpression dans le local électrique. Un tel effet n'est pas couvert par la présente norme, mais il convient de le prendre en considération lors de la conception de l'installation.

Annexe A (normative)

Défaut interne – Méthode pour essayer l'appareillage sous enveloppe métallique dans des conditions d'arc du à un défaut interne

A.1 Introduction

Cette annexe s'applique à l'appareillage sous enveloppe métallique de classification IAC. Cette classification est prévue pour fournir un niveau de protection testé pour les personnes se trouvant au voisinage de l'appareillage dans des conditions de fonctionnement normal, avec l'appareillage dans une position de service normale, dans le cas d'un défaut interne.

Dans le cadre de cette annexe, les conditions normales de fonctionnement signifient les conditions de l'appareillage sous enveloppe métallique nécessaires pour réaliser des manoeuvres comme l'ouverture ou la fermeture des appareils HT, la connexion et la déconnexion des parties débouchables, la lecture des instruments de mesure et de contrôle, etc. De ce fait, si pour réaliser une quelconque de ces opérations, il est nécessaire qu'un capot soit déposé et/ou qu'une porte soit ouverte, l'essai décrit plus loin sera réalisé avec le capot déposé et/ou la porte ouverte.

La dépose ou le remplacement de composants actifs (par exemple des fusibles HT ou tout autre composants démontable) ne sont pas considérés comme des opérations normales, de même que les opérations nécessaires pour réaliser des travaux de maintenance.

Les défauts internes dans l'appareillage sous enveloppe métallique peuvent se présenter dans différents endroits et peuvent provoquer divers phénomènes physiques. Par exemple, l'énergie d'arc résultant d'un arc développé dans un fluide isolant quelconque à l'intérieur de l'enveloppe provoquera une surpression interne et des échauffements locaux représentant pour l'équipement des contraintes mécaniques et thermiques. En outre, certains matériaux se trouvant à l'intérieur de l'enveloppe peuvent engendrer des produits de décomposition à température élevée sous forme de gaz ou de vapeur se dégageant vers l'extérieur de l'enveloppe.

La Classification Défaut Interne IAC tient compte de la surpression interne agissant sur les capots, portes, regards, ouvertures de ventilation, etc., ainsi que de l'effet thermique de l'arc ou de son point d'amorçage sur l'enveloppe et de l'expulsion de gaz chauds et des particules incandescentes, mais pas des dommages causés sur les cloisons et les volets.

NOTE Les influences entre compartiments d'un défaut interne ne sont pas encore couvertes par cette norme.

L'essai de défaut interne décrit ici vise à vérifier l'efficacité de la conception en regard de la protection des personnes lors d'un défaut interne. Il ne couvre pas tous les effets qui peuvent constituer un risque, par exemple la formation de gaz toxiques qui pourraient être présents dans le local après le défaut. De ce point de vue, une évacuation immédiate et une ventilation des locaux avant d'y pénétrer de nouveau sont nécessaires.

Les risques de propagation d'incendie, après un défaut interne, à des matériaux ou équipements combustibles placés au voisinage de l'appareillage ne sont pas couverts par cet essai.

A.2 Classes d'accessibilité

a) Appareillage sous enveloppe métallique, à l'exception des matériels sur poteaux

Il faut distinguer deux classes d'accessibilité pour l'appareillage sous enveloppe métallique, qui sont possibles sur le site de l'installation

Classe d'accessibilité A: accessibilité limitée au personnel autorisé.

Classe d'accessibilité B: accessibilité libre, y compris au public.

Correspondant à ces deux types d'accessibilité, deux conditions d'essai différentes sont mentionnées à l'Article A.3.

L'appareillage sous enveloppe métallique peut avoir des classes d'accessibilité différentes sur ses différentes faces.

A fin d'identification des différentes faces de l'enveloppe (se référer aux articles A.7 et A.8) la codification suivante est utilisée:

F pour la face avant

L pour les faces latérales

R pour la face arrière

La face avant doit être clairement indiquée par le constructeur

b) Appareillage sous enveloppe métallique monté sur poteau

Classe d'accessibilité C: accessibilité limitée par mise hors de portée

La hauteur d'installation minimale doit être précisée par le constructeur.

A.3 Montage d'essai

A.3.1 Généralités

Les points suivants doivent être respectés:

- L'équipement en essai sera complètement équipé. Il est permis d'utiliser des maquettes de matériels intérieurs à condition que leurs volumes et la matière de leurs parties externes soient identiques à ceux de l'original et qu'ils ne concernent pas le circuit principal ni le circuit de mise à la terre.
- Chaque compartiment d'une unité fonctionnelle, comprenant un composant du circuit principal, sera essayé. Dans le cas d'appareillage constitué d'unités indépendantes extensibles (modulaires), l'exemplaire essayé sera constitué de deux unités connectées ensemble comme en service. L'essai sera réalisé au moins dans tous les compartiments de l'unité fonctionnelle adjacente aux indicateurs. Toutefois, s'il y a une différence significative (selon les déclarations du constructeur) de résistance entre les panneaux intermédiaires d'unités adjacentes et le côté formant l'extrémité de l'appareillage, alors trois unités seront utilisées et les essais des différents compartiments seront répétés dans l'unité centrale.

NOTE Une unité indépendante correspond à un assemblage qui peut contenir dans une enveloppe commune une ou plusieurs unités fonctionnelles juxtaposées horizontalement ou verticalement.

- Dans le cas d'appareillage installé sur poteau, l'exemplaire en essai sera installé comme en service, à la hauteur minimale déclarée par le constructeur. Si il y a un coffret de contrôle et/ou des liens électriques/mécaniques avec le bas du poteau, alors ils doivent être installés.
- Si l'exemplaire en essai est mis à la terre, ce doit être au point de mise à la terre prévu par le constructeur.
- Les essais doivent être réalisés dans des compartiments non préalablement soumis à l'arc, ou, si déjà soumis à l'arc, dans un état qui n'affecte pas le résultat des essais.

- Dans le cas de compartiments à remplissage de fluide (autre que le SF₆), l'essai doit être réalisé avec le fluide d'origine dans les conditions assignées de remplissage ($\pm 10\%$). Il est permis de remplacer le SF₆ par de l'air aux conditions assignées de remplissage ($\pm 10\%$)

NOTE Si l'essai est réalisé avec de l'air à la place de SF₆, la montée en pression sera différente.

A.3.2 Simulation du local

a) Appareillage sous enveloppe métallique pour l'intérieur

Le local sera représenté par un sol, le plafond et deux murs perpendiculaires l'un à l'autre. Quand cela est nécessaire, des caniveaux de câbles et des conduits d'évacuation doivent également être construits.

Plafond

Sauf indication du constructeur pour une marge minimale plus importante, le plafond doit être placé à une distance de 600 mm \pm 100 mm de la partie supérieure de l'exemplaire essayé. Toutefois, le plafond sera placé à une hauteur minimale de 2 m par rapport au sol. Cette mesure s'applique pour les exemplaires en essai de hauteur inférieure à 1,5 m.

Le constructeur peut réaliser un essai complémentaire avec des marges sous plafond plus faibles, de manière à valider des conditions d'installation.

Mur latéral

Le mur latéral doit être placé à 100 mm. \pm 30 mm de la face latérale de l'exemplaire en essai. Une marge plus faible peut être choisie sous réserve qu'il soit démontré que toute déformation permanente de la face latérale de l'exemplaire essayé n'interfère pas avec le mur, et n'est pas limitée par lui.

Le constructeur peut réaliser un essai complémentaire avec des marges plus importantes vis à vis du mur latéral, de manière à valider des conditions d'installation.

Mur arrière

Le mur arrière doit être placé en fonction de la classe d'accessibilité, comme indiqué ci-dessous:

Face arrière non accessible:

Sauf si le constructeur indique une marge minimale vis à vis du mur plus importante, le mur doit être placé à une distance de la face arrière de 100 mm \pm 30 mm. Une distance plus faible peut être utilisée s'il peut être démontré que toute déformation permanente de la face arrière de l'exemplaire en essai n'est pas influencée ou limitée par le mur.

L'installation d'essai est considérée valider une installation plus proche du mur, dans la mesure où deux conditions complémentaires sont remplies (se référer à A.6, Critère n°1)

Si ces conditions ne peuvent pas être établies, ou si le constructeur demande à qualifier une conception directement adossée au mur, un essai particulier sans distance entre le mur et la face arrière doit être réalisé. Toutefois, la validité d'un tel essai ne peut pas être étendue à d'autres conditions d'installation.

Si l'essai est réalisé avec une distance au mur plus importante, sur indication du constructeur, cette distance doit être déclarée comme distance minimale admissible dans les instructions d'installation. Les instructions d'installation doivent également préciser l'obligation d'adopter des mesures de prévention avant de pénétrer dans cette zone.

Face arrière accessible

Le mur arrière doit laisser un espace normal de 800 mm. ($^{+100}_0$ mm) par rapport à la face arrière de l'exemplaire en essai.

Un essai supplémentaire peut être réalisé avec une distance plus faible, pour démontrer la capacité de l'appareillage à fonctionner correctement quand l'espace est limité (par exemple, pour justifier une installation proche du mur, dans un montage sans accès arrière).

Quand l'essai est réalisé avec une marge plus importante vis à vis du mur arrière, comme indiqué par le constructeur, cette marge doit être déclarée comme le minimum admissible dans les instructions d'installation.

Cas particulier, utilisation de conduits d'échappement

Si le constructeur déclare que la conception nécessite que les caniveaux de câbles et/ou tout autre conduit d'échappement, doivent être utilisés pour évacuer les gaz durant le défaut interne, les dimensions minimales de leur section, leur position, et les dispositifs de sortie (volets ou grilles, avec leurs caractéristiques) doivent être spécifiés par le constructeur. L'essai doit être réalisé avec la simulation de tels conduits d'échappement. L'extrémité de sortie des conduits d'échappement doit être au minimum à 2 m de distance de l'appareillage en essai.

NOTE Les possibles effets des gaz chauds à l'extérieur du local contenant l'appareillage ne sont pas couverts par cette norme

b) Appareillage sous enveloppe métallique pour utilisation extérieure

Ni plafond ni murs ne sont demandés si l'accessibilité est déclarée pour toutes les faces (F, L, R). Une simulation des caniveaux de câbles doit être construite, si nécessaire, comme précisé ci-dessus.

Pour ce qui concerne le comportement lors de défaut interne, l'appareillage sous enveloppe métallique ayant satisfait à l'essai pour une utilisation intérieure est considéré validé pour une utilisation extérieure avec les mêmes critères d'accessibilité.

Dans le cas où de l'appareillage pour application extérieure est prévu pour être placé sous un abri (par exemple pour être protégé de la pluie) qui est à moins de 1,5 m au-dessus de l'appareillage, il convient de prévoir un plafond équivalent.

A.3.3 Indicateurs (pour constater l'effet thermique des gaz)

A.3.3.1 Généralités

Les indicateurs sont des morceaux de tissu en coton noir, disposés de telle façon que leurs bords ne soient pas dirigés vers l'exemplaire à essayer.

De la cretonne noire (tissu de coton d'environ 150 g/m²), ou de la doublure coton noire (environ 40 g/m²), doivent être utilisées pour les indicateurs, en fonction de la classe d'accessibilité.

Il faut faire attention à ce qu'un indicateur vertical ne puisse pas en enflammer un autre. Cela peut être obtenu en les plaçant par exemple dans des cadres de montage en tôle d'acier, avec une profondeur de $2 \times 30 \text{ mm } \left(\begin{smallmatrix} 0 \\ -3 \end{smallmatrix} \right)$ se référer à la Figure A.1.

Pour les indicateurs horizontaux, il faut éviter que des particules incandescentes puissent s'accumuler. Cela peut être obtenu en montant les indicateurs sans cadre, comme indiqué sur la Figure A.2

Les dimensions de l'indicateur doivent être de $150 \times 150 \text{ mm } \left(\begin{smallmatrix} +15 \\ 0 \end{smallmatrix} \right) \text{ mm}$

A.3.3.2 Disposition des indicateurs

Les indicateurs doivent être placés sur toutes les faces accessibles, sur un support de montage, à des distances dépendant des classes d'accessibilité.

La longueur des supports de montage doit être supérieure à celle de l'exemplaire en essai pour prendre en compte la possibilité d'éjection de gaz chauds sous un angle jusqu'à 45° de la face considérée. Cela signifie que les supports de montage sur chaque face – si applicable – doivent être 100 mm plus long que l'exemplaire en essai dans le cas d'une classe d'accessibilité B, ou de 300 mm dans le cas d'une classe d'accessibilité A, dans la mesure où la position des murs n'empêche pas la mise en place des indicateurs.

NOTE Dans tous les cas, la distance à l'appareillage des indicateurs installés verticalement est mesurée de la surface de l'enveloppe, en ignorant les éléments protubérants (par exemple poignées, cadres d'appareils, etc.). Si la surface de l'appareillage n'est pas régulière, il convient que les indicateurs soient placés de manière à simuler de manière aussi réaliste que possible la position qu'une personne adopterait en face de l'équipement, à la distance prescrite en fonction de la classe d'accessibilité.

a) Classe d'accessibilité A (personnel autorisé)

De la cretonne noire (tissu de coton d'environ 150g/m²) doit être utilisée pour les indicateurs.

Les indicateurs doivent être installés verticalement pour toutes les faces accessibles de l'appareillage sous enveloppe métallique, jusqu'à une hauteur de 2 m, régulièrement répartis, organisés en damier couvrant 40 % à 50 % de la surface (se référer aux Figures A.3 et A.4).

La distance des indicateurs à l'appareillage doit être de 300 mm ± 15mm.

Des indicateurs doivent également être installés horizontalement à une hauteur de 2 m au-dessus du sol comme indiqué dans les Figures A.3 et A.4 de façon à couvrir toute la surface entre 300 mm et 800 mm de l'appareillage. Si le plafond est placé à une hauteur de 2 m au-dessus du sol (se référer à l'alinéa a) de A.3.2), aucun indicateur horizontal n'est nécessaire. Les indicateurs doivent être régulièrement répartis, organisés en damier couvrant 40 % à 50 % de la surface (se référer aux Figures A.3 et A.4).

b) Classe d'accessibilité B (public)

De la doublure coton noire (environ 40 g/m²), doit être utilisée pour les indicateurs.

Les indicateurs doivent être installés verticalement pour toutes les faces accessibles de l'appareillage sous enveloppe métallique, jusqu'à une hauteur de 2 m au-dessus du sol. Si la hauteur de l'exemplaire en essai est inférieure à 1,9 m, les indicateurs verticaux doivent être installés jusqu'à une hauteur de 100 mm supérieure à celle de l'exemplaire en essai.

Ils doivent être régulièrement répartis, organisés en damier couvrant 40 % à 50 % de la surface (se référer aux Figures A.3 et A.5).

La distance des indicateurs à l'appareillage doit être de 100 mm ± 5 mm.

Des indicateurs doivent également être installés horizontalement à une hauteur au-dessus du sol comme indiquée dans la Figure A.5 de façon à couvrir toute la surface entre 100 mm et 800 mm de l'appareillage. Si l'exemplaire en essai à une hauteur inférieure à 2 m, les indicateurs doivent être placés directement au-dessus de la face supérieure, comme pour les faces accessibles, à une distance de 100 mm ± 5 mm (se référer à la Figure A.6). Les indicateurs doivent être régulièrement répartis, organisés en damier couvrant 40 % à 50 % de la surface (se référer aux Figures A.5 et A.6).

c) Conditions spéciales d'accessibilité

De la doublure coton noire (environ 40 g/m²), doit être utilisée pour les indicateurs.

Quand l'utilisation normale nécessite de se tenir ou de marcher sur l'équipement, des indicateurs horizontaux doivent être placés au-dessus de la surface accessible, comme indiqué à la Figure A.6, quelle que soit la hauteur de l'équipement.

d) Classe d'accessibilité C – équipement installé sur poteau

De la doublure coton noire (environ 40 g/m²), doit être utilisée pour les indicateurs.

Des indicateurs doivent être installés horizontalement à une hauteur de 2 m au-dessus du sol sur toute la surface d'un carré de 3 m de côté centré sur le poteau. Les indicateurs doivent être régulièrement répartis, organisés en damier couvrant 40 % à 50 % de la surface (se référer à la Figure A.7).

A.4 Courant et tension appliqués

A.4.1 Généralités

Les essais de l'appareillage sous enveloppe métallique doivent être réalisés en triphasé (pour les systèmes triphasés). Le courant de court-circuit appliqué pendant l'essai correspond au courant de courte durée admissible assigné. Il peut être inférieur sur déclaration du constructeur.

Les essais réalisés à des valeurs données de tension, de courant et de durée, couvrent généralement toutes les valeurs plus faibles de tension, de courant et de durée.

NOTE Un niveau de courant plus faible peut influencer le comportement des dispositifs limiteurs de pression et la performance de perforation. Pour des niveaux de courant de court-circuit plus faibles que celui essayé, il convient de prendre des précautions d'interprétation.

A.4.2 Tension

La tension appliquée sur le circuit d'essai est en principe égale à la tension assignée de l'appareillage sous enveloppe métallique. Quand l'installation d'essais ne le permet pas, une tension inférieure à cette valeur peut être choisie si les conditions suivantes sont respectées pendant la durée de l'essai:

- a) la valeur efficace vraie, telle que calculée par un enregistreur numérique, satisfait les conditions de A.4.3 sur le courant;
- b) l'arc ne s'éteint pas prématurément dans aucune des phases où il a été amorcé.

A.4.3 Courant

A.4.3.1 Composante alternative

Le courant de court-circuit doit être égal au courant spécifié pour l'essai d'arc de l'appareillage sous enveloppe métallique avec une tolérance de $^{+5}_0$ %. Si la tension appliquée est égale à la tension assignée, la tolérance s'applique au courant présumé.

Le courant doit rester en principe constant. Si la station d'essai ne peut pas satisfaire à cette condition, la durée d'essai doit être allongée jusqu'au moment où l'intégrale de la composante alternative du courant devient égale à la valeur spécifiée avec une tolérance de $(^{+10}_0 \%)$. Dans

ce cas, le courant doit être égal à la valeur spécifiée au moins pendant les trois premières demi-périodes et ne doit pas descendre en dessous de 50 % de la valeur spécifiée à la fin de l'essai.

A.4.3.2 Courant crête

Le moment de la fermeture doit être choisi de telle façon que la valeur de crête du courant présumé, avec une tolérance de $^{+5}_0$ % parcourant une des phases extrêmes soit 2,5 fois (pour les fréquences jusqu'à 50 Hz), ou 2,6 fois (pour 60 Hz) la valeur efficace de la composante alternative définie en A.4.3.1 et qu'une grande boucle de courant soit simultanément présente dans l'autre phase extrême. Si la tension est inférieure à la tension assignée, la valeur de crête du courant de court-circuit pour l'appareillage sous enveloppe métallique en essai ne doit pas être inférieure à 90 % de la valeur de crête présumée.

NOTE Pour des valeurs plus importantes de la constante de temps du réseau d'alimentation, il convient d'utiliser une valeur standard de 2,7 fois la valeur efficace de la composante alternative comme valeur assignée pour les applications 50 Hz et 60 Hz.

Dans le cas d'un amorçage de l'arc entre deux phases, le moment de fermeture doit être choisi de telle façon que la valeur de crête du courant présumé soit maximale.

A.4.4 Fréquence

Pour une fréquence assignée de 50 Hz ou 60 Hz, la fréquence au début de l'essai se situe entre 48 Hz et 62 Hz. Pour d'autres fréquences, elle ne doit pas dévier de la valeur assignée de plus de ± 10 %.

Quand le fonctionnement de dispositifs rapides de protection dépend de la fréquence, l'essai doit être réalisé à la fréquence assignée de ces dispositifs ± 10 %.

A.4.5 Durée d'essai

La durée d'arc doit être assignée par le constructeur. Les valeurs préconisées sont: 1 s, 0,5 s et 0,1 s.

NOTE Il n'est généralement pas possible de calculer la durée d'arc permise pour un courant différent du courant d'essai. La pression maximale pendant l'essai ne diminue généralement pas avec la diminution de la durée d'arc et il n'existe pas de règle générale d'après laquelle la durée d'arc permise peut être augmentée en cas de courant d'essai plus faible.

A.5 Procédure d'essai

A.5.1 Circuit d'alimentation

Si applicable, le circuit d'alimentation doit être triphasé, sauf pour les essais d'appareillage à phases séparées si aucune influence ne peut exister entre les compartiments des différentes phases. Le point neutre du circuit d'alimentation peut être soit isolé, soit relié à la terre à travers une impédance de telle manière que le courant à la terre reste inférieur à 100 A. De cette manière, l'essai couvre tous les cas de mise à la terre du neutre.

NOTE 1 Les défauts internes avec un neutre directement relié à la terre sont moins sévères

Quand l'essai est réalisé sur une partie de l'appareillage dans laquelle les phases sont séparées, le circuit d'alimentation doit être monophasé avec une des connexions à la terre. Le courant d'essai doit être égal au courant triphasé défini en A.4.3.1.

On doit porter attention à ce que les connexions n'interfèrent pas avec les conditions d'essai.

Le sens d'alimentation doit être comme suit:

- pour un compartiment câbles: alimentation à partir du jeu de barres, à travers l'appareil de connexion principal;
- pour un compartiment jeu de barres: les connexions d'alimentation ne doivent pas créer d'ouverture dans le compartiment en essai. L'alimentation doit être réalisée à travers une barrière, si des barrières sont installées pour créer des compartiments jeu de barres séparés entre les unités fonctionnelles, ou à travers l'appareil de connexion principal situé à une extrémité de l'appareillage, si le compartiment jeu de barres est commun à tout l'appareillage;

NOTE 2 Dans le cas de conceptions dissymétriques du compartiment jeu de barres, il convient de rechercher les conditions d'amorçage de l'arc les plus sévères, en fonction de l'énergie d'arc et des risques de perforation.

- pour le compartiment de l'appareil de connexion principal: alimentation à partir du jeu de barres, avec l'appareil en position fermée;
- pour un compartiment avec plusieurs composants du circuit principal à l'intérieur: alimentation à travers un jeu de traversées disponible, avec tous les appareils de connexion en position fermée à l'exception des sectionneurs de terre, le cas échéant, qui doivent être ouverts.

A.5.2 Amorçage de l'arc

L'arc doit être amorcé entre les phases par un fil métallique d'environ 0,5 mm de diamètre ou, dans le cas où les conducteurs de phases sont séparés par des éléments métalliques mis à la terre, entre une phase et la terre.

Le point d'amorçage doit être situé au point le plus éloigné de l'alimentation, à l'intérieur du compartiment en essai.

Dans les unités fonctionnelles où les parties actives sont couvertes par un isolant solide, l'arc doit être amorcé entre deux phases voisines, avec une valeur de courant égale à 87 % de la valeur assignée, ou lorsque les conducteurs de phases sont séparés par des éléments métalliques mis à la terre, entre une phase et la terre aux endroits suivants:

- a) à des fentes ou des surfaces de joint entre l'isolant de parties enrobées;
- b) par perforation à des joints isolants confectionnés sur le site lorsque des parties isolantes préfabriquées ne sont pas utilisées.

A l'exception du cas b), l'isolant solide ne doit pas être perforé. L'alimentation doit être triphasée, afin de permettre au défaut de se transformer en un défaut triphasé.

A.5.2.1 Compartiments câbles avec prises embrochables ou connexions isolées réalisées sur site

Pour des compartiments câbles dans lesquels les connexions sont toujours réalisées avec des prises embrochables, avec écran ou sans, ou avec une isolation solide reconstituée sur site, les deux phases en essais seront équipées de connecteurs non isolés. La troisième phase sera équipée avec un connecteur embrochable, pouvant être utilisé en service, apte à être mis sous tension.

NOTE L'expérience montre que le défaut n'évolue généralement pas vers un défaut triphasé; de ce fait, le choix de l'équipement de la troisième phase n'est pas critique.

Dans tous les cas de défaut entre deux phases, le courant d'essai doit être le courant de défaut entre deux phases d'un circuit d'alimentation triphasé défini selon A.4.3. Cela signifie que le courant réel, sauf si le défaut évolue vers un défaut triphasé, est réduit à environ 0,87 % du courant de défaut interne spécifié.

Dans les réseaux à neutre mis directement à la terre (potentiel du neutre fixé), ou dans les réseaux avec une protection contre les défauts à la terre, le courant de court-circuit entre une phase et la terre, qui est généralement inférieur au courant de défaut possible entre deux phases, sera éliminé rapidement. Pour l'appareillage, prévu uniquement pour cette utilisation restreinte, il est acceptable de faire l'essai correspondant, à la place de l'essai entre deux phases décrit précédemment. L'arc est alors amorcé entre une phase et la terre, sous réserve que les autres phases soient sous tension pour permettre à l'arc d'évoluer en triphasé. En tant que courant de tenue au défaut interne, la valeur monophasée essayée s'applique.

A.6 Critères d'acceptation

L'appareillage sous enveloppe métallique est qualifié comme étant de classification IAC (selon les classes d'accessibilité applicables) si les critères suivants sont satisfaits:

Critère N°1

Si les portes et les capots normalement verrouillés ne se sont pas ouverts. Les déformations sont acceptables, tant qu'aucune partie ne vient aussi loin que la position des indicateurs ou des murs (le plus proche des deux) sur toutes les faces. Il n'est pas demandé que l'appareillage satisfasse à son indice de protection IP après l'essai.

Pour étendre l'application du critère à une installation qui serait montée plus proche du mur que pendant l'essai (se référer au point a) de A.3.2), deux conditions additionnelles doivent être satisfaites:

- la déformation permanente est inférieure à la distance au mur envisagée;
- les gaz d'échappement ne sont pas dirigés vers le mur.

Critère N°2

- Aucune fragmentation de l'enveloppe ne survient pendant la durée spécifiée de l'essai.
- Des projections de petits morceaux, jusqu'à une masse individuelle de 60 g, sont acceptées.

Critères N°3

L'arc ne crée pas d'ouverture dans les faces accessibles de l'enveloppe à une hauteur inférieure à 2 m.

Critère N°4

Les indicateurs ne sont pas enflammés sous l'effet des gaz chauds.

Si les indicateurs commencent à brûler pendant l'essai, le critère d'acceptation peut néanmoins être considéré comme satisfait si la preuve est établie que l'inflammation a été causée par des particules incandescentes plutôt que par des gaz chauds. Des images prises par des caméras ultra-rapides, par vidéo ou autre moyen adapté peuvent être utilisées par le laboratoire pour en établir la preuve.

L'inflammation des indicateurs par la brûlure des étiquettes ou de la peinture est également acceptée.

Critère N°5

L'enveloppe reste connectée à son point de mise à la terre. Une inspection visuelle est normalement suffisante pour établir l'acceptation. En cas de doute, la continuité de la connexion de mise à la terre doit être vérifiée (voir le point b) de 6.6).

A.7 Rapport d'essai

Les informations ci-dessous doivent être fournies dans le rapport d'essai:

- Caractéristiques et description de l'unité essayée, accompagnées d'un plan avec les dimensions principales, y compris les détails relatifs à la résistance mécanique, la disposition des clapets de détente et la méthode de fixation au plancher et aux murs de l'appareillage sous enveloppe métallique. Pour les appareillage sous enveloppe métallique montés sur poteau, les caractéristiques du poteau et les moyens de fixation utilisés
- Disposition des raccordements d'essai
- Point et méthode d'amorçage du défaut interne
- Dessin du montage d'essai (simulation du local, exemplaire en essai et supports des indicateurs) en cohérence avec la classe d'accessibilité (A, B ou C), les faces d'accessibilité (F, L ou R) et les conditions d'installation
- Tension appliquée et fréquence
- Concernant le courant présumé ou courant d'essai:
 - a) valeur efficace de la composante alternative pendant les trois premières demi-périodes;
 - b) valeur de crête la plus grande;
 - c) valeur moyenne de la composante alternative pendant la durée réelle d'essai;
 - d) durée d'essai.

- Enregistrement(s) oscillographique(s) représentant les courants et les tensions.
- Interprétation des résultats d'essai, comprenant la liste des observations correspondant à l'Article A.6.
- Photographie de l'exemplaire en essai, avant et après l'essai.
- Autres informations utiles.

A.8 Désignation de la classification IAC

Dans le cas où la classification IAC est démontrée au moyen d'essais, selon 6.106, l'appareillage sous enveloppe métallique est désigné de la façon suivante:

- Généralités: classification IAC (*Internal Arc Classssified*)
- Accessibilité: A, B ou C (selon l'Article A.2)
- Valeurs d'essai: valeur du courant d'essai en kiloampères (kA), et durée en secondes (s)

Cette désignation doit figurer sur la plaque signalétique (voir 5.10).

Exemple 1: Un appareillage sous enveloppe métallique essayé avec un courant de défaut (valeur efficace) de 12,5 kA, pour une durée de 0,5 s, destiné à être installé sur un site accessible au public et essayé avec des indicateurs placés sur les faces avant, latérales et arrière, est désigné comme:

Classification IAC BFLR

Défaut interne: 12,5 kA 0,5 s

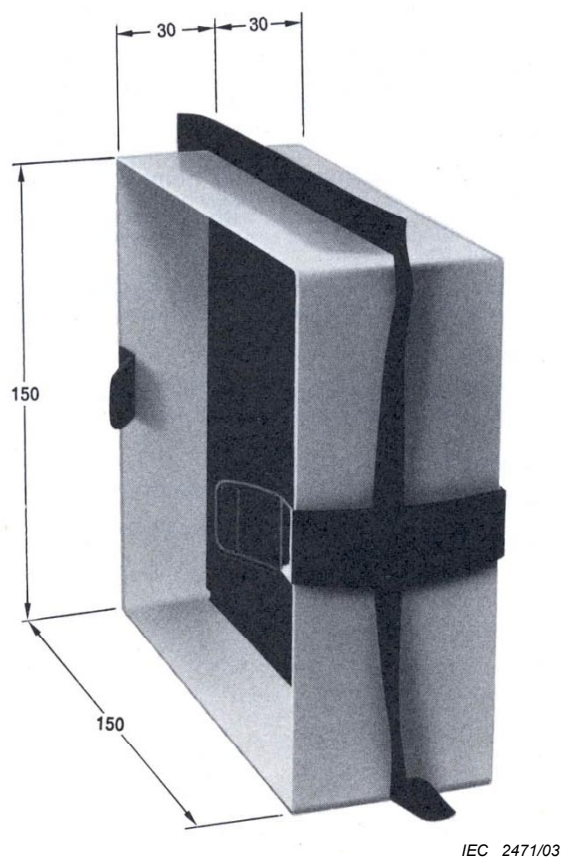
Exemple 2: Un appareillage sous enveloppe métallique essayé avec un courant de défaut (valeur efficace) de 16 kA, pour une durée de 1 s, destiné à être installé dans les conditions suivantes:

- avant: accessible au public
- arrière: accès réservé
- côtés: non accessible

est désigné comme:

classification IAC BF-AR

défaut interne: 16 kA 1s.



Dimensions en millimètres

Figure A.1 – Cadre de montage pour les indicateurs verticaux

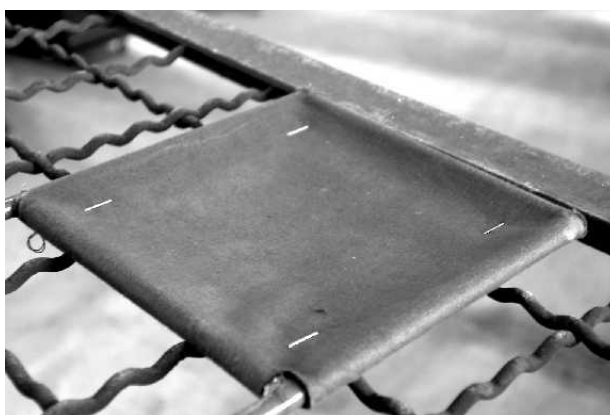
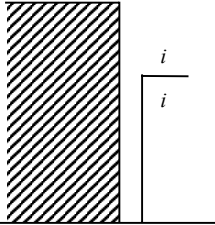
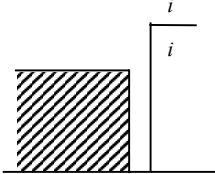
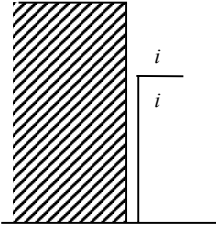
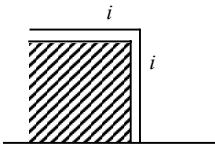


Figure A.2 – Indicateur horizontal

Accessibilité – Type A		Accessibilité – Type B	
$h > 2\text{ m}$	$h < 2\text{ m}$	$h \leq 2\text{ m}$	$h < 2\text{ m}$
			

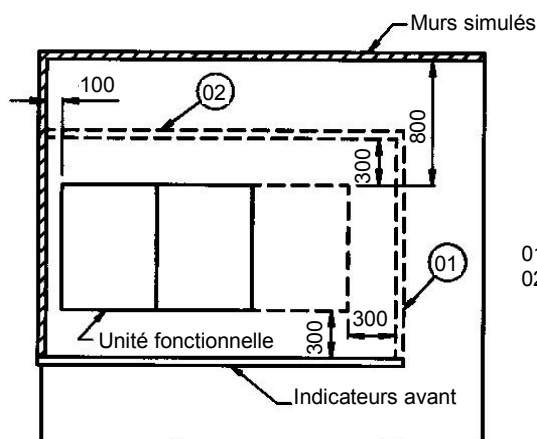
IEC 2473/03

Légende

h hauteur des équipements

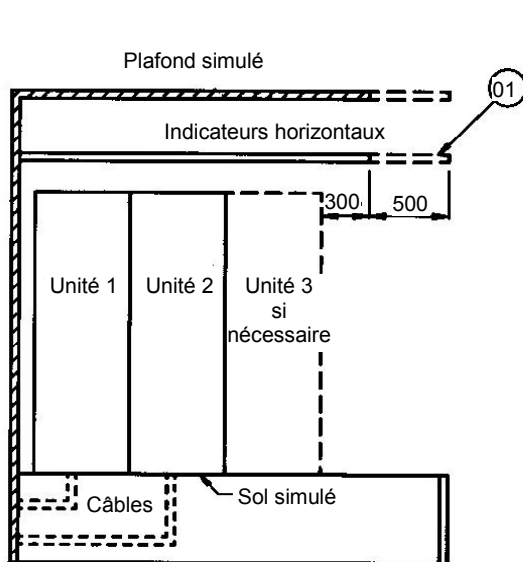
i position des indicateurs

Figure A.3 – Position des indicateurs

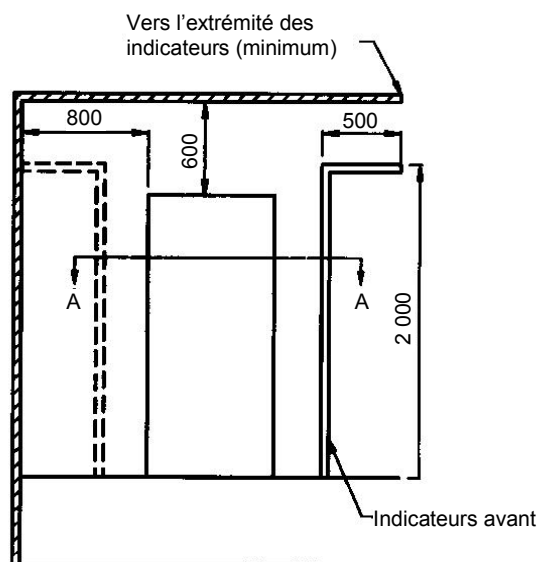


01: indicateurs pour accessibilité latérale
02: indicateurs pour accessibilité arrière

Section A-A



Elévation avant

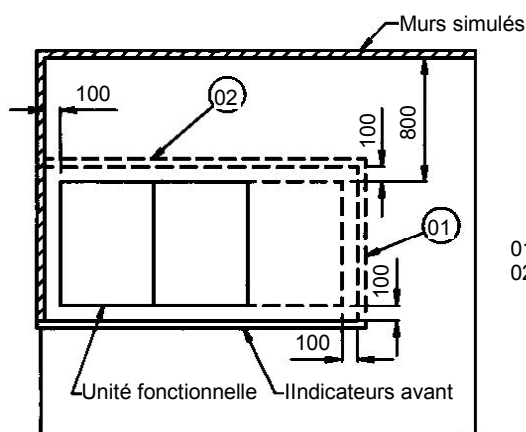


Elévation

IEC 2474/03

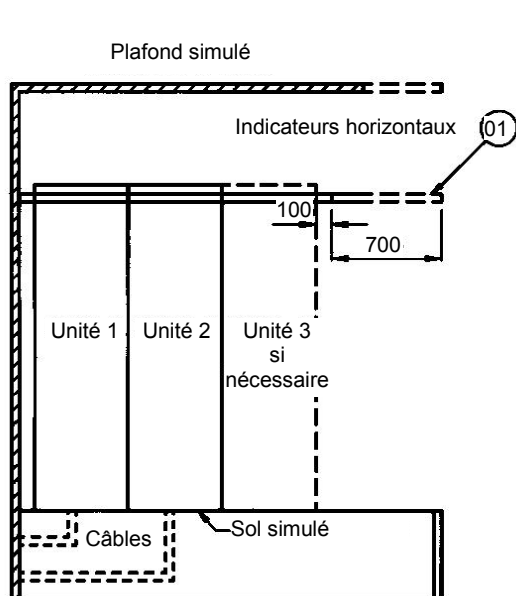
Dimensions en millimètres

**Figure A.4 – Simulation du local et position des indicateurs pour
Classe d'accessibilité A, unité fonctionnelle à 1,5 m ou plus**

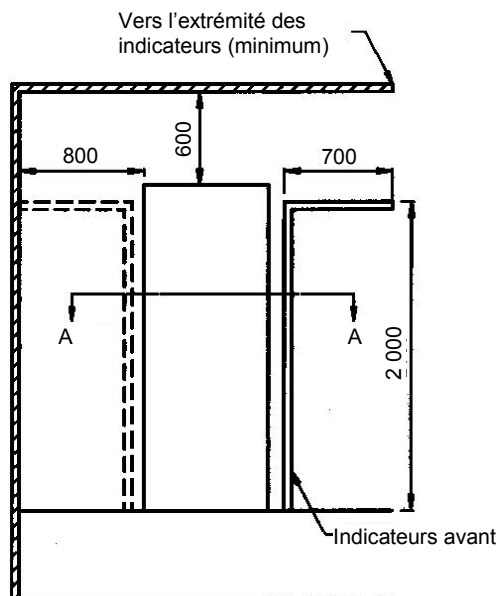


01: indicateurs pour accessibilité latérale
02: indicateurs pour accessibilité arrière

Section A-A



Elévation avant

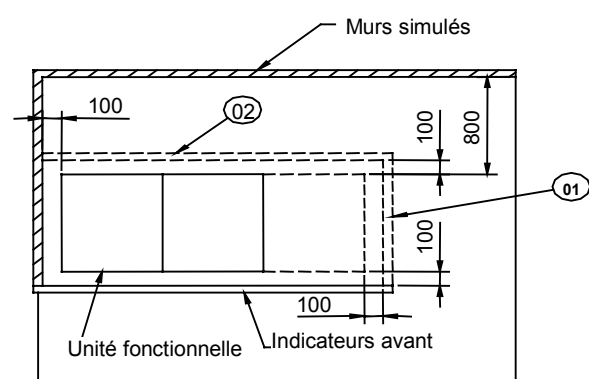


Elévation

IEC 2475/03

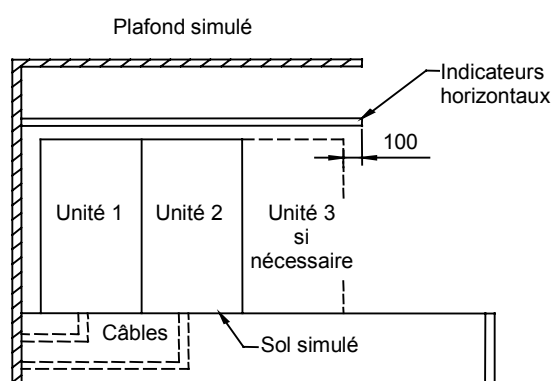
Dimensions en millimètres

Figure A.5 – Simulation du local et position des indicateurs pour classe d'accessibilité B, unité fonctionnelle de plus de 2 m de haut

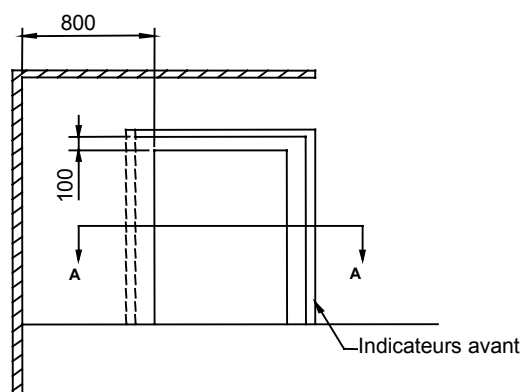


01: indicateurs pour accessibilité latérale
02: indicateurs pour accessibilité arrière

Section A-A



Elévation avant

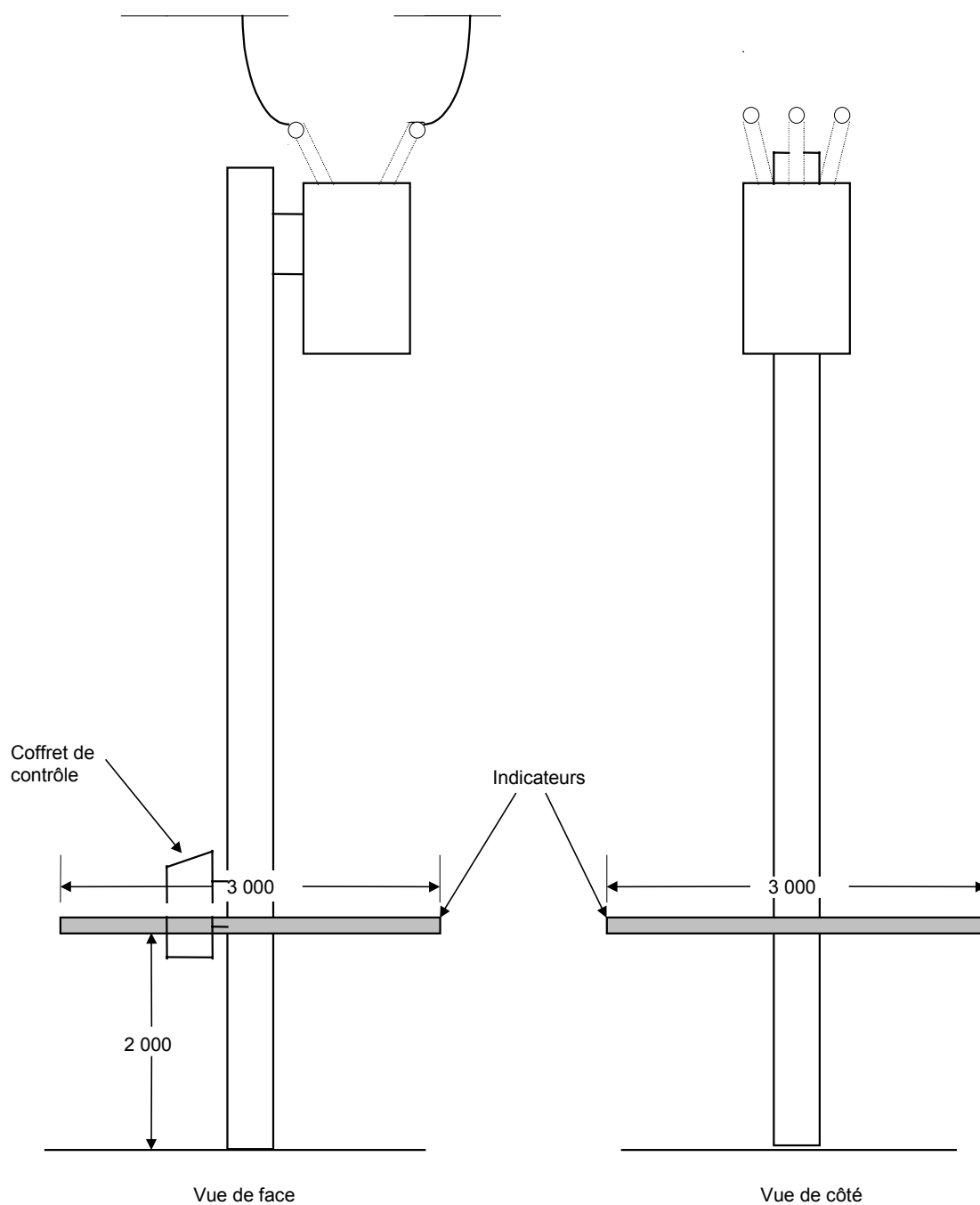


Elévation

IEC 2476/03

Dimensions en millimètres

Figure A.6 – Simulation du local et position des indicateurs pour classe d'accessibilité B, unité fonctionnelle de moins de 2 m de haut



IEC 2477/03

Dimensions en millimètres

Figure A.7 – Montage d'essai pour un appareillage monté sur poteau connecté à une ligne aérienne

Annexe B **(normative)**

Mesure des décharges partielles

B.1 Généralités

La mesure des décharges partielles permet de détecter certaines anomalies dans l'équipement en essai et constitue un complément utile aux essais diélectriques. L'expérience montre que, dans des dispositions particulières, les décharges partielles peuvent conduire à une dégradation progressive de la tenue diélectrique de l'isolation, spécialement des isolants solides et des compartiments à remplissage de fluide

Par ailleurs, il n'est pas encore possible d'établir une relation sûre entre les mesures de décharges partielles et l'espérance de vie de l'équipement, par suite de la complexité des systèmes d'isolation utilisés dans l'appareillage sous enveloppe métallique.

B.2 Conditions d'application

La mesure des décharges partielles peut convenir pour l'appareillage sous enveloppe métallique en cas de large emploi d'isolants organiques et il est recommandé pour les compartiments à remplissage de fluide.

On ne peut pas donner de spécification générale relative à l'objet en essai en raison de la variété des conceptions. D'une façon générale, il convient que l'objet en essai comprenne des ensembles ou des sous-ensembles avec des contraintes diélectriques identiques à celles que subirait l'équipement complètement assemblé.

NOTE 1 Les essais sur ensembles complets sont préférables. Dans le cas d'un appareillage intégré, spécialement quand les différentes parties sous tension et les connexions sont enrobées d'un isolant solide, les essais sont nécessairement faits sur un ensemble complet.

NOTE 2 En cas de combinaison de matériels conventionnels (par exemple transformateurs de mesure, traversées) pouvant être essayés séparément suivant les normes de la CEI les concernant, le but des essais de décharges partielles est de contrôler l'assemblage des matériels dans l'ensemble.

Il est recommandé, pour des raisons techniques et économiques, d'effectuer les essais de décharges partielles sur les mêmes ensembles ou sous-ensembles que ceux utilisés pour les essais diélectriques obligatoires.

NOTE Cet essai peut être fait sur des ensembles ou des sous-ensembles. Des précautions sont à prendre pour éviter de perturber les mesures par des décharges partielles externes.

Les critères à considérer pour juger de la nécessité d'effectuer un essai de décharges partielles sont, par exemple:

- a) L'expérience pratique en service, y compris les résultats de tels essais au cours d'une période de fabrication.
- b) La valeur de l'intensité du champ électrique dans la zone la plus contrainte de l'isolation solide.
- c) Le type de matériau isolant utilisé dans l'isolation principale de l'appareil.

B.3 Circuits d'essai et instruments de mesure

Si des essais de décharges partielles sont réalisés, il doivent l'être conformément à la CEI 60270.

L'appareillage triphasé est essayé soit sur un circuit d'essai monophasé, soit sur un circuit d'essai triphasé (voir Tableau B.1).

a) Circuit d'essai monophasé

Méthode A

A utiliser comme méthode générale pour l'appareillage destiné à des réseaux dont le neutre est ou n'est pas directement mis à la terre.

Pour mesurer l'intensité des décharges partielles, chacune des phases doit être reliée successivement à la source de tension d'essai, les deux autres phases étant mises à la terre, ainsi que toutes les parties mises à la terre en service.

Méthode B

A n'utiliser que pour l'appareillage destiné exclusivement à des réseaux dont le neutre est directement mis à la terre.

Pour mesurer l'intensité des décharges partielles, deux dispositions d'essai doivent être utilisées.

Premièrement, les mesures doivent être faites à la tension d'essai de $1,1 U_r$ (U_r est la tension assignée). Chacune des phases doit être reliée successivement à la source de tension d'essai, les deux autres phases étant mises à la terre. Il est nécessaire d'isoler ou d'éloigner toutes les parties métalliques mises à la terre en service normal.

Une mesure complémentaire doit être ensuite faite à la tension d'essai réduite de $1,1 U_r / \sqrt{3}$ au cours de cette mesure, les parties qui sont à la terre en service sont mises à la terre et les trois phases sont reliées entre elles et à la source de tension d'essai.

b) Circuit d'essai triphasé

Si l'on dispose des moyens d'essais convenables, la mesure des décharges partielles peut être effectuée en triphasé.

Dans ce cas, il est recommandé d'utiliser trois condensateurs de couplage connectés suivant la Figure B.1. On peut utiliser un seul détecteur de décharges, relié successivement aux trois impédances de mesure.

Pour étalonner le détecteur sur une position de mesure de la disposition triphasée, on injecte des impulsions de courant de courte durée et de charge connue entre chacune des phases prises à tour de rôle d'une part, la terre et les deux autres phases d'autre part. Pour la détermination de l'intensité des décharges, on utilise l'étalonnage donnant la plus petite déviation.

Dans le cas d'un équipement conçu pour une utilisation dans des systèmes à neutre non directement relié à la terre, un essai supplémentaire doit être réalisé (en tant qu'essai de type uniquement). Pour cet essai, chaque phase de l'exemplaire essayé et la phase correspondante de la source de tension sont mises à la terre successivement, voir la Figure B2.

B.4 Méthode d'essai

On élève la tension d'essai à fréquence industrielle à au moins $1,3 U_r$ ou $U_r / \sqrt{3}$ suivant le circuit d'essai (Tableau B.1) et on la maintient à cette valeur pendant au moins 10 s¹. Les décharges partielles apparaissant durant cette période ne sont pas prises en considération.

¹ En variante, on peut effectuer l'essai de décharges partielles au cours de la décroissance de la tension après les essais de tension à fréquence industrielle.

Puis on fait décroître sans interruption la tension jusqu'à $1,1 U_r$ ou $1,1 U_r / \sqrt{3}$ suivant le circuit d'essai et l'intensité des décharges partielles est mesurée à cette valeur de la tension d'essai (voir Tableau B.1).

Autant que le permet le niveau du bruit de fond existant, il convient de noter les valeurs des tensions d'apparition et d'extinction des décharges partielles, comme information supplémentaire.

En général, les essais sur des ensembles ou des sous-ensembles sont faits avec les appareils de connexion en position de fermeture. Dans le cas de sectionneurs où la détérioration par les décharges partielles de l'isolation entre les contacts ouverts est concevable, une mesure complémentaire de décharges partielles est effectuée avec le sectionneur en position d'ouverture.

Pour les équipements à remplissage de fluide, les essais doivent être réalisés au niveau minimal de fonctionnement, ou au niveau assigné de remplissage, selon celui qui est le plus sévère. Pour les essais de routine, le niveau assigné est utilisé.

B.5 Intensité maximale admissible des décharges partielles

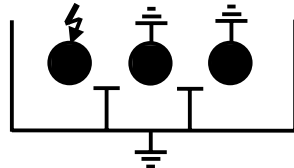
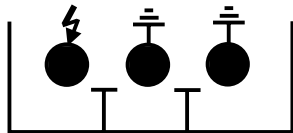
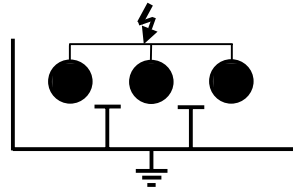
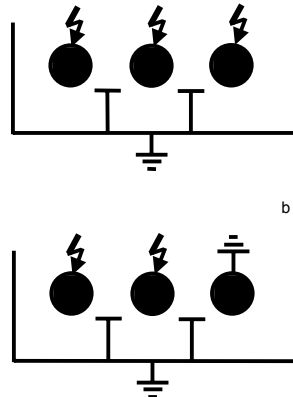
L'intensité caractéristique des décharges partielles recommandée est la charge apparente, qui est usuellement exprimée en picocoulombs (pC).

L'intensité maximale admissible des décharges partielles à $1,1 U_r$ et/ou $1,1 U_r / \sqrt{3}$ doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Pour l'isolation solide, des limites acceptables semblent être de 10 pC à $1,1 U_r$ de tension entre phases (à $1,1 U_r / \sqrt{3}$ de tension phase-terre) et pour les systèmes avec un neutre autre que solidement à la terre également 100 pC à $1,1 U_r$ de tension phase-terre.

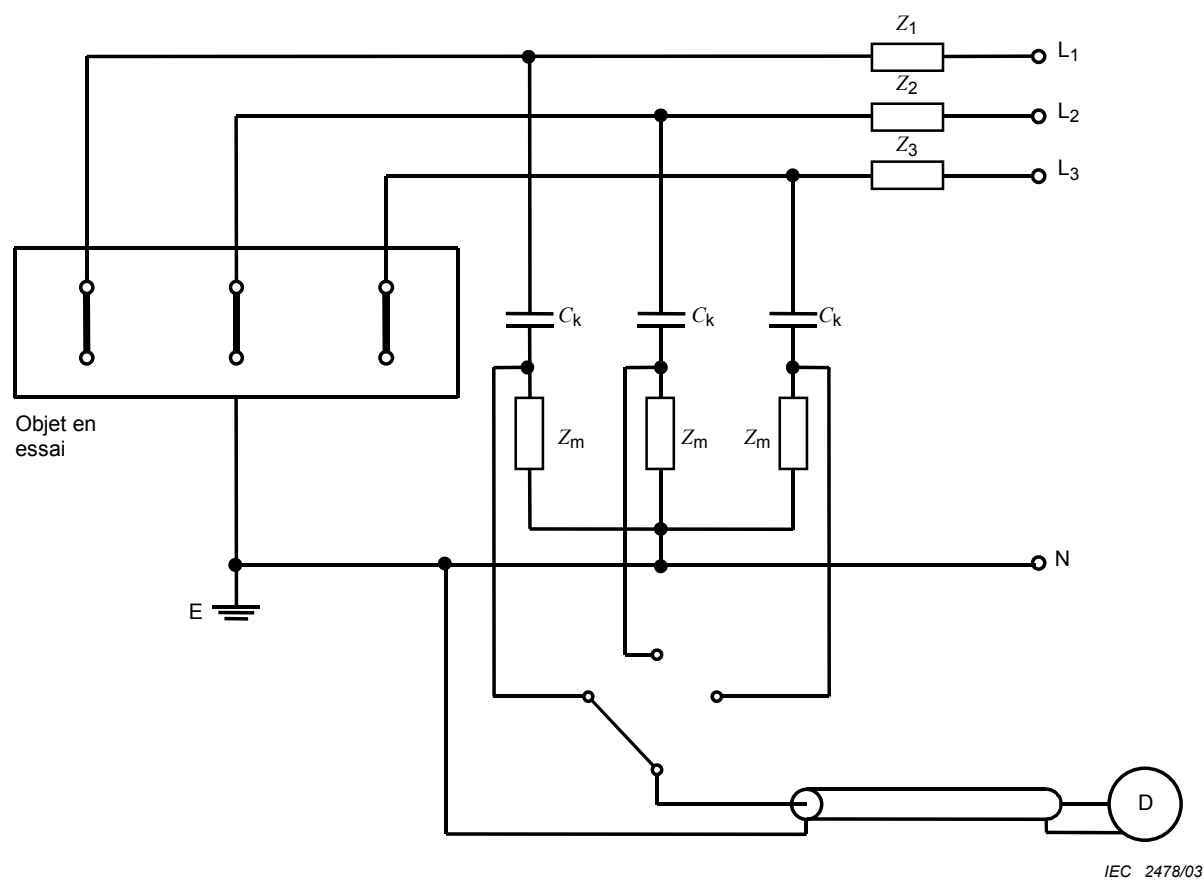
NOTE Des valeurs limites de l'intensité de décharges partielles ne seront pas spécifiées avant de disposer de renseignements complémentaires bien établis. Les composants de l'appareillage sous enveloppe métallique peuvent utiliser une ou plusieurs technologies d'isolation (par exemple solide, gazeuse ou liquide), chacune ayant des besoins différents. Il serait donc très difficile et controversé de prescrire des niveaux maximaux admissibles pour une utilisation générale sur un ensemble complet, ou une partie de cet ensemble. Pour l'instant, ces valeurs sont données sous la responsabilité du constructeur ou, pour les essais de réception, font l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Table B.1 – Circuits et méthodes d'essais

	Essai monophasé			Essai triphasé
	Méthode A	Méthode B		
Source de tension connectée à	Chaque phase successivement	Chaque phase successivement	Trois phases simultanément	Trois phases (Figures B.1 et B.2)
Éléments connectés à la terre	Deux autres phases et toutes les parties normalement à la terre	Deux autres phases	Toutes les parties à la terre en conditions de service	Toutes les parties à la terre en conditions de service
Tension minimale de précontrainte	$1,3 U_r$	$1,3 U_r$	$1,3 U_r/\sqrt{3}$	$1,3 U_r^a$
Tension d'essai	$1,1 U_r$	$1,1 U_r$	$1,1 U_r/\sqrt{3}$	$1,1 U_r^a$
Schéma de base				

^a Tension entre phases.

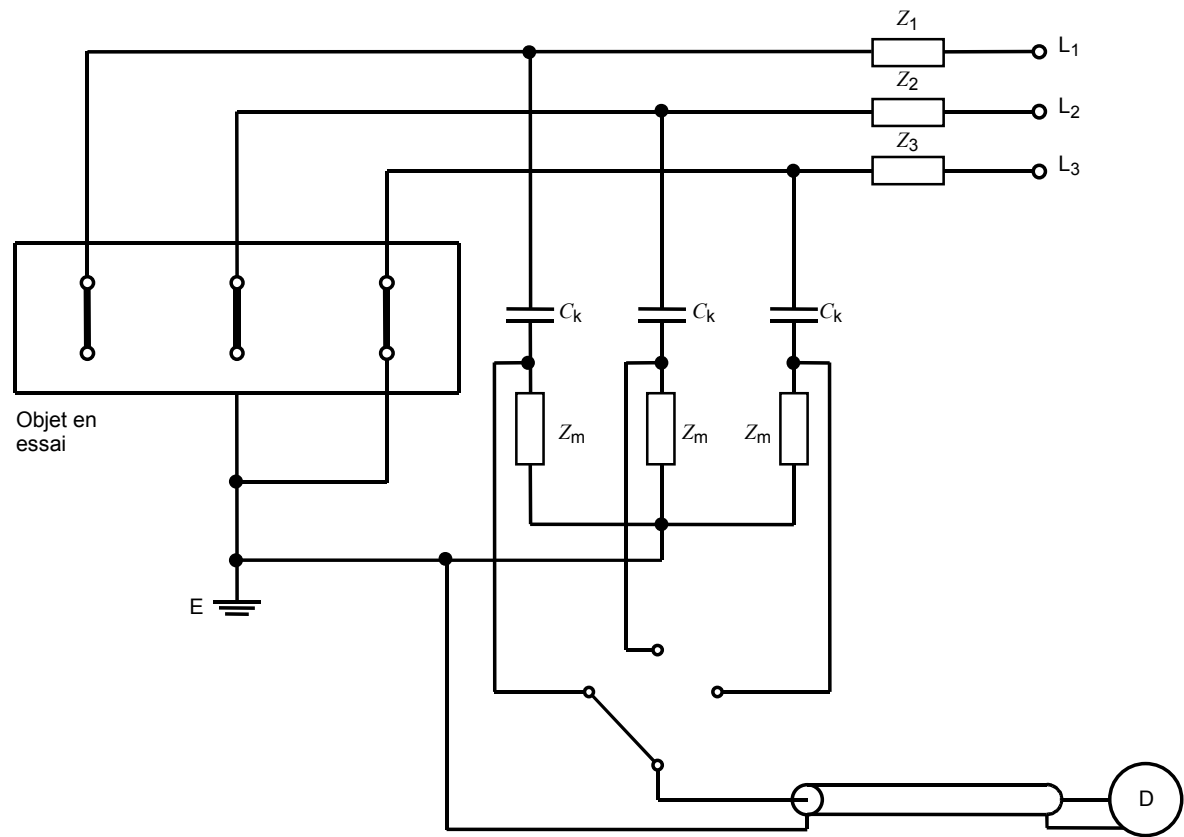
^b Essai complémentaire dans le cas d'un neutre non directement connecté à la terre (essais de type seulement).



Légende

- N connexion du neutre
- E connexion de mise à la terre
- L_1, L_2, L_3 bornes pour la connexion des trois phases de la source de tension
- Z_1, Z_2, Z_3 impédances du circuit d'essai
- C_k condensateur de couplage
- Z_m impédance de mesure
- D détecteur de décharges partielles

Figure B.1 – Circuit d'essai de décharges partielles (montage triphasé)



IEC 2479/03

Légende

- | | |
|-----------------|---|
| E | connexion de mise à la terre |
| L_1, L_2, L_3 | bornes pour la connexion des trois phases de la source de tension |
| Z_1, Z_2, Z_3 | impédances du circuit d'essai |
| C_k | condensateur de couplage |
| Z_m | impédance de mesure |
| D | détecteur de décharges partielles |

Figure B.2 – Circuit d'essai de décharges partielles
(système sans mise à la terre du neutre)

Annexe C (informative)

Notes explicatives

C.1 Changements dans les classifications, comparées à la troisième édition (1990) de la CEI 60298

Explications concernant les changements dans les classifications, comparées avec la troisième édition de la CEI 60298 (1990), appelée ici «norme précédente», et d'autres pratiques usuelles.

Dans la norme précédente, 3 classes étaient définies:

- a) blindé;
- b) compartimenté;
- c) bloc.

Il a été jugé que ces classifications n'étaient plus suffisantes pour les raisons principales ci-dessous.

- La norme précédente a été écrite principalement sur la base des tableaux débrochables isolés dans l'air. Il fallait prendre en considération les tendances modernes vers des matériels fixes et des matériels isolés au gaz
- La norme précédente classait l'appareillage sur la base de trois conceptions, qui fournissaient trois niveaux de fonctionnalités, plutôt que sur la base des fonctionnalités proprement dites.

Dans la révision, la classification est basée sur une fonction particulière à réaliser pour maintenir l'alimentation du client, typiquement sur la possibilité de maintenir un certain niveau de continuité de service d'un appareillage pendant qu'un compartiment est accédé.

- La catégorie «bloc» s'est avérée couvrir plusieurs types d'équipements, chacun répondant à un besoin du marché distinct, et réel, en termes de niveau requis de continuité de service.
- La distinction entre «blindé» et «compartimenté» n'était pas stricte, et par exemple des volets isolants étaient autorisés dans la classe «blindé».

Les écarts entre les définitions de la CEI et de l'IEEE rendaient l'harmonisation difficile.

Tableau C.1 – Comparaison CEI et IEEE, définition du blindé

IEC 60298 (1990)	IEEE C 37.20.2
>= 3 compartiments	>= 3 compartiments
Disjoncteur fixe admis	Seulement disjoncteurs débrochables
Conducteurs nus admis	Conducteurs primaires couverts par un matériau isolants
	Transformateurs de tension et transformateurs d'auxiliaire dans compartiment séparé, équipés de fusibles haute tension accessibles
	Barrières de jeu de barres principal (par tranche)

La nouvelle version traite ces points, en étant basée sur des aspects de fonctionnalité plutôt que de conception et construction.

En particulier, une nouvelle classification est proposée, basée sur la capacité à maintenir un certain niveau de continuité de service pour un appareillage pendant qu'un compartiment est accédé. De plus, une classification relative à la sécurité des personnes en cas de défaut interne a été introduite. Cela est résumé dans le tableau suivant:

Tableau C.2 – Classification relative à la sécurité des personnes en cas de défaut interne

Types de compartiments concernant l'accessibilité		Caractéristiques
Compartiment accessible par l'opérateur	Compartiment accessible contrôlé par verrouillage; destiné à être ouvert durant des opérations normales d'exploitation et de maintenance	Pas besoin d'outil pour ouvrir; les inter verrouillages ne permettent l'accès que quand les parties haute tension sont hors tension et à la terre
	Compartiment accessible selon procédure; destiné à être ouvert durant des opérations normales d'exploitation et de maintenance	Pas besoin d'outil pour ouvrir; des moyens de verrouillage, associés à une procédure d'exploitation, ne permettent l'accès que quand les parties haute tension sont hors tension et à la terre
Compartiment accessible spécial	Compartiment accessible par outillage; pouvant être ouvert par l'utilisateur mais non destiné à être ouvert pour des opérations normales d'exploitation ou de maintenance	Un outil est nécessaire pour l'ouverture; rien n'est prévu pour traiter des procédures d'accès. Des procédures particulières peuvent être nécessaires pour le maintien des performances.
Compartiment non accessible	Compartiment impossible à ouvrir par l'utilisateur (non destiné à être ouvert)	Il est évident que l'ouverture endommage le compartiment, ou une information claire est fournie à l'utilisateur. La notion d'accessibilité n'a pas de sens.

Catégories d'appareillage selon la perte de continuité de service lors de l'ouverture de compartiments accessibles		Caractéristiques
LSC1		Les autres unités fonctionnelles, ou une partie d'entre elles, doivent être mises hors tension
LSC2	LSC2A	Les autres unités fonctionnelles peuvent rester sous tension
	LSC2B	Les autres unités fonctionnelles et tous les compartiments câbles peuvent rester sous tension

Classification d'appareillage selon la nature des barrières entre parties sous tension et compartiments accessibles ouverts		Caractéristiques
PM		Volets métalliques et partitions métalliques entre parties sous tension et compartiment ouvert (les conditions «sous enveloppe métallique» sont maintenues)
PI		discontinuité isolante dans l'ensemble volets/partitions métalliques entre parties sous tension et compartiment ouvert

Classification d'appareillage selon les risques mécaniques, électriques et d'incendie dans le cas d'un défaut interne durant l'utilisation normale		Caractéristiques
IAC		Pas de projection de parties, pas d'inflammation de tissus, l'enveloppe reste connectée à la terre

En pratique, les catégories valides d'appareillage sont: LSC1, LSC1-PM, LSC1-PI, LSC2A-PM, LSC2A-PI, LSC2B-PM et LSC2B-PI, comme détaillées ci-dessous et dans les exemples suivants:

- LSC: La catégorie LSC désigne le niveau de perte de continuité de service quand il y a un compartiment du circuit principal ouvert, c'est-à-dire la mesure dans laquelle les jeux de barres/câbles peuvent rester sous tension, sans nécessairement être parcourus par du courant.
- LSC1: Le 1 dénote qu'il y a perte de continuité de service au moins pour une unité fonctionnelle autre que celle comprenant le compartiment de circuit principal ouvert².
- LSC2: Le 2 dénote qu'il y a continuité de service pour toutes les unités fonctionnelles autres que celle comprenant le compartiment de circuit principal ouvert ³.
- LSC2A: Le A dénote qu'il y a perte de continuité de service pour l'unité fonctionnelle comprenant le compartiment de circuit principal ouvert. Cette catégorie peut être réalisée avec
- a) une partition entre chaque unité fonctionnelle;
 - b) un minimum de deux compartiments et un point de séparation par unité fonctionnelle.
- LSC2B: Le B dénote que la continuité de service s'applique pour les autres compartiments de l'unité fonctionnelle comprenant le compartiment de circuit principal ouvert. Cette catégorie peut être réalisée par:
- a) une partition entre chaque unité fonctionnelle, et
 - b) au minimum trois compartiments et deux points de séparation par unité fonctionnelle
- LSC1-PM: Le PM indique que les partitions et les volets sont métalliques
- LSC2B-PI: Le PI indique qu'au moins une partition ou un volet est isolant.

Il convient que l'approche recommandée pour spécifier ou décrire un appareillage sous enveloppe métallique selon la norme soit descendante:

Fonctionnalités

- Quel agencement est nécessaire (type de fonctions, fixe ou déconnectable, architecture et compartiments nécessaires, besoin de maintenance)?

Continuité de service, et conditions d'accessibilité

- Quels compartiments n'ont pas besoin d'être ouverts?
- Eventuellement, quel compartiment doit être de type accessible (3.107)?
- Interverrouillages, procédures ou outils pour accéder?
- Besoin de continuité de service (circulation de courant possible dans les autres unités fonctionnelles) quand un compartiment est ouvert? (LSC1/2)
- Possibilité de maintenir les câbles sous tension? (LSC2A/B)
- Besoin d'éliminer le champ électrique dans le compartiment ouvert? (PM/PI)

² Si c'est le compartiment jeu de barres qui est ouvert, dans un appareillage simple jeu de barres, alors le compartiment ouvert concerne toutes les unités fonctionnelles de cette section de jeu de barres.

C.2 Appareillage blindé «ANSI»

L'appareillage blindé défini par l'ANSI est, selon la présente norme un appareillage sous enveloppe métallique de classe LSC2B-PM, caractérisé par les particularités suivantes.

- Les organes de manoeuvre principaux sont débrochables, équipés de connexions principales garantissant un alignement et un couplage automatiques et de circuits auxiliaires déconnectables.
- Des compartiments séparés sont fournis pour les transformateurs de potentiel et les transformateurs d'auxiliaire. Le compartiment jeu de barres est également divisé entre les unités fonctionnelles adjacentes.
- Une barrière métallique est placée en face de, ou d'une partie de, toutes les parties débrochables pour assurer que, dans la position de service, aucune partie haute tension n'est exposée lors de l'ouverture d'une porte.
- Les conducteurs et connexions du circuit principal sont recouverts d'isolants résistants à la flamme.
- Des interverrouillages mécaniques sont fournis pour protéger les opérateurs de la décharge accidentelle d'énergie stockée dans des parties débrochables, par un des moyens ci-dessous.
 - a) Interrouillages dans le compartiment pour empêcher le débrochage complet de l'organe de manoeuvre quand le mécanisme à accumulation d'énergie est chargé.
 - b) Un moyen adéquat pour empêcher le débrochage complet de l'organe de manoeuvre tant que la fonction de fermeture n'est pas bloquée.
 - c) Un moyen pour décharge automatiquement l'énergie stockée avant ou pendant l'opération de débrochage de l'organe de coupure du compartiment. Si l'énergie stockée est déchargée avant que l'organe de coupure ne soit déplacé hors de la position connectée, un verrouillage électrique complémentaire est nécessaire pour empêcher de recharger le stockage d'énergie.
- Des moyens de verrouillage sont fournis permettant d'empêcher de déplacer l'organe de coupure débrochable dans la position embrochée.
- Les circuits auxiliaires sont séparés des parties haute tension par des barrières métalliques mises à la terre, à l'exception de courtes longueurs de fils, comme aux bornes d'un transformateur de mesure.
- Les circuits principaux de tous les transformateurs de potentiels comprennent des fusibles limiteurs. Les fusibles de ces circuits prévus pour la protection des transformateurs sont montés de telle façon qu'il faut qu'ils soient séparés du circuit haute tension avant que l'accès ne soit possible. Il est possible de séparer et de mettre à la terre automatiquement le circuit basse tension des transformateurs de potentiel quand le circuit haute tension est séparé. Il est possible de mettre à la terre l'enroulement haute tension et/ou les fusibles pendant l'opération de séparation afin de neutraliser les charges statiques.

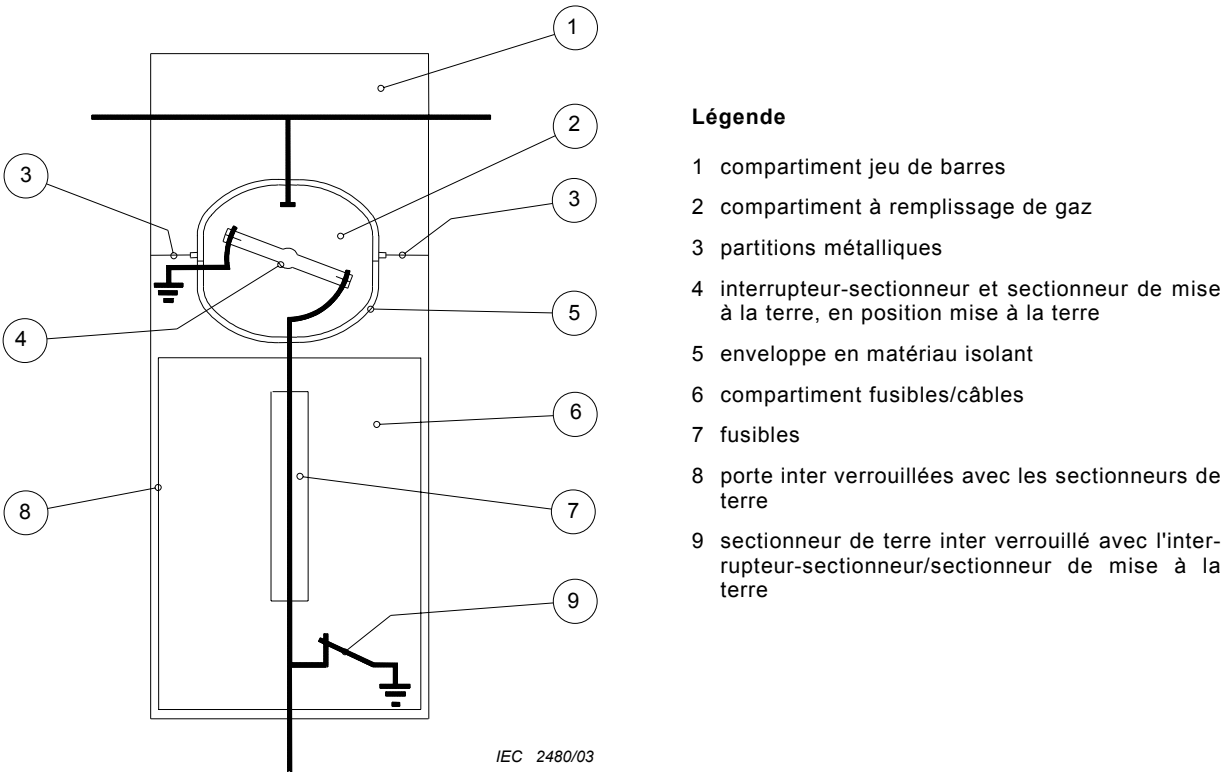
C.3 Ancien «blindé» défini par la CEI dans les termes de la CEI 62271-200

Pour les conceptions habituelles ci-dessous, sous réserve que les caractéristiques et impératifs soient satisfaits, les classifications précédentes peuvent être reliées aux nouvelles.

- L'ancien «blindé», avec disjoncteurs débrochables et volets métalliques, correspond maintenant à LSC2B-PM.
- L'ancien «blindé», avec disjoncteurs débrochables et volets isolants, correspond maintenant à LSC2B-PI.
- L'ancien «compartimenté», avec disjoncteurs débrochables, correspond maintenant à LSC2B-PI.

Les autres appareillages, anciennement «compartimentés» ou «bloc», sont LSC1, LSC2A-PI ou LSC2B-PI en fonction des détails de construction.

C.4 Exemple d'un interrupteur-fusible en solution modulaire:



Liste des compartiments	Compartiment jeu de barres	Fusibles/câbles	Interrupteur
Arrangement Fixe/débrochable	Fixe	Fixe	Fixe
Type d'accès Interverrouillé Par procédure Avec outil Non accessible	Avec outil	Interverrouillé	Non accessible

Il y a un besoin pour accéder au compartiment fusibles/câbles pour l'exploitation normale et la maintenance (c'est-à-dire changement des fusibles), donc il doit être soit interverrouillée, soit accessible par procédure. Dans l'exemple, il est interverrouillé.

		Parties de l'appareillage qui peuvent être laissées sous tension	
		Câbles de l'unité fonctionnelle	Toutes les autres unités fonctionnelles
Compartiment devant être ouvert	Fusibles/câbles	Non	Oui
	Jeu de barres	Non applicable, simple jeu de barres (voir 3.131.1)	Non applicable, simple jeu de barres (voir 3.131.1)
	Interrupteur	Non applicable, car non accessible	Non applicable, car non accessible

Lors de l'ouverture du compartiment fusibles/câbles d'une unité fonctionnelle, toutes les autres unités fonctionnelles peuvent rester sous tension, et la continuité de service est assurée. Toutefois, les câbles correspondant au compartiment fusibles ne peuvent pas être maintenus sous tension.

Il y a une discontinuité dans les partitions métalliques entre le compartiment fusibles/câbles ouvert et le jeu de barres sous tension, à savoir la partition du compartiment interrupteur.

La nouvelle classification est LSC2A-PI. La précédente était «compartimenté».

Bibliographie

Les publications suivantes sont citées dans cette norme pour information.

IEC 60137:1995, *Traversées isolées pour tension alternatives supérieures à 1000 V*

NOTE Harmonisée comme EN 60137:1996 (non modifiée).

CEI 60517:1990, *Appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse de tension assignée égale ou supérieure à 72,5 kV*³

NOTE Harmonisée comme HD 358 S3:1992 (non modifiée).

CEI 60724:2000, *Limites de température de court-circuit des câbles électriques de tensions assignées de 1 kV ($U_m = 1, 2$ kV) et 3 kV ($U_m = 3, 6$ kV)*

EN 50187:1996, *Compartiments sous pression de gaz pour appareillage à courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV*

IEEE C 37.20.7:2001, *IEEE Guide for Testing Medium-Voltage Metal-Enclosed switchgear for Internal Arcing Faults*

³ Cette publication est en cours de révision et sera remplacée par la CEI 62271-203 dès qu'elle sera disponible.

Annexe ZA (normative)

Références normatives à d'autres publications internationales avec les publications européennes correspondantes

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).

NOTE Dans le cas où une publication internationale est modifiée par des modifications communes, indiqué par (mod), il faut tenir compte de la EN / du HD approprié(e).

<u>Publication</u>	<u>Année</u>	<u>Titre</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Année</u>
CEI 60050-151	2001	Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) Partie 151: Dispositifs électriques et magnétiques	-	-
CEI 60050-441	1984	Chapitre 441: Appareillage et fusibles	-	-
CEI 60060-1 + corr. mars	1989 1990	Techniques des essais à haute tension Partie 1: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais	HD 588.1 S1	1991
CEI 60243-1	1998	Rigidité diélectrique des matériaux isolants - Méthodes d'essai Partie 1: Essais aux fréquences industrielles	EN 60243-1	1998
CEI 60265-1	1998	Interrupteurs à haute tension Partie 1: Interrupteurs pour tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures à 52 kV	EN 60265-1	1998
CEI 60270	2000	Techniques des essais à haute tension - Mesure des décharges partielles	EN 60270	2001
CEI 60466	1987	Appareillage sous enveloppe isolante pour courant alternatif de tension assignée supérieure à 1 kV et inférieure ou égale à 38 kV	-	-
CEI 60470	2000	Contacteurs pour courant alternatif haute tension et démarreurs de moteurs à contacteurs	-	-
CEI 60480	1974	Guide relatif au contrôle de l'hexafluorure de soufre (SF6) prélevé sur le matériel électrique	-	-
CEI 60529	1989	Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)	EN 60529 + corr. mai	1991 1993
CEI 60694	1996	Spécifications communes aux normes de l'appareillage à haute tension	EN 60694 + corr. mai	1996 1999

EN 62271-200:2004

- 86 -

<u>Publication</u>	<u>Année</u>	<u>Titre</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Année</u>
CEI 60909-0	2001	Courants de court-circuit dans les réseaux triphasés à courant alternatif Partie 0: Calcul des courants	EN 60909-0	2001
CEI 60932	1988	Spécifications complémentaires pour l'appareillage sous enveloppe de 1 kV à 72,5 kV destiné à être utilisé dans des conditions climatiques sévères	-	-
CEI 61634	1995	Appareillage à haute tension – Utilisation et manipulation de gaz hexafluorure de soufre (SF ₆) dans l'appareillage à haute tension	-	-
CEI 62271-100	2001	Appareillage à haute tension Partie 100: Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension	EN 62271-100	2001
CEI 62271-102	2001	Partie 102: Sectionneurs et sectionneurs de terre à courant alternatif haute tension	EN 62271-102	2002
CEI 62271-105	2002	Partie 105: Combinés interrupteurs-fusibles pour courant alternatif	EN 62271-105	2003
ISO/CEI Guide 51	1999	Aspects liés à la sécurité - Principes directeurs pour les inclure dans les normes	-	-

Annexe ZB (informative)

Divergences A

Divergence A: Divergence nationale due à des règlements dont la modification n'est pas dans l'immédiat de la compétence du membre du CENELEC.

La présente Norme Européenne n'entre pas dans le cadre d'une Directive Européenne.

Ces divergences A remplacent les dispositions de la Norme Européenne dans les pays correspondants du CENELEC jusqu'à ce qu'elles aient été supprimées.

Article

1

Divergence

Italie (code italien des appareils sous pression pour appareillage électrique DM 1 de Décembre 1980 et DM 10 de Septembre 1981 publié dans la Gazzetta Ufficiale n°285 datée du 16.10.1981)

Pour l'appareillage sous enveloppe métallique contenant des compartiments remplis de gaz, la pression de calcul est limitée à un maximum de 0,5 bar et le volume à un maximum de 2 m³. Les compartiments remplis de gaz dont la pression de calcul dépasse 0,5 bar ou dont le volume dépasse 2 m³ doivent être conçus conformément au code italien des appareils sous pression pour appareillage électrique.
