

[www.afnor.org](http://www.afnor.org)



**DOCUMENT PROTÉGÉ  
PAR LE DROIT D'AUTEUR**

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans accord formel.

Contacteur :  
AFNOR – Norm'Info  
11, rue Francis de Pressensé  
93571 La Plaine Saint-Denis Cedex  
Tél : 01 41 62 76 44  
Fax : 01 49 17 92 02  
E-mail : [norminfo@afnor.org](mailto:norminfo@afnor.org)

**afnor**

Ce document est à usage exclusif et non collectif des clients AFNOR.  
Toute mise en réseau, reproduction et rediffusion, sous quelque forme que ce soit, même partielle, sont strictement interdites.

This document is intended for the exclusive and non collective use of AFNOR customers.  
All network exploitation, reproduction and re-dissemination, even partial, whatever the form (hardcopy or other media), is strictly prohibited.

AFNOR

Pour : VINCI ENERGIES

Email: [ayoub.elbannany@cegelec.com](mailto:ayoub.elbannany@cegelec.com)

Identité: VINCI ENERGIES - ELBANNANY Ayoub

Code siret : 39163584400023

Client : 3610200

Le : 02/10/2023 à 13:05

Diffusé avec l'autorisation de l'éditeur

Distributed under licence of the publisher



# norme française

**NF EN 62271-201**  
**13 septembre 2014**

Indice de classement : **C 64-471-201**

**ICS : 29.130.10**

## Appareillage à haute tension

Partie 201 : Appareillage sous enveloppe isolante solide pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV

E : High-voltage switchgear and controlgear - Part 201: AC solid-insulation enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV

D : Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen - Teil 201: Isolierstoffgekapselte Wechselstrom-Schaltanlagen für Bemessungsspannungen über 1 kV bis einschließlich 52 kV

## Norme française homologuée

par décision du Directeur Général d'AFNOR.

Remplace la norme homologuée NF EN 62271-201, de décembre 2006 qui reste en vigueur jusqu'en mai 2017.

**Correspondance** La Norme européenne EN 62271-201:2014 a le statut d'une Norme française et reproduit intégralement la Norme internationale IEC 62271-201:2014.

**Résumé** Le présent document spécifie les exigences pour l'appareillage préfabriqué sous enveloppe isolante solide pour courant alternatif, prévu pour être installé à l'intérieur, 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.

**Descripteurs** Appareillage électrique, appareillage haute tension, enveloppe de matériel électrique, isolant électrique, courant alternatif, conditions d'utilisation, caractéristique électrique, caractéristique nominale, conception, spécification de matériel, mise à la terre électrique, plaque signalétique, degré de protection, verrouillage, essai de type, essai électrique, essai d'échauffement, essai diélectrique, pouvoir de coupure, courant de fuite, essai de fonctionnement, conditions d'essai, installation, maintenance.

**Modifications** Par rapport au document remplacé, révision de la norme incluant des modifications techniques majeures.

## Corrections

---

## La norme

---

**La norme** est destinée à servir de base dans les relations entre partenaires économiques, scientifiques, techniques et sociaux.

La norme par nature est d'application volontaire. Référencée dans un contrat, elle s'impose aux parties. Une réglementation peut rendre d'application obligatoire tout ou partie d'une norme.

**La norme est un document élaboré par consensus** au sein d'un organisme de normalisation par sollicitation des représentants de toutes les parties intéressées. Son adoption est précédée d'une enquête publique.

La norme fait l'objet d'un examen régulier pour évaluer sa pertinence dans le temps.

Toute norme est réputée en vigueur à partir de la date présente sur la première page.

---

## Pour comprendre les normes

---

L'attention du lecteur est attirée sur les points suivants :

Seules les formes verbales **doit et doivent** sont utilisées pour exprimer une ou des exigences qui doivent être respectées pour se conformer au présent document. Ces exigences peuvent se trouver dans le corps de la norme ou en annexe qualifiée de "normative". Pour les méthodes d'essai, l'utilisation de l'infinitif correspond à une exigence.

Les expressions telles que, **il convient et il est recommandé** sont utilisées pour exprimer une possibilité préférée mais non exigée pour se conformer au présent document. Les formes verbales **peut et peuvent** sont utilisées pour exprimer une suggestion ou un conseil utiles mais non obligatoires, ou une autorisation.

En outre, le présent document peut fournir des renseignements supplémentaires destinés à faciliter la compréhension ou l'utilisation de certains éléments ou à en clarifier l'application, sans énoncer d'exigence à respecter. Ces éléments sont présentés sous forme de **notes ou d'annexes informatives**.

---

## Commission de normalisation

---

Une commission de normalisation réunit, dans un domaine d'activité donné, les expertises nécessaires à l'élaboration des normes françaises et des positions françaises sur les projets de norme européenne ou internationale. Elle peut également préparer des normes expérimentales et des fascicules de documentation.

**Si vous souhaitez commenter ce texte, faire des propositions d'évolution ou participer à sa révision**, adressez-vous à [norminfo@afnor.org](mailto:norminfo@afnor.org)

La composition de la commission de normalisation qui a élaboré le présent document est donnée ci-après. Lorsqu'un expert représente un organisme différent de son organisme d'appartenance, cette information apparaît sous la forme : organisme d'appartenance (organisme représenté).

---

## Appareillage

## AFNOR/UF 17

---

### Liste des organismes représentés dans la commission de normalisation

Secrétariat : AFNOR

EDF

GIMELEC

JEANJEAN

MINISTERE DU TRAVAIL, DES RELATIONS SOCIALES,  
DE LA FAMILLE

RTE

SNCF

SYCABEL

---

## AVANT-PROPOS NATIONAL

*Ce document constitue la version française complète de la Norme européenne EN 62271-201:2014 qui reproduit le texte de la publication IEC 62271-201:2014.*

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

*Cette Norme française fait référence à des Normes internationales. Quand une Norme internationale citée en référence a été entérinée comme Norme européenne, ou bien quand une Norme d'origine européenne existe, la Norme française issue de cette Norme européenne est applicable à la place de la Norme internationale.*

*Le Comité Français a voté favorablement au CENELEC sur le projet d'EN 62271-201, le 12 février 2014.*

---

**NORME EUROPÉENNE**  
**EUROPÄISCHE NORM**  
**EUROPEAN STANDARD**

**EN 62271-201**

Juillet 2014

ICS 29.130.10

Remplace EN 62271-201:2006

Version française

**Appareillage à haute tension - Partie 201: Appareillage sous  
enveloppe isolante solide pour courant alternatif de tensions  
assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV  
(CEI 62271-201:2014)**

Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen - Teil  
201: Isolierstoffgekapselte Wechselstrom-Schaltanlagen für  
Bemessungsspannungen über 1 kV bis einschließlich 52 kV  
(IEC 62271-201:2014)

High-voltage switchgear and controlgear - Part 201: AC  
solid-insulation enclosed switchgear and controlgear for  
rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV  
(IEC 62271-201:2014)

La présente Norme Européenne a été adoptée par le CENELEC le 2014-05-01. 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 cette Norme Européenne.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du CEN-CENELEC Management Centre 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 CEN-CENELEC Management Centre, a le même statut que les versions officielles.

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



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

**CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Bruxelles**

EN 62271-201:2014

– 2 –

## Avant-propos

Le texte du document 17C/594/FDIS, future édition 2 de la CEI 62271-201, préparé par le SC 17C "Ensembles d'appareillages à haute tension," du CE 17 de la CEI "Appareillage", a été soumis au vote parallèle CEI-CENELEC et approuvé par le CENELEC en tant que EN 62271-201:2014.

Les dates suivantes sont fixées:

- date limite à laquelle ce document (dop) 2015-02-01 doit être mis en application au niveau national par publication d'une norme nationale identique ou par entérinement
- date limite à laquelle les normes (dow) 2017-05-01 nationales conflictuelles doivent être annulées

Ce document remplace l'EN 62271-201:2006.

L'EN 62271-201:2014 inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'EN 62271-201:2006:

- a) outre la mise à jour de la deuxième édition de l'EN 62271-200:2012, les définitions, classifications et procédures d'essai ont été spécifiées de manière plus précise;
- b) l'accès aux appareillages sous enveloppe isolante solide est désormais limité au seul personnel autorisé. Ceci signifie la suppression de la "classe d'accessibilité B" (accès par le public) dans l'ensemble du document;
- c) le terme "catégorie de protection" a été introduit afin de remplacer le terme "classe de protection" (PA, PB1 et PB2).

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. Le CENELEC [et/ou le CEN] ne saurait [sauraient] être tenu[s] pour responsable[s] de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.



## 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 .....	9
3 Termes, définitions et abréviations.....	10
3.1 Termes et définitions.....	10
3.2 Index des définitions .....	18
4 Caractéristiques assignées .....	20
4.1 Tensions assignées ( $U_r$ ).....	20
4.2 Niveau d'isolement assigné .....	21
4.3 Fréquence assignée ( $f_r$ ) .....	21
4.4 Courant assigné en service continu et échauffement.....	21
4.5 Courant de courte durée admissible assigné ( $I_k$ ).....	21
4.6 Valeur de crête du courant admissible assigné ( $I_p$ ) .....	22
4.7 Durée de court circuit assignée ( $t_k$ ) .....	22
4.8 Tension assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires et de commande ( $U_a$ ) .....	22
4.9 Fréquence assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires .....	22
4.10 Pression assignée d'alimentation en gaz comprimé pour les systèmes à pression entretenue .....	22
4.11 Niveaux assignés de remplissage pour l'isolement et/ou la manœuvre .....	23
4.101 Caractéristiques assignées de la classification arc interne (IAC) .....	23
4.102 Tensions d'essai assignées des câbles.....	24
5 Conception et construction.....	24
5.1 Exigences pour les liquides utilisés dans l'appareillage .....	25
5.2 Exigences pour les gaz utilisés dans l'appareillage .....	25
5.3 Raccordement à la terre de l'appareillage .....	25
5.4 Équipements auxiliaires et de commande .....	26

5.5	Manœuvre dépendante à source d'énergie extérieure .....	26
5.6	Manœuvre à accumulation d'énergie.....	26
5.7	Manœuvre indépendante manuelle ou manœuvre indépendante à source d'énergie extérieure (manœuvre indépendante sans accrochage mécanique) .....	27
5.8	Fonctionnement des déclencheurs.....	27
5.9	Dispositifs de verrouillage et de surveillance basse et haute pression .....	27
5.10	Plaques signalétiques .....	27
5.11	Dispositifs de verrouillages.....	29
5.12	Indicateur de position .....	30
5.13	Degrés de protection procurés par les enveloppes .....	30
5.14	Lignes de fuite pour les isolateurs d'extérieur .....	30
5.15	Étanchéité au gaz et au vide .....	30
5.16	Étanchéité au liquide.....	30
5.17	Risque de feu (Inflammabilité) .....	30
5.18	Compatibilité électromagnétique (CEM) .....	30
5.19	Émission de rayons X.....	30
5.20	Corrosion .....	31
5.101	Défaut d'arc interne.....	31
5.102	Enveloppe isolante solide .....	31
5.103	Compartiments à haute tension .....	34
5.104	Parties amovibles.....	37
5.105	Dispositions pour les essais diélectriques des câbles.....	38
6	Essais de type .....	38
6.1	Généralités .....	38
6.2	Essais diélectriques .....	40
6.3	Essais de tension de perturbation radioélectrique .....	44
6.4	Mesurage de la résistance des circuits .....	44
6.5	Essais d'échauffement.....	44
6.6	Essais au courant de courte durée admissible et à la valeur de crête du courant admissible .....	46
6.7	Vérification de la protection .....	47

6.8	Essais d'étanchéité .....	48
6.9	Essais de compatibilité électromagnétique (CEM) .....	48
6.10	Essais diélectriques supplémentaires des circuits auxiliaires et de commande.....	48
6.11	Procédures d'essai des rayonnements X pour les ampoules à vide.....	49
6.101	Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure .....	49
6.102	Essais de fonctionnement mécanique .....	50
6.103	Essai de tenue à la pression pour les compartiments à remplissage de gaz .....	52
6.104	Essais de vérification de la protection des personnes contre les chocs électriques .....	52
6.105	Essais d'arc dû à un défaut interne .....	54
6.106	Essai de stabilité thermique.....	57
6.107	Essai d'humidité .....	58
7	Essais individuels de série.....	58
7.1	Essai diélectrique du circuit principal .....	58
7.2	Essais des circuits auxiliaires et de commande .....	59
7.3	Mesurage de la résistance du circuit principal .....	59
7.4	Essai d'étanchéité .....	59
7.5	Contrôles visuels et du modèle .....	59
7.101	Essai de décharges partielles .....	59
7.102	Essais de fonctionnement mécanique .....	60
7.103	Essais de pression des compartiments à remplissage de gaz.....	60
7.104	Essais des dispositifs auxiliaires électriques, pneumatiques et hydrauliques .....	60
7.105	Essais après montage sur le site .....	60
7.106	Mesurage de l'état du fluide après remplissage sur le site .....	61
8	Guide pour le choix de l'appareillage.....	61
8.101	Généralités .....	61
8.102	Choix des caractéristiques assignées .....	62
8.103	Choix du modèle et de sa construction.....	62
8.104	Défaut d'arc interne .....	66

8.105	Résumé des exigences techniques, des caractéristiques assignées et des essais optionnels .....	71
8.106	Caractéristiques assignées des circuits de terre.....	73
8.107	Caractéristiques assignées relatives aux essais des câbles .....	73
9	Renseignements à donner dans les appels d'offres, les soumissions et les commandes.....	73
9.1	Renseignements dans les appels d'offres et les commandes.....	73
9.2	Renseignements pour les soumissions .....	74
10	Transport, stockage, installation, manœuvre et maintenance .....	75
10.1	Conditions à respecter pendant le transport, le stockage et l'installation .....	75
10.2	Installation .....	75
10.3	Fonctionnement .....	75
10.4	Maintenance .....	75
11	Sécurité.....	76
11.101	Procédures .....	76
11.102	Aspects liés à un arc dû à un défaut interne.....	76
12	Influence du produit sur l'environnement .....	76
Annexe AA (normative) Défaut d'arc interne – Méthode de vérification de la classification arc interne (IAC).....		77
Annexe BB (normative) Mesurage des décharges partielles .....		89
Annexe CC (informative) Divergences régionales .....		94
Annexe DD (normative) Essai d'humidité.....		95
Annexe EE (informative) Catégories de protection .....		99
Annexe FF (informative) Liste des symboles et abréviations utilisés dans l'IEC 62271-201 .....		101
Annexe ZA (normative) Références normatives à d'autres publications internationales avec les publications européennes correspondantes .....		102
Bibliographie .....		104

Figure 101 – LSC1.....	66
Figure 102 – LSC2.....	66
Figure 103 – LSC2.....	66
Figure 104 – LSC2A .....	66
Figure 105 – LSC2B .....	66
Figure 106 – LSC2B .....	66
Figure AA.1 – Cadre de montage pour les indicateurs verticaux.....	85
Figure AA.2 – Indicateur horizontal .....	85
Figure AA.3 – Position des indicateurs .....	86
Figure AA.4 – Simulation du local et position des indicateurs pour le type d'accessibilité A, face arrière classifiée, unité fonctionnelle de toute hauteur.....	87
Figure AA.5 – Hauteur de plafond indiquée à partir du plancher ou du niveau du faux plancher où est installé réellement l'appareillage.....	88
Figure BB.1 – Circuit d'essai de décharges partielles (montage triphasé).....	92
Figure BB.2 – Circuit d'essai de décharges partielles (système sans mise à la terre du neutre) .....	93
Figure DD.1 – Cycle d'essai.....	98
Figure DD.2 – Chambre d'essai.....	98
Figure EE.1 – Configurations possibles pour la catégorie de protection PA .....	99
Figure EE.2 – Configurations possibles pour la catégorie de protection PB .....	100
Tableau 101 – Information pour la plaque signalétique .....	28
Tableau 102 – Emplacements, causes et exemples de mesures à prendre pour diminuer la probabilité de défauts d'arc interne.....	68
Tableau 103 – Courant de défaut d'arc monophasé phase-terre en fonction de la mise à la terre du neutre du réseau .....	70
Tableau 104 – Résumé des exigences techniques, des caractéristiques assignées et des essais optionnels pour l'appareillage sous enveloppe isolante solide.....	71
Tableau AA.1 – Paramètres de l'essai de défaut d'arc interne en fonction de la construction du compartiment .....	84
Tableau BB.1 – Circuits et méthodes d'essai .....	91

## **APPAREILLAGE À HAUTE TENSION –**

### **Partie 201: Appareillage sous enveloppe isolante solide 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 l'IEC 62271 spécifie les exigences pour l'appareillage préfabriqué sous enveloppe isolante solide pour courant alternatif, prévu pour être installé à l'intérieur, 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.

L'accès aux appareillages est limité au personnel autorisé.

NOTE 1 Pour l'utilisation du présent document, la haute tension (IEC 60050-601:1985, 601-01-27) est la tension assignée supérieure à 1 000 V. Cependant, le terme "moyenne tension" (IEC 60050-601:1985, 601-01-28) est communément utilisé pour les réseaux de distribution avec des tensions supérieures à 1 kV, et est généralement appliqué pour des tensions inférieures ou égales à 52 kV; se reporter à [1] de la Bibliographie.

NOTE 2 Bien que principalement dédiée aux systèmes triphasés, la présente norme peut également être appliquée aux systèmes monophasés ou biphasés.

Les enveloppes peuvent contenir des composants fixes et amovibles et peuvent être remplies de fluide (liquide ou gaz) pour assurer une isolation supplémentaire. Pour les appareillages contenant des compartiments à remplissage de gaz, la pression de calcul est limitée à une pression maximale de 300 kPa (pression relative).

L'utilisateur peut toucher l'appareillage sous enveloppe isolante solide, conforme à la présente norme, lorsqu'il est sous tension.

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

Les composants compris dans l'appareillage sous enveloppe isolante solide sont conçus et soumis à essai conformément à leurs différentes normes respectives. La présente norme complète les normes des composants spécifiques, concernant leur installation dans les ensembles d'appareillages.

La présente norme n'interdit pas que d'autres équipements puissent être incorporés dans la même enveloppe. Dans de tels cas, il convient de tenir compte de l'influence de cet équipement sur l'appareillage.

NOTE 3 Les ensembles d'appareillages ayant une enveloppe métallique relèvent de l'IEC 62271-200, se reporter à [9] de la Bibliographie.

## 1.2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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).

IEC 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI)* (disponible sous [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org))

IEC 60060-1:2010, *Technique des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et exigences générales*

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

IEC 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

IEC 62262:2002, *Degrés de protection procurés par les enveloppes de matériels électriques contre les impacts mécaniques externes (code IK)*

IEC 62271-1:2007, *Appareillage à haute tension – Partie 1: Spécifications communes*  
Amendement 1:2011

IEC 62271-100:2008, *Appareillage à haute tension – Partie 100: Disjoncteurs à courant alternatif*

IEC 62271-102:2001, *Appareillage à haute tension – Partie 102: Sectionneurs et sectionneurs de terre à courant alternatif*  
Amendement 1:2011  
Amendement 2:2013

IEC 62271-103:2011, *Appareillage à haute tension – Partie 103: Interrupteurs pour tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV*

IEC 62271-105:2012, *Appareillage à haute tension – Partie 105: Combinés interrupteurs-fusibles pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et jusqu'à 52 kV inclus*

IEC 62271-106:2011, *Appareillage à haute tension – Partie 106: Contacteurs, combinés de démarrage à contacteurs et démarreurs de moteurs, pour courant alternatif*

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

## 2 Conditions de service normales et spéciales

L'Article 2 de l'IEC 62271-1:2007 s'applique, avec le complément suivant.

Sauf spécification contraire dans la présente norme, l'appareillage sous enveloppe isolante solide est prévu pour être utilisé dans les conditions normales de service pour l'intérieur.

L'appareillage sous enveloppe isolante solide, au sens du domaine d'application de l'IEC/TS 62271-304 et destiné à être utilisé dans des conditions de service plus sévères eu égard à la condensation et la pollution que les conditions de service normales de la présente norme, peut être classé dans une «classe de conception» 1 ou 2 conformément à l'IEC/TS 62271-304 afin de démontrer son aptitude à résister à ces conditions sévères.

### 3 Termes, définitions et abréviations

#### 3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la IEC 60050-151, l'IEC 60050-441 et l'IEC 62271-1 ainsi que les suivants s'appliquent.

NOTE Les définitions supplémentaires sont classées de manière à être alignées sur le système de classification utilisé dans l'IEC 60050-441.

##### 3.101

##### **appareillage**

terme général applicable aux appareils de connexion et à leur combinaison avec des 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 correspondants

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-11-01]

##### 3.102

##### **ensemble** (d'appareillage de connexion et de commande)

combinaison d'appareillage de connexion ou de commande complètement assemblé avec toutes les liaisons électriques et mécaniques internes

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-12-01]

##### 3.103

##### **appareillage sous enveloppe isolante solide**

ensemble d'appareillage, avec une enveloppe isolante solide externe, entièrement terminé à l'exception des connexions extérieures

Note 1 à l'article: L'isolation externe peut être fournie avec une couche (semi-) conductrice.

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-12-06, modifiée – modification de la formulation]

##### 3.104

##### **unité fonctionnelle** (d'un ensemble)

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

Note 1 à l'article: Les unités fonctionnelles peuvent se différencier selon la fonction pour laquelle elles sont prévues, par exemple, unité d'arrivée, unité de départ, etc.

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-13-04, modifiée – modification de la formulation]

##### 3.105

##### **conception à niveaux multiples**

conception d'appareillage sous enveloppe métallique dans laquelle les appareils de connexion principaux de deux unités fonctionnelles ou plus, sont disposés verticalement (l'un au-dessus de l'autre) dans une enveloppe unique



### **3.106**

#### **unité de transport**

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

### **3.107**

#### **enveloppe isolante solide**

partie d'un appareillage sous enveloppe isolante solide procurant un degré de protection spécifié du matériel contre les influences externes et un degré de protection spécifié contre les chocs électriques en limitant l'approche des parties actives ou le contact avec elles ou contre le contact avec des pièces en mouvement

Note 1 à l'article: La partie principale de l'enveloppe est constituée d'un matériau isolant, et peut comporter des couches (semi-) conductrices

Note 2 à l'article: Si la résistance de l'enveloppe de l'appareillage au point de mise à la terre est partout inférieure ou égale à 100 mΩ, l'IEC 62271-200 est applicable.

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-13-01, modifiée – modification de la formulation]

### **3.108**

#### **compartiment à haute tension**

compartiment d'un appareillage sous enveloppe isolante solide contenant des parties conductrices haute tension, fermé à l'exception des ouvertures nécessaires aux interconnexions, à la commande ou à la ventilation

Note 1 à l'article: Une définition générale du terme "compartiment" est fournie par l'IEC 60050-441:1984, 441-13-05, comme "une partie fermée d'un ensemble à l'exception des ouvertures nécessaires aux connexions, à la commande ou à la ventilation".

Note 2 à l'article: Un compartiment peut contenir des barrières, structures ou composants destinés à fournir diverses fonctions, telles que mécaniques ou diélectriques, mais non à être utilisés comme une cloison ou une enveloppe.

Note 3 à l'article: Les compartiments à haute tension sont identifiés par le ou les composants principaux qu'ils contiennent (se reporter au 5.103.1).

NOTE 4 à l'article: Quatre types de compartiments à haute tension sont différenciés, trois qui peuvent être ouverts, appelés accessibles (voir 3.108.1 à 3.108.3) et un qui ne peut pas être ouvert, appelé non accessible (voir 3.108.4)

#### **3.108.1**

##### **compartiment accessible contrôlé par verrouillage**

compartiment à haute tension, destiné à être ouvert pour l'utilisation et/ou pour la maintenance normales, comme cela est défini par le constructeur, dont le contrôle d'ouverture fait partie intégrante de la conception de l'appareillage

Note 1 à l'article: L'installation, les extensions, les réparations, etc. ne sont pas considérées comme de la maintenance normale.

#### **3.108.2**

##### **compartiment accessible selon procédure**

compartiment à haute tension, destiné à être ouvert pour l'utilisation et/ou pour la maintenance normales, comme cela est défini par le constructeur, dont le contrôle d'ouverture est assuré par une procédure adaptée combinée à un verrouillage

Note 1 à l'article: L'installation, les extensions, les réparations, etc. ne sont pas considérées comme de la maintenance normale.

### **3.108.3**

#### **compartiment accessible par outillage**

compartiment à haute tension qui peut être ouvert, uniquement avec l'utilisation d'outils, mais dont l'ouverture n'est pas prévue pour l'utilisation et pour la maintenance normales

Note 1 à l'article: Le compartiment accessible par outillage fait l'objet de procédures particulières.

### **3.108.4**

#### **compartiment non accessible**

compartiment haute tension qui ne doit pas être ouvert

Note 1 à l'article: L'ouverture peut détruire l'intégrité du compartiment.

### **3.109**

#### **compartiment connexions**

compartiment à haute tension dans lequel les connexions électriques sont réalisées entre le circuit principal de l'ensemble d'appareillage et les conducteurs externes (câble ou jeux de barres) vers le réseau électrique ou l'appareil haute tension de l'installation

Note 1 à l'article: Un compartiment connexions n'est pas nécessaire pour un appareillage sous enveloppe isolante solide s'il est possible de toucher la connexion externe sans danger.

### **3.110**

#### **cloison**

partie d'un appareillage sous enveloppe isolante solide séparant un compartiment à haute tension des autres compartiments et assurant un degré de protection spécifié

Note 1 à l'article: Les volets mobiles à vocation de protection peuvent devenir partie intégrante de la cloison.

Note 2 à l'article: Les cloisons peuvent comporter des parties permettant une interconnexion entre les compartiments (par exemple, traversées).

Note 3 à l'article: La seule classe de cloison prise en considération dans la présente norme est définie en 3.111. Cet article séparé est introduit afin de maintenir la structure similaire aux articles correspondants dans l'IEC 62271-200.

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-13-06, modifiée – modification de la formulation ]

### **3.111**

#### **classe de cloisonnement PI**

appareillage sous enveloppe isolante solide 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

### **3.112**

#### **volet**

partie d'un appareillage sous enveloppe isolante solide qui peut être déplacée d'une position dans laquelle elle permet l'embrochage des contacts d'une partie amovible ou le contact mobile d'un sectionneur sur des contacts fixes à une position dans laquelle elle constitue une partie de l'enveloppe isolante solide ou d'une cloison protégeant les contacts fixes

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-13-07, modifiée – modification de la formulation]

### 3.113

#### **cloisonnement métallique** (entre conducteurs)

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

Note 1 à l'article: 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.

Note 2 à l'article: Cette définition ne spécifie aucune protection mécanique (IP ou IK).

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-11-11, modifiée – nouvelles notes]

### 3.114

#### **traversée**

dispositif servant à conduire un ou plusieurs conducteurs à travers une enveloppe ou une cloison, et à isoler les conducteurs de celle-ci, y compris les moyens de fixation

### 3.115

#### **composant**

partie essentielle du circuit principal ou du circuit de terre de l'appareillage sous enveloppe isolante solide, qui possède une fonction spécifique (par exemple, disjoncteur, sectionneur, interrupteur, fusible, transformateur de mesure, traversée, jeu de barres)

### 3.116

#### **composant enrobé de matériau isolant solide**

composant dont les parties actives sont intégralement entourées d'un matériau isolant solide, à l'exception des bornes, des interfaces pour les mécanismes d'entraînement et du câblage auxiliaire

Note 1 à l'article: L'isolation peut faire partie intégrante de l'enveloppe isolante solide.

### 3.117

#### **circuit principal**

toutes les parties conductrices à haute tension d'un appareillage sous enveloppe isolante solide comprises dans un circuit destiné à transporter le courant assigné en service continu

Note 1 à l'article: Les connexions aux transformateurs de tension ne sont pas considérées comme faisant partie intégrante du circuit principal.

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-13-02, modifiée – modification de la formulation et nouvelle note]

### 3.118

#### **circuit de terre**

conducteurs, connexions et parties conductrices des appareils de mise à la terre destinés à raccorder les parties conductrices à haute tension à la prise de terre de l'installation

### 3.119

#### **circuit auxiliaire**

toutes les pièces conductrices d'un appareillage sous enveloppe isolante solide insérées dans un circuit (autres que les parties haute tension) destinées à la commande, la mesure, la signalisation et la régulation

Note 1 à l'article: Les circuits auxiliaires d'un appareillage sous enveloppe isolante solide comprennent les circuits de commande et les circuits auxiliaires des appareils de connexion.

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-13-03, modifiée – modification de la formulation]

### 3.120

#### **limiteur de pression**

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

### 3.121

#### **compartiment à remplissage de fluide**

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

#### 3.121.1

##### **compartiment à remplissage de gaz**

compartiment à haute tension d'un appareillage sous enveloppe isolante solide dans lequel la pression de gaz est maintenue par l'un des systèmes suivants:

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

Note 1 à l'article: Plusieurs compartiments à remplissage de gaz peuvent être connectés en permanence pour former un système de gaz commun (ensemble étanche au gaz).

Note 2 à l'article: Pour les systèmes de pression étanches au gaz, se référer à 3.6.5 et 3.6.6 de l'IEC 62271-1:2007.

[SOURCE: IEC 62271-1:2007, 3.6.6.1, modifiée – modification de la formulation]

#### 3.121.2

##### **compartiment à remplissage de liquide**

compartiment à haute tension d'un appareillage sous enveloppe isolante solide dans lequel le liquide est à la 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

Note 1 à l'article: Pour les systèmes à pression, se reporter au 3.6.5 de l'IEC 62271-1:2007.

### 3.122

#### **pression relative**

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

### 3.123

#### **niveau minimal 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 sous enveloppe isolante solide sont conservées

### 3.124

#### **niveau de calcul** (des compartiments à remplissage de fluide)

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

### 3.125

#### **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

### 3.126

#### **température de l'air ambiant** (de l'appareillage sous enveloppe isolante solide)

température, déterminée dans des conditions requises, de l'air qui entoure l'enveloppe de l'appareillage sous enveloppe isolante solide

### 3.127

#### **partie amovible**

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

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-13-08, modifiée – modification de la formulation]

### 3.128

#### **partie débrochable**

partie amovible d'un appareillage sous enveloppe isolante solide 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 contacts ouverts

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-13-09, modifiée – modification de la formulation]

### 3.129

#### **position de service**

#### **position raccordée**

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

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-16-25]

### 3.130

#### **position de mise à la terre** (d'une partie amovible)

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

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-16-26, modifiée – modification de la formulation]

### 3.131

#### **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 circuits auxiliaires sont raccordés

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-16-27]

### 3.132

#### **position de sectionnement** (d'une partie débrochable)

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

Note 1 à l'article: Dans l'appareillage sous enveloppe isolante solide à haute tension, les circuits auxiliaires peuvent ne pas être déconnectés.

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-16-28, modifiée – modification de la formulation]

### 3.133

#### **position de retrait** (d'une partie amovible)

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

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-16-29, modifiée – modification de la formulation]

### **3.134**

#### **catégorie de perte de continuité de service**

##### **LSC**

catégorie définissant les possibilités de maintenir sous tension d'autres compartiments et/ou unités fonctionnelles quand un compartiment à haute tension accessible est ouvert, le cas échéant, tel qu'indiqué dans les définitions 3.108.1 à 3.108.3

Note 1 à l'article: La catégorie LSC décrit dans quelle mesure l'appareillage est destiné à rester opérationnel dans le cas où l'accès à un compartiment du circuit principal est prévu. Le niveau jugé nécessaire pour l'ouverture de compartiments à haute tension avec l'installation sous tension peut dépendre de plusieurs aspects (se reporter au 8.103).

Note 2 à l'article: La catégorie LSC ne décrit pas de classement de l'appareillage selon la fiabilité (se reporter au 8.103).

Note 3 à l'article: Selon les compartiments accessibles et la continuité de service, quatre catégories sont possibles: LSC1, LSC2, LSC2A, LSC2B.

Note 4 à l'article: L'abréviation LSC est dérivée du terme anglais développé correspondant "loss of service continuity category".

### **3.134.1**

#### **unité fonctionnelle de catégorie LSC2**

unité fonctionnelle disposant d'au moins un compartiment accessible pour la connexion à haute tension, de sorte que, lorsque ce compartiment est ouvert, au moins un jeu de barres peut rester sous tension et toutes les autres unités fonctionnelles de l'appareillage peuvent fonctionner normalement

Note 1 à l'article: Lorsque les unités fonctionnelles LSC2 disposent de compartiments accessibles autres que le compartiment connexions, d'autres subdivisions en catégories LSC2A et LSC2B sont définies.

Note 2 à l'article: Un compartiment accessible pour la connexion à haute tension est appelé «compartiment connexions».

### **3.134.1.1**

#### **unité fonctionnelle de catégorie LSC2A**

unité fonctionnelle de catégorie LSC2, de sorte que, lorsqu'un compartiment accessible (autre que le compartiment jeu de barres pour l'appareillage à simple jeu de barres) est ouvert, au moins un jeu de barres peut rester sous tension et toutes les autres unités fonctionnelles de l'appareillage peuvent fonctionner normalement

### **3.134.1.2**

#### **unité fonctionnelle de catégorie LSC2B**

unité fonctionnelle de catégorie LSC2A, dans laquelle les connexions à haute tension (par exemple, les connexions de câble) à l'unité fonctionnelle peuvent rester sous tension lorsque tout autre compartiment à haute tension accessible de l'unité fonctionnelle correspondante est ouvert

### **3.134.2**

#### **unité fonctionnelle de catégorie LSC1**

unité fonctionnelle disposant d'un ou de plusieurs compartiments à haute tension accessibles, de sorte que, lorsqu'un quelconque de ces compartiments à haute tension accessibles est ouvert, au moins une autre unité fonctionnelle ne peut rester sous tension

### **3.135**

#### **appareillage de classe arc interne**

##### **IAC**

appareillage sous enveloppe isolante solide pour lequel les critères exigés de protection des personnes en cas d'arc interne sont atteints comme le prouvent les essais de type

Note 1 à l'article: Les caractéristiques données de 3.135.1 à 3.135.4 définissent la classification arc interne.

Note 2 à l'article: L'abréviation IAC est dérivée du terme anglais développé correspondant "internal arc classified switchgear and controlgear".

### **3.135.1**

#### **type d'accessibilité**

caractéristique liée au niveau de protection assuré aux personnes ayant accès à une zone définie autour de l'enveloppe de l'appareillage

### **3.135.2**

#### **faces classifiées**

caractéristique liée aux faces accessibles assurant un niveau défini de protection des personnes, procuré par l'enveloppe de l'appareillage en cas d'arc interne

### **3.135.3**

#### **courant de défaut d'arc**

valeur efficace triphasée et, le cas échéant, monophasée phase-terre du courant de défaut d'arc interne pour laquelle l'appareillage est conçu pour protéger les personnes en cas d'arc interne

### **3.135.4**

#### **durée de défaut d'arc**

durée du courant de défaut d'arc interne pour laquelle l'appareillage est conçu pour protéger les personnes en cas d'arc interne

### **3.136**

#### **degré de protection**

niveau de protection procuré par une enveloppe, une cloison ou un volet le cas échéant, contre l'accès à des parties dangereuses, contre la pénétration de corps étrangers solides et/ou la pénétration d'eau et vérifié par des méthodes d'essai normalisées

[SOURCE: IEC 60529:1989, 3.3, modifiée – modification de la formulation]

### **3.137**

#### **valeur assignée**

valeur d'une grandeur, utilisée à des fins de spécification, correspondant à un ensemble spécifié de conditions de fonctionnement d'un composant, dispositif, matériel ou système

Note 1 à l'article: Se reporter à l'Article 4 pour les valeurs assignées individuelles.

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-08]

### **3.138**

#### **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 à l'article: Ce terme s'applique aux décharges dans les diélectriques solides, liquides ou gazeux et à leurs combinaisons.

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

Note 3 à l'article: 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 milieu gazeux ou liquide. Le terme «perforation» est utilisé lorsque la décharge disruptive se produit à travers un diélectrique solide.

### 3.139

#### **choc électrique**

effet physiologique résultant du passage d'un courant électrique à travers le corps humain ou celui d'un animal

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-01-04]

### 3.140

#### **catégorie de protection contre les chocs électriques**

classe de protection des surfaces isolantes solides accessibles contre les chocs électriques

Note 1 à l'article: Cette catégorie de protection contre les chocs électriques est traitée séparément du degré de protection, tel que défini en 3.136.

#### 3.140.1

##### **catégorie de protection PA**

catégorie de protection contre les chocs électriques dans laquelle l'isolation est composée d'au moins une couche de matériau isolant solide

#### 3.140.2

##### **catégorie de protection PB**

catégorie de protection contre les chocs électriques dans laquelle l'isolation est composée d'au moins une couche supplémentaire ajoutée à la couche de la catégorie de protection PA

Note 1 à l'article: Deux conceptions différentes pour la catégorie PB sont reconnues: PB1 et PB2.

Note 2 à l'article: La couche supplémentaire fait office de sécurité pour le contact, même si l'isolant de la catégorie de protection PA est endommagé.

#### 3.140.2.1

##### **catégorie de protection PB1**

catégorie de protection contre les chocs électriques dans laquelle une couche d'isolation supplémentaire est ajoutée à l'isolation de catégorie PA

Note 1 à l'article: Une couche peut être composée d'un fluide isolant.

#### 3.140.2.2

##### **catégorie de protection PB2**

catégorie de protection contre les chocs électriques dans laquelle une couche conductrice mise à la terre présentant une résistance inférieure à 100 mΩ est ajoutée à l'isolant de la catégorie PA

Note 1 à l'article: La résistance inférieure à 100 mΩ est définie entre les points accessibles de cette couche conductrice au point de mise à la terre.

## 3.2 Index des définitions

<b>A</b>	
<b>appareillage</b>	<b>3.101</b>
<b>appareillage de classe arc interne IAC</b>	<b>3.135</b>
<b>appareillage sous enveloppe isolante solide</b>	<b>3.103</b>
<b>C &amp; D</b>	
<b>catégorie de perte de continuité de service LSC</b>	<b>3.134</b>
<b>catégorie de protection contre les chocs électriques</b>	<b>3.140</b>
<b>catégorie de protection PA</b>	<b>3.140.1</b>
<b>catégorie de protection PB</b>	<b>3.140.2</b>



<b>catégorie de protection PB1</b>	<b>3.140.2.1</b>
<b>catégorie de protection PB2</b>	<b>3.140.2.2</b>
<b>choc électrique</b>	<b>3.139</b>
<b>circuit auxiliaire</b>	<b>3.119</b>
<b>circuit de terre</b>	<b>3.118</b>
<b>circuit principal</b>	<b>3.117</b>
<b>classe de cloisonnement PI</b>	<b>3.111</b>
<b>cloison</b>	<b>3.110</b>
<b>cloisonnement métallique</b>	<b>3.113</b>
<b>compartiment à haute tension</b>	<b>3.108</b>
<b>compartiment à remplissage de fluide</b>	<b>3.121</b>
<b>compartiment à remplissage de gaz</b>	<b>3.121.1</b>
<b>compartiment à remplissage de liquide</b>	<b>3.121.2</b>
<b>compartiment accessible contrôlé par verrouillage</b>	<b>3.108.1</b>
<b>compartiment accessible par outillage</b>	<b>3.108.3</b>
<b>compartiment accessible selon procédure</b>	<b>3.108.2</b>
<b>compartiment connexions</b>	<b>3.109</b>
<b>compartiment non accessible</b>	<b>3.108.4</b>
<b>composant</b>	<b>3.115</b>
<b>composant enrobé de matériau isolant solide</b>	<b>3.116</b>
<b>conception à niveaux multiples</b>	<b>3.105</b>
<b>courant de défaut d'arc</b>	<b>3.135.3</b>
<b>décharge disruptive</b>	<b>3.138</b>
<b>degré de protection</b>	<b>3.136</b>
<b>durée de défaut d'arc</b>	<b>3.135.4</b>
<b>E &amp; F</b>	
<b>ensemble</b>	<b>3.102</b>
<b>enveloppe isolante solide</b>	<b>3.107</b>
<b>faces classifiées</b>	<b>3.135.2</b>
<b>L, M &amp; N</b>	
<b>limiteur de pression</b>	<b>3.120</b>
<b>LSC2A</b>	<b>3.134.1.1</b>
<b>LSC2B</b>	<b>3.134.1.2</b>
<b>niveau de calcul</b>	<b>3.124</b>
<b>niveau minimal de fonctionnement</b>	<b>3.123</b>
<b>P</b>	
<b>partie amovible</b>	<b>3.127</b>
<b>partie débrochable</b>	<b>3.128</b>
<b>position de mise à la terre</b>	<b>3.130</b>
<b>position de retrait</b>	<b>3.133</b>

EN 62271-201:2014

– 20 –

<b>position de sectionnement</b>	<b>3.132</b>
<b>position de service</b>	<b>3.129</b>
<b>position d'essai</b>	<b>3.131</b>
<b>pression relative</b>	<b>3.122</b>
<b>T, U &amp; V</b>	
<b>température de calcul</b>	<b>3.125</b>
<b>température de l'air ambiant</b>	<b>3.126</b>
<b>traversée</b>	<b>3.114</b>
<b>type d'accessibilité</b>	<b>3.135.1</b>
<b>unité de transport</b>	<b>3.106</b>
<b>unité fonctionnelle</b>	<b>3.104</b>
<b>unité fonctionnelle de catégorie LSC1</b>	<b>3.134.2</b>
<b>unité fonctionnelle de catégorie LSC2</b>	<b>3.134.1</b>
<b>valeur assignée</b>	<b>3.137</b>
<b>volet</b>	<b>3.112</b>

## 4 Caractéristiques assignées

L'Article 4 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable, avec le complément suivant:

Les caractéristiques assignées d'un appareillage sous enveloppe isolante solide 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 ( $I_k$ ,  $I_{ke}$ ) (pour les circuits principaux et les circuits de terre);
- f) valeur de crête du courant admissible assigné ( $I_p$ ,  $I_{pe}$ ), le cas échéant (pour les circuits principaux et les circuits de terre);
- g) durée de court-circuit assignée ( $t_k$ ,  $t_{ke}$ ) (pour les circuits principaux et les circuits de terre);
- h) valeurs assignées des composants faisant partie de l'appareillage sous enveloppe isolante solide, y compris leurs dispositifs de manœuvre et l'équipement auxiliaire;
- i) niveau de remplissage assigné (des compartiments à remplissage de fluide);
- j) caractéristiques assignées des classifications d'arc interne (IAC), si spécifiées par le constructeur.

### 4.1 Tensions assignées ( $U_r$ )

Le paragraphe 4.1 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable, à l'exception de ce qui suit.

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

#### **4.1.2 Gamme II pour les tensions assignées supérieures à 245 kV**

Le paragraphe 4.1.2 de l'IEC 62271-1:2007 n'est pas applicable.

#### **4.2 Niveau d'isolement assigné**

Le paragraphe 4.2 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

#### **4.3 Fréquence assignée ( $f_r$ )**

Le paragraphe 4.3 de l'IEC 62271-1:2007 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 l'IEC 62271-1:2007 est applicable avec le complément suivant:

Certains circuits principaux de l'appareillage sous enveloppe isolante solide (par exemple, jeux de barres, circuits d'alimentation) peuvent avoir des valeurs différentes de courant assigné en service continu.

##### **4.4.2 Échauffement**

Le paragraphe 4.4.2 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable avec le complément suivant:

L'échauffement des composants contenus dans l'appareillage sous enveloppe isolante solide qui font l'objet de spécifications particulières ne doit pas dépasser les limites d'échauffement autorisées par les normes correspondantes à ces composants.

Les valeurs maximales admissibles de température et d'échauffement à considérer pour les jeux de barres sont, suivant le cas, les valeurs 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 pour les surfaces métalliques et 40 K pour les surfaces isolantes solides et semi-conductrices. Dans le cas d'enveloppes et de capots accessibles mais non prévus pour être touchés pendant la manœuvre normale, la limite de l'échauffement peut être augmentée de 10 K.

#### **4.5 Courant de courte durée admissible assigné ( $I_k$ )**

Pour les courants de courte durée admissibles assignés  $I_k$  et  $I_{ke}$ , le 4.5 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable avec les compléments suivants:

*Paragraphe complémentaires:*

##### **4.5.101 Courant de courte durée admissible assigné ( $I_k$ )**

NOTE En principe, le courant de courte durée admissible assigné d'un circuit principal ne peut pas dépasser les valeurs assignées correspondantes des composants en série dans le circuit qui présentent les plus faibles caractéristiques. Cependant, pour chaque circuit ou compartiment haute tension, il est admis de pouvoir tenir compte de l'action de tous les appareils qui limitent le courant de court-circuit, tels que fusibles limiteurs de courant, réactances, etc.

#### **4.5.102 Courant de courte durée admissible phase-terre assigné ( $I_{ke}$ )**

Une valeur de courant de courte durée admissible assigné phase-terre doit être définie pour le circuit de terre ( $I_{ke}$ ). Cette valeur peut différer de celle du circuit principal.

NOTE Les courants de court-circuit assignés applicables au circuit de terre dépendent du type de mise à la terre du neutre du système auquel il est destiné. Voir 8.106.

#### **4.6 Valeur de crête du courant admissible assigné ( $I_p$ )**

Le paragraphe 4.6 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable avec les compléments suivants:

*Paragraphe complémentaires:*

##### **4.6.101 Courant de crête assigné admissible ( $I_p$ )**

NOTE En principe, la valeur de crête du courant admissible assigné d'un circuit principal ne peut pas dépasser les valeurs assignées correspondantes des composants en série dans le circuit qui présentent les plus faibles caractéristiques. Cependant, pour chaque circuit ou compartiment haute tension, il est admis de pouvoir tenir compte de l'action de tous les appareils qui limitent le courant de court-circuit, tels que fusibles limiteurs de courant, réactances, etc.

##### **4.6.102 Courant phase-terre de crête assigné admissible ( $I_{pe}$ )**

Une valeur de courant phase-terre de crête assigné admissible doit être définie pour le circuit de mise à la terre ( $I_{pe}$ ). Cette valeur peut différer de celle du circuit principal.

#### **4.7 Durée de court circuit assignée ( $t_k$ )**

Le paragraphe 4.7 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable avec les compléments suivants:

*Paragraphe complémentaires:*

##### **4.7.101 Durée de court circuit assignée ( $t_k$ )**

NOTE En principe, la durée de court-circuit assignée pour un circuit principal ne peut pas dépasser la valeur assignée correspondante des composants en série dans le circuit qui présentent les plus faibles caractéristiques. Cependant, pour chaque circuit ou compartiment haute tension, il est admis de pouvoir tenir compte de l'action de tous les appareils qui limitent la durée du courant de court-circuit, tels que fusibles limiteurs de courant.

##### **4.7.102 Durée de court-circuit phase-terre assignée ( $t_{ke}$ )**

Une valeur de durée de court-circuit assignée phase-terre doit être définie pour le circuit de terre ( $t_{ke}$ ). Cette valeur peut différer 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 l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

#### **4.9 Fréquence assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires**

Le paragraphe 4.9 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

#### **4.10 Pression assignée d'alimentation en gaz comprimé pour les systèmes à pression entretenue**

Le paragraphe 4.10 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

#### 4.11 Niveaux assignés de remplissage pour l'isolement et/ou la manœuvre

Le paragraphe 4.11 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable, à l'exception de ce qui suit.

*Paragraphe complémentaire:*

#### 4.101 Caractéristiques assignées de la classification arc interne (IAC)

##### 4.101.1 Généralités

Si une classification IAC est attribuée par le constructeur, plusieurs caractéristiques assignées doivent être spécifiées. Ces caractéristiques assignées sont subdivisées en type d'accessibilité, faces classifiées, courants de défaut d'arc et durées de défaut d'arc.

##### 4.101.2 Types d'accessibilité

Un type d'accessibilité à l'enveloppe de l'appareillage sous enveloppe isolante solide sur le site de l'installation est défini:

Type d'accessibilité A:           accessibilité limitée au seul personnel autorisé.

NOTE La classification IAC définie dans la présente norme ne s'applique pas aux compartiments ouverts et à la protection d'arc entre compartiments. La norme IEEE C.37.20.7 traite de ces sujets en désignant par le suffixe B le cas des compartiments à basse tension ouverts et par le suffixe C la protection entre compartiments en cas d'arc interne; se reporter à [12] de la Bibliographie.

##### 4.101.3 Faces classifiées

Pour le type d'accessibilité A, les faces de l'enveloppe qui satisfont aux critères de l'essai d'arc interne sont désignées comme suit

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.

##### 4.101.4 Courants de défaut d'arc assignés ( $I_A$ , $I_{Ae}$ )

Il convient de choisir la valeur normale des courants de défaut d'arc assignés à partir de la série R 10 spécifiée dans l'IEC 60059: se reporter à [3] de la Bibliographie.

Deux caractéristiques assignées de courant de défaut d'arc sont reconnues:

- a) courant de défaut d'arc triphasé ( $I_A$ ),
- b) courant de défaut d'arc monophasé phase-terre ( $I_{Ae}$ ), le cas échéant.

Si seule la caractéristique assignée triphasée est spécifiée, la caractéristique assignée monophasée est par défaut égale à 87 % de la caractéristique assignée triphasée, et ne nécessite pas d'être spécifiée.

NOTE 1 Le constructeur spécifie les compartiments auxquels s'applique la caractéristique assignée de courant de défaut d'arc monophasé phase-terre. Cette valeur est attribuée à l'appareillage si sa construction empêche l'arc de évoluer en polyphasé, comme démontré au cours de l'essai d'arc interne.

NOTE 2 Cette valeur de 87 % est justifiée par l'essai de défaut d'arc avec amorçage en biphasé; se reporter au AA.5.2.

Lorsque tous les compartiments à haute tension ne sont conçus que pour des défauts d'arc monophasé phase-terre, la caractéristique assignée  $I_A$  ne doit pas être attribuée (se reporter au AA.5.2).

NOTE 3 Des informations sur la relation qui existe entre le mode de mise à la terre du neutre et le courant de défaut d'arc monophasé phase-terre sont fournies au 8.104.6.

#### **4.101.5 Durée de défaut d'arc assignée ( $t_A$ , $t_{Ae}$ )**

Les valeurs normales recommandées pour la durée de défaut d'arc triphasé ( $t_A$ ) sont 0,1 s, 0,5 s et 1 s.

Le cas échéant, la durée de l'essai ( $t_{Ae}$ ) de défaut d'arc monophasé phase-terre doit être spécifiée par le constructeur.

NOTE Il n'est généralement pas possible de calculer la durée d'arc admissible pour un courant différent du courant d'essai.

#### **4.102 Tensions d'essai assignées des câbles**

##### **4.102.1 Généralités**

Lorsque l'appareillage est conçu pour permettre de réaliser les essais diélectriques de câbles lorsqu'ils sont raccordés à l'appareillage, une ou plusieurs tensions d'essai assignées des câbles doivent être attribuées par le constructeur.

##### **4.102.2 Tension d'essai des câbles à fréquence industrielle assignée $U_{ct}$ (courant alternatif)**

La tension d'essai des câbles à fréquence industrielle assignée correspond à la tension d'essai alternative maximale qui peut être appliquée aux câbles lorsqu'ils sont raccordés à l'appareillage qui peut être en service.

##### **4.102.3 Tension continue d'essai des câbles assignée $U_{ct}$ (courant continu)**

La tension continue d'essai des câbles assignée correspond à la tension d'essai continue maximale qui peut être appliquée aux câbles lorsqu'ils sont raccordés à l'appareillage qui peut être en service.

NOTE Une tension continue d'essai des câbles assignée peut également être considérée comme applicable pour les essais à très basse fréquence (par exemple 0,1 Hz). Des recommandations sont données dans le document IEEE 400.2; se reporter à [13] de la Bibliographie.

## **5 Conception et construction**

L'Article 5 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable, avec le complément suivant:

L'appareillage sous enveloppe isolante solide doit être construit de façon à pouvoir réaliser en toute sécurité les opérations suivantes:

- les opérations normales de service, de contrôle et de maintenance,
- la détermination de la présence ou de l'absence de tension du circuit principal, comprenant la vérification 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.

Pour les appareillages sous enveloppe isolante solide, il est nécessaire de prendre en considération les conditions de condensation et d'humidité puisque ces appareils sont tenus d'être sûrs pour les personnes qui les touchent, non seulement à sec, mais aussi avec de la condensation sur les surfaces isolantes solides.

Toutes les parties amovibles et tous les composants du même type, caractéristiques assignées et construction doivent être mécaniquement et électriquement interchangeables.

Les parties amovibles et les composants de caractéristiques assignées de courant et d'isolation supérieures ou égales peuvent être installés à la place des parties amovibles et des composants de caractéristiques assignées de courant et d'isolation inférieures ou égales si la conception des parties amovibles, des composants et des compartiments permet l'interchangeabilité mécanique. Cela ne s'applique généralement pas aux dispositifs de limitation de courant.

NOTE L'installation de parties amovibles ou de composants de caractéristiques assignées de courant et d'isolation supérieures n'augmente pas nécessairement les performances de l'unité fonctionnelle ou n'implique pas que l'unité fonctionnelle est capable de fonctionner aux caractéristiques assignées augmentées des parties amovibles ou des composants.

Les composants divers contenus dans l'enveloppe isolante solide sont soumis aux spécifications particulières les concernant.

Pour les circuits principaux avec des fusibles limiteurs de courant, le constructeur de l'appareillage peut attribuer le maximum de crête et l'intégrale de Joule du courant coupé limité des fusibles pour le circuit principal en aval des fusibles.

### **5.1 Exigences pour les liquides utilisés dans l'appareillage**

Le paragraphe 5.1 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

### **5.2 Exigences pour les gaz utilisés dans l'appareillage**

Le paragraphe 5.2 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

NOTE Pour la manipulation de SF<sub>6</sub>, se reporter à l'IEC/TR 62271-4. ([10] de la Bibliographie).

### **5.3 Raccordement à la terre de l'appareillage**

Le paragraphe 5.3 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable avec les compléments suivants:

*Paragraphe complémentaire:*

#### **5.3.101 Mise à la terre des parties conductrices à haute tension**

Pour assurer la protection du personnel lors des travaux de maintenance, toutes les parties conductrices à haute tension pour lesquelles l'accès est nécessaire ou fourni doivent pouvoir être mises à la terre avant qu'il ne soit possible d'y accéder. Cela ne s'applique pas aux parties amovibles à partir desquelles les parties conductrices haute tension deviennent accessibles après qu'elles ont été séparées de l'appareillage.

#### **5.3.102 Mise à la terre de l'enveloppe**

Lorsque l'enveloppe comporte des couches conductrices destinées à être mises à la terre, deux options sont possibles:

- pour la catégorie PA et PB1, la résistance au point de mise à la terre fourni n'est pas exigée;

- pour la catégorie PB2, la résistance à toute position sur ces couches conductrices ne doit pas dépasser une résistance supérieure à 100 mΩ (à 30 A en courant continu) par rapport au point de mise à la terre.

### **5.3.103 Mise à la terre des appareils de mise à la terre**

Lorsque les connexions de terre ont à conduire la totalité du courant de court-circuit triphasé (comme dans le cas des connexions de court-circuit utilisées pour les appareils de mise à la terre), ces connexions doivent être dimensionnées en conséquence.

### **5.3.104 Mise à la terre des parties débrochables et amovibles**

Les parties métalliques des parties débrochables normalement mises à la terre doivent rester raccordées à la terre dans les positions d'essai et débrochée, ainsi que dans toutes les positions intermédiaires. Les connexions de terre dans toutes les positions ne doivent pas présenter une résistance supérieure à 100 mΩ (à 30 A en courant continu) par rapport au point de mise à la terre.

Pendant l'insertion, les parties métalliques d'une partie amovible 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 appareils 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).

### **5.3.105 Circuit de terre**

Un conducteur de terre doit être disposé sur toute la longueur de l'appareillage sous enveloppe isolante solide. Le circuit de terre de l'appareillage doit pouvoir conduire les courants de courte durée et la valeur de crête du courant admissible assigné phase-terre de chaque unité fonctionnelle à la borne destinée au raccordement au réseau de terre de l'installation. Sa section ne doit pas être inférieure à 30 mm<sup>2</sup>.

NOTE 1 La densité du courant dans le conducteur de terre, s'il est en cuivre, ne dépasse pas 200 A/mm<sup>2</sup> pendant une durée de court-circuit assignée de 1 s, et 125 A/mm<sup>2</sup> pendant une durée de court-circuit assignée de 3 s, dans les conditions de défaut à la terre spécifiées.

NOTE 2 Une méthode de calcul des sections de conducteurs est donnée dans l'IEC 60724; se reporter à [6] de la Bibliographie.

Le circuit de terre est généralement conçu pour supporter une fois un défaut de court-circuit, ce qui peut nécessiter après ce type de phénomène de procéder à des opérations de maintenance. Se référer également à 8.106.

## **5.4 Équipements auxiliaires et de commande**

Le paragraphe 5.4 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

## **5.5 Manœuvre dépendante à source d'énergie extérieure**

Le paragraphe 5.5 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

## **5.6 Manœuvre à accumulation d'énergie**

Le paragraphe 5.6 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.



### **5.7 Manœuvre indépendante manuelle ou manœuvre indépendante à source d'énergie extérieure (manœuvre indépendante sans accrochage mécanique)**

Le paragraphe 5.7 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

### **5.8 Fonctionnement des déclencheurs**

Le paragraphe 5.8 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

### **5.9 Dispositifs de verrouillage et de surveillance basse et haute pression**

Le paragraphe 5.9 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

### **5.10 Plaques signalétiques**

Le paragraphe 5.10 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable avec les compléments suivants:

L'appareillage sous enveloppe isolante solide doit être muni de plaques signalétiques durables et clairement lisibles qui doivent contenir les renseignements selon le Tableau 101.

Les informations de l'appareillage complet conformes au Tableau 101, doivent être lisibles en position normale de service. Le cas échéant, une plaque signalétique commune pour l'appareillage complet peut comporter les informations générales, avec une plaque signalétique séparée pour chaque unité fonctionnelle comprenant les informations particulières.

Les informations détaillées des composants fixes utilisés n'ont pas besoin d'être lisibles en position normale de service.

Les plaques signalétiques destinées aux parties amovibles n'ont besoin d'être lisibles que lorsque la partie amovible est dans la position de retrait.

EN 62271-201:2014

- 28 -

**Tableau 101 – Information pour la plaque signalétique**

	Symbole	Unité	(**)	Condition: Marquage exigé seulement si
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Constructeur			X	
Désignation du type du constructeur			X	
Numéro de série			X	
Référence de la notice d'utilisation			X	
Année de fabrication			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	
Tension d'essai des câbles à fréquence industrielle assignée	$U_{ct}$ (c.a.)	kV	(X)	
Tension continue d'essai des câbles assignée	$U_{ct}$ (c.c.)	kV	(X)	
Courant assigné en service continu	$I_r$	A	X	
Courant de courte durée admissible assigné	$I_k$	kA	X	
Valeur de crête du courant admissible assigné	$I_p$	kA	Y	Différent de 2,5 pour 50 Hz et 2,6 pour 60 Hz
Durée de court-circuit assignée	$t_k$	s	X	
Courant de courte durée admissible assigné pour les circuits de terre	$I_{ke}$	kA	Y	Différent de $I_k$ (circuit principal)
Valeur de crête du courant admissible assigné pour les circuits de terre	$I_{pe}$	kA	Y	Différent de $I_p$ (circuit principal) et différent de 2,5 $I_{ke}$ pour 50 Hz et 2,6 $I_{ke}$ pour 60 Hz
Durée assignée du court-circuit pour les circuits de terre	$t_{ke}$	s	Y	Différent de $t_k$ (circuit principal)
Masse du matériau isolant solide		kg	X	
Niveau assigné de remplissage pour l'isolation (*)	$p_{re}$	kPa, MPa ou kg	(X)	
Niveau d'alarme pour l'isolation (*)	$p_{ae}$	kPa, MPa ou kg	(X)	
Niveau minimal de fonctionnement pour l'isolation (*)	$p_{me}$	kPa, MPa ou kg	(X)	
Catégorie de perte de continuité de service	LSC		X	
Fluide isolant et masse		kg	(X)	
Classification arc interne	IAC		(X)	
Type d'accessibilité		A	(X)	
Faces classifiées		F,L,R	(X)	
Courant de défaut d'arc et durée	$I_A, t_A$	kA, s	(X)	
Courant de défaut d'arc monophasé phase-terre et durée	$I_{Ae}, t_{Ae}$	kA, s	Y	IAC est assignée et $I_{Ae}$ diffère de 87 % de $I_A$
(*) Pression absolue (abs.) ou pression relative (rel.) à spécifier				
(**) 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 Lorsque les termes de la colonne (1) sont utilisés, le mot « assigné » n'est pas nécessaire.				

### 5.11 Dispositifs de verrouillages

Le paragraphe 5.11 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable avec les compléments suivants:

Des verrouillages entre les différents composants de l'équipement sont prévus pour des raisons de sécurité et pour faciliter le service. Les verrouillages ne doivent pas être endommagés par des tentatives de fausses manœuvres de tout appareil de connexion associé, dans les conditions spécifiées au 6.102.2 Les dispositions suivantes sont obligatoires pour les circuits principaux:

a) Appareillage sous enveloppe isolante solide contenant des parties amovibles:

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

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

b) Appareillage sous enveloppe isolante solide muni de sectionneurs:

Des verrouillages doivent être prévus pour empêcher la manœuvre des sectionneurs dans des conditions pour lesquelles ils sont prévus (se reporter à l'IEC 62271-102). La manœuvre d'un sectionneur ne doit être possible que lorsque le disjoncteur, l'interrupteur ou le contacteur se trouve en position d'ouverture.

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

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

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

Il convient que les sectionneurs de terre ayant un pouvoir de fermeture en court-circuit assigné inférieur à la valeur de crête du courant admissible assigné du circuit principal soient verrouillés avec le sectionneur associé ou l'appareil de connexion principal en position ouverte.

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 de 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 sectionneur de terre, ce sectionneur de terre doit être verrouillé avec l'appareil de connexion principal. Des dispositions doivent être prises afin de protéger l'appareil de connexion principal contre les ouvertures involontaires, par exemple par déconnexion des circuits de déclenchement et blocage du déclenchement mécanique.

NOTE 2 Tout autre appareil dans la position de mise à la terre peut être utilisé à la place d'un sectionneur de terre.

Dans le cas de verrouillages non mécaniques, la conception doit être telle qu'aucune situation inadéquate ne puisse arriver en cas d'absence d'alimentation auxiliaire. Cependant, pour des commandes d'urgence, le constructeur peut fournir des dispositifs supplémentaires 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 l'IEC 62271-1:2007 est applicable avec le complément suivant.

En complément, pour tous les dispositifs impliqués dans les fonctions de sectionnement et de mise à la terre, le paragraphe 5.104.3 de l'IEC 62271-102:2001 est applicable.

## **5.13 Degrés de protection procurés par les enveloppes**

Le paragraphe 5.13 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

### **5.13.1 Protection des personnes contre l'accès aux parties dangereuses et protection du matériel contre la pénétration de corps solides étrangers (codification IP)**

Le paragraphe 5.13.1 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable avec le complément suivant:

Des exigences particulières sont spécifiées aux 5.102 et 5.103.

### **5.13.2 Protection contre la pénétration d'eau (codification IP)**

Le paragraphe 5.13.2 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

### **5.13.3 Protection du matériel contre les impacts mécaniques dans les conditions normales de service (codification IK)**

Le paragraphe 5.13.3 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable avec le complément suivant.

Le niveau d'impact minimal est IK06 selon l'IEC 62262 (1 J).

## **5.14 Lignes de fuite pour les isolateurs d'extérieur**

Le paragraphe 5.14 de l'IEC 62271-1:2007 n'est pas applicable.

## **5.15 Étanchéité au gaz et au vide**

Le paragraphe 5.15 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable avec le complément suivant:

Se reporter au 5.103.2.3.

## **5.16 Étanchéité au liquide**

Le paragraphe 5.16 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable avec le complément suivant:

Se reporter au 5.103.2.3.

## **5.17 Risque de feu (Inflammabilité)**

Le paragraphe 5.17 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

## **5.18 Compatibilité électromagnétique (CEM)**

Le paragraphe 5.18 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

## **5.19 Émission de rayons X**

Le paragraphe 5.19 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

## 5.20 Corrosion

Le paragraphe 5.20 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

*Paragraphe complémentaire:*

### 5.101 Défaut d'arc interne

L'appareillage sous enveloppe isolante solide qui satisfait aux exigences de la présente norme, est conçu et fabriqué, en principe, pour éviter les défauts d'arc interne. Cependant, lorsqu'une classification arc interne est assignée, l'appareillage doit être conçu pour fournir un niveau défini de protection des personnes en cas d'arc interne, lorsque l'appareillage est en condition normale de service.

Si une classification arc interne est assignée par le constructeur et vérifiée par des essais de type selon 6.105, la classification doit être désignée de la manière suivante:

- |   |                               |
|---|-------------------------------|
| – Classification:   | IAC (Internal Arc Classified) |
| – Type d'accessibilité:   | A                             |
| – Faces classifiées de l'enveloppe:                             | F, L, R                       |
| – Valeurs assignées de défaut d'arc triphasé:                   | courant [ kA ] et durée [ s ] |
| – Valeurs assignées de défaut d'arc monophasé (le cas échéant): | courant [ kA ] et durée [ s ] |

Cette désignation doit figurer sur la plaque signalétique (se reporter au 5.10).

Des exemples de désignations de la classification IAC sont donnés au 8.104.6.

### 5.102 Enveloppe isolante solide

#### 5.102.1 Généralités

L'enveloppe isolante solide complète, ainsi que les matériaux utilisés dans la construction doivent être capables de supporter les contraintes mécaniques, électriques et thermiques aussi bien que les effets de l'humidité qui sont susceptibles d'être rencontrés dans les conditions de service spécifiées.

Lorsque l'appareillage sous enveloppe isolante solide est installé, l'enveloppe doit procurer au moins le degré de protection IP 2X spécifié au Tableau 7 de l'IEC 62271-1:2007. Le degré de protection spécifié doit être procuré par l'enveloppe, toutes les portes et tous les capots étant fermés, comme dans les conditions normales de service, indépendamment du mode de maintien en position de ces portes et capots.

Les murs d'un local ne doivent pas être considérés comme faisant partie de l'enveloppe. La surface d'assise sous l'appareillage installé peut être considérée comme faisant partie de l'enveloppe. Les mesures à prendre pour obtenir le degré de protection assuré par les surfaces d'assise doivent être définies dans la notice d'installation.

Un degré de protection d'un niveau plus élevé peut être spécifié conformément à l'IEC 60529.

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

Les surfaces horizontales des enveloppes, par exemple, les panneaux du toit, ne sont pas conçues normalement pour supporter le poids d'une personne ou de matériels supplémentaires non fournis comme partie de l'ensemble. 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 zones de l'équipement où l'accès ou la marche n'est pas sécurisé, par exemple, les clapets de détente, doivent être clairement signalées.

### **5.102.2 Catégorie de protection de l'enveloppe isolante solide contre les chocs électriques**

L'enveloppe isolante solide doit assurer la protection des personnes contre les chocs électriques lors du contact avec l'enveloppe ou de la manœuvre de l'appareillage sous enveloppe isolante solide dans des conditions de service. On distingue les deux catégories de protection suivantes:

- La catégorie de protection PA avec une isolation qui satisfait à toutes les exigences données aux points a) à d) de 5.102.3 est généralement suffisante pour les parties de l'enveloppe qui sont touchées par des personnes uniquement, accidentellement ou par inadvertance. L'isolation peut être fournie avec une couche conductrice.

NOTE L'impédance à la terre de la couche conductrice pour la catégorie PA n'est pas spécifiée, dans la mesure où l'exigence de 5.102.3 d) s'applique.

- La catégorie de protection PB est considérée comme adaptée aux parties de l'enveloppe qui sont susceptibles d'être touchées lors de la manœuvre, du remplacement de parties amovibles ou lors de la réalisation d'autres travaux de maintenance normaux. On distingue deux conceptions différentes pour la catégorie PB:
  - PB1 avec une isolation qui satisfait, en plus de celles de la catégorie de protection PA, aux exigences données au point e) ou f) de 5.102.3, servant de dispositif de sécurité au cas où l'isolation de catégorie de protection PA serait endommagée;
  - PB2 avec une isolation de catégorie de protection PA, munie d'une couche conductrice mise à la terre. Cette dernière doit satisfaire aux exigences données au point g) de 5.102.3.

### **5.102.3 Exigences pour les catégories de protection**

Se référer à l'Annexe EE informative, pour des clarifications.

Pour la catégorie de protection PA, l'enveloppe isolante solide doit satisfaire aux exigences suivantes:

- a) L'isolation entre les parties du circuit principal et la surface accessible de l'enveloppe isolante solide de l'ensemble complet doit être capable de supporter les tensions d'essai spécifiées en 6.2.6 pour les essais diélectriques à la terre et entre phases;
- b) Outre les considérations mécaniques, l'épaisseur du matériau isolant des enveloppes isolantes solides doit être suffisante pour supporter les tensions d'essai spécifiées au point a). Les méthodes spécifiées dans l'IEC 60243-1 peuvent être appliquées;
- c) L'isolation entre les parties actives du circuit principal et la surface intérieure des cloisons et volets en matériau isolant en face de ces parties actives doit supporter au moins 150 % de la tension  $U_r$ ;
- d) Les courants capacitifs et les courants de fuite ne doivent pas être supérieurs à 0,5 mA dans les conditions d'essai spécifiées (se reporter au 6.104.3). Les courants de fuite peuvent atteindre la surface accessible de l'isolation par un chemin continu sur les surfaces isolantes solides ou par un chemin interrompu seulement par d'étroits espaces de gaz ou de liquide.

Pour la catégorie de protection PB1, les exigences de la catégorie de protection PA et l'une des exigences supplémentaires suivantes doivent être satisfaites par l'enveloppe isolante solide.

- e) L'enveloppe isolante solide doit se composer d'au moins deux couches de matériau isolant, dont l'une doit satisfaire aux exigences du point b). L'autre couche doit être capable de supporter uniquement une tension d'essai à fréquence industrielle de 1 min égale à 150 % de la tension  $U_r$ . Il ne doit pas être possible de retirer l'isolation supplémentaire sans l'aide d'un outil;
- f) L'enveloppe isolante solide contient un fluide isolant. Dans ces cas, on doit s'assurer que l'isolation du circuit principal, par rapport à la surface interne de l'enveloppe isolante solide, est capable de supporter une tension d'essai à fréquence industrielle de 1 min égale à 150 % de la tension  $U_r$ , même lorsque le fluide isolant liquide ou gazeux est remplacé par de l'air ambiant à la pression atmosphérique normale.

NOTE 1 Dans ce cas, l'exigence supplémentaire pour la protection PB est obtenue sur la face intérieure de la protection PA. Se reporter également à la Figure EE.2b.

Pour la catégorie de protection PB2, les exigences de la catégorie de protection PA et l'exigence supplémentaire suivante doivent être satisfaites.

- g) La résistance de la couche conductrice mise à la terre doit être au maximum de 100 m $\Omega$  (à 30 A en courant continu) par rapport au point de mise à la terre installé.

NOTE 2 Si la catégorie PB2 est assurée sur l'ensemble de l'appareillage, l'IEC 62271-200 est applicable.

NOTE 3 Si la résistance de la couche conductrice mise à la terre par rapport au point de mise à la terre installé est supérieure à 100 m $\Omega$  (à 30 A en courant continu), la catégorie PA est applicable.

#### 5.102.4 Capots et portes

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

Lorsque des orifices de ventilation, d'échappement des gaz ou des regards d'inspection sont prévus dans les capots ou les portes, il est fait référence au 5.102.6 ou au 5.102.7.

Les capots ou les portes qui donnent exclusivement accès à des compartiments qui ne sont pas à haute tension (par exemple, compartiment de commande à basse tension ou éventuel compartiment de mécanisme), ne sont pas soumis aux spécifications de ce paragraphe.

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

- a) Capots ou portes donnant accès à des compartiments accessibles par outillage.

Ces capots ou portes (capots fixes) n'ont pas besoin d'être ouverts pour les opérations normales d'exploitation et/ou de maintenance telles que définies par le constructeur. Il ne doit pas être possible de les ouvrir, les démonter ou les retirer sans l'aide d'outils;

NOTE 1 Ils ne sont ouverts que si les précautions pour assurer la sécurité électrique ont été prises.

NOTE 2 Il faut accorder une attention particulière aux exigences d'absence de tension/courant dans le circuit principal pour les manœuvres des appareils de connexion (le cas échéant) quand les opérations de maintenance se font portes ou capots ouverts.

- b) Capots ou portes donnant accès à des compartiments accessibles contrôlés par verrouillage ou selon procédure.

Ces capots ou portes doivent être fournis s'il est nécessaire d'accéder aux compartiments pour l'usage normal et/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 retrait et doivent comporter les éléments suivants:

- Compartiments accessibles contrôlés par verrouillage:

Ceux-ci doivent être munis de dispositifs de verrouillage, de sorte que l'ouverture du compartiment ne doit être possible que si la partie du circuit principal contenue dans le compartiment rendu accessible est hors tension et à la terre, ou dans une position débrochée avec les volets clos;

- Compartiments accessibles selon procédure:

Ceux-ci doivent être équipés de moyens de verrouillage, par exemple, cadenas.

NOTE 3 L'utilisateur met en place des procédures appropriées pour s'assurer qu'un compartiment accessible selon procédure ne peut être ouvert que si les parties à haute tension contenues dans le compartiment rendu accessible sont hors tension et à la terre, ou dans une position débrochée avec les volets correspondants clos. Des procédures peuvent être imposées par les lois et règlements du pays de l'installation, ou par les instructions de sécurité de l'utilisateur.

NOTE 4 Si des compartiments accessibles contrôlés par verrouillage ou selon procédure disposent d'autres capots qui peuvent être ouverts à l'aide d'outils, il est admis d'appliquer des procédures appropriées ou d'apposer des étiquettes d'avertissement particulières.

### **5.102.5 Cloisons ou volets faisant partie de l'enveloppe**

Si les cloisons ou volets deviennent partie de l'enveloppe avec la partie amovible dans une des positions définies de 3.130 à 3.133, ils doivent procurer le degré de protection spécifié pour l'enveloppe. Dans ce cas, les volets doivent également satisfaire aux exigences spécifiées pour la catégorie de protection PB, s'ils sont susceptibles d'être touchés.

A cet égard, il est admis de noter les éléments suivants:

- une cloison ou un volet devient partie de l'enveloppe si elle (il) est accessible dans l'une des positions définies de 3.130 à 3.133 et si aucune porte n'est prévue, qui peut être fermée dans les positions définies de 3.129 à 3.133;
- s'il est prévu une porte pouvant être fermée dans les positions définies de 3.129 à 3.133, la cloison ou le volet derrière cette porte n'est pas considéré(e) comme faisant partie de l'enveloppe.

### **5.102.6 Regards**

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

Les regards doivent être fermés par des plaques transparentes ayant une résistance mécanique comparable à celle de l'enveloppe isolante solide. Ils doivent au moins satisfaire aux exigences des enveloppes isolantes solides spécifiées pour la catégorie de protection PB.

### **5.102.7 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 isolante solide. 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 à haute tension**

### **5.103.1 Généralités**

Un compartiment à haute tension doit être désigné par le composant principal qu'il contient, par exemple, compartiment disjoncteur, compartiment jeu de barres, ou par la fonctionnalité principale, par exemple, compartiment connexions, etc.



Lorsque des extrémités de câbles sont contenues dans un compartiment avec d'autres composants principaux (par exemple, disjoncteur, jeux de barres, etc.), alors sa désignation doit être essentiellement celle de l'autre composant principal.

NOTE Les compartiments peuvent être également identifiés d'après les différents composants contenus, par exemple, compartiment connexions/transformateur de courant, etc.

Les compartiments peuvent être de types différents, par exemple:

- isolé dans l'air;
- à remplissage de liquide (voir 5.103.2);
- à remplissage de gaz (voir 5.103.2).

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

Les compartiments jeux de barres peuvent s'étendre sur plusieurs unités fonctionnelles sans que des traversées ou autres dispositifs équivalents ne soient nécessaires. Toutefois, dans le cas des équipements LSC2 (voir 8.103.3), chaque ensemble de jeux de barres, par exemple, dans les systèmes à double jeux de barres, et chaque section de jeux de barres déconnectables ou manœuvrables, doivent être dans un compartiment séparé.

Les parties à haute tension à matériau isolant solide destinées à rester sous tension en cas d'accès au compartiment à haute tension, doivent satisfaire au 5.102.2.

### **5.103.2 Compartiments à remplissage de fluide (gaz ou liquide)**

#### **5.103.2.1 Généralités**

Les compartiments 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 à remplissage de gaz 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 sont pas soumis à une corrosion interne, il n'est pas nécessaire de prendre en compte ces facteurs pour déterminer la conception des compartiments;
- la pression de calcul est inférieure ou égale à 300 kPa (pression relative).

#### **5.103.2.2 Conception**

La conception d'un compartiment à remplissage de fluide doit être basée sur la nature du fluide, la température de calcul et, le cas échéant, sur le niveau de calcul défini dans la présente norme.

La température de calcul du compartiment à remplissage de fluide est généralement la limite supérieure de la température de l'air ambiant, augmentée de l'échauffement du fluide dû au passage du courant assigné en service continu. La pression de calcul du compartiment doit être au moins égale à la limite supérieure de la pression atteinte dans le compartiment à la température de calcul et dans les conditions d'installation définies dans l'Article 2.

Les compartiments à remplissage de fluide doivent supporter:

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

#### **5.103.2.3 Étanchéité**

Le constructeur doit indiquer le système de pression utilisé et le taux de fuite admissible pour les compartiments à remplissage de fluide (se reporter aux 5.15 et 5.16 de l'IEC 62271-1:2007). Ceci doit tenir compte des limites relatives établies au Tableau 13 de l'IEC 62271-1:2007 pour les taux de fuite accrus temporairement à des températures différentes de 20 °C.

A la demande de l'utilisateur, pour permettre l'accès à un compartiment à remplissage de fluide de systèmes à pression autonome ou de systèmes 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 dépasse 100 kPa (pression relative), il convient de fournir une indication lorsque la pression à 20 °C est tombée en dessous du niveau minimal de fonctionnement (se reporter au 3.123).

Une cloison séparant un compartiment à remplissage de gaz isolant d'un compartiment voisin rempli avec un liquide, ne doit présenter aucune fuite pouvant affecter les propriétés diélectriques des deux milieux.

#### **5.103.2.4 Décharge de pression des compartiments à remplissage de fluide**

Lorsque des limiteurs de pression ou des conceptions de limitation de pression sont fournis, ils doivent être placés de façon à réduire au minimum le danger pour le personnel de maintenance et les opérateurs pendant qu'ils effectuent les tâches normales d'exploitation si des gaz ou des vapeurs s'échappent sous pression. Les limiteurs de pression ne doivent pas fonctionner à moins de 1,3 fois la pression de calcul. Le limiteur de pression peut être par exemple une zone faible de conception du compartiment, ou un dispositif dédié, par exemple, un disque de rupture.

#### **5.103.3 Cloisons et volets**

Pour les besoins de la présente norme, seule la classe PI est définie pour des cloisons et des volets entre les compartiments ouverts et les parties actives du circuit principal, se reporter au 3.111.

Les cloisons et volets doivent assurer au moins un degré de protection IP2X selon le Tableau 7 de l'IEC 62271-1:2007.

Les conducteurs passant à travers des cloisons doivent être munis de traversées ou tout autre moyen équivalent pour procurer le niveau IP requis.

L'enveloppe de l'appareillage sous enveloppe isolante solide et les cloisons des compartiments contenant des ouvertures, pour permettre l'embrochage des contacts des parties amovibles ou débrochables et des contacts fixes, doivent être munies de volets automatiques qui, manœuvrés correctement pendant les opérations normales d'exploitation, assurent la protection des personnes dans chacune des positions définies de 3.129 à 3.133. 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 ou débrochable.

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

Si, lors des travaux de maintenance ou d'essais, une exigence impose d'ouvrir des volets pour atteindre un ou plusieurs jeux 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 connexion dans sa position de service avant que la manœuvre automatique des volets ne soit rétablie. Cela peut être obtenu par l'action même de remise en position de service de l'appareil de connexion.

Il est admis d'utiliser une cloison insérée temporairement pour protéger des contacts fixes exposés sous tension (se reporter au 10.4).

Les cloisons et les volets doivent satisfaire aux exigences suivantes:

- a) l'isolation entre les parties actives à haute tension et la surface accessible des cloisons et volets en matériau isolant solide doit supporter les tensions d'essai spécifiées au 4.2 de l'IEC 62271-1:2007 pour les essais diélectriques à la terre et entre pôles;
- b) le matériau isolant solide doit supporter la tension d'essai à fréquence industrielle définie au point a). Il convient d'appliquer les méthodes d'essai appropriées données dans l'IEC 60243-1; se reporter au [4] de la Bibliographie;
- c) l'isolation entre les parties sous haute tension et la surface intérieure des cloisons et volets en matériau isolant solide en face de ces parties actives doit supporter au moins 150 % de la tension  $U_r$ ;
- d) si un courant de fuite peut atteindre la surface accessible des cloisons et volets en matériau isolant solide par un trajet continu sur des surfaces isolantes ou par un trajet interrompu seulement par d'étroits espaces de gaz ou de liquide, il ne doit pas être supérieur à 0,5 mA dans les conditions d'essai spécifiées (se reporter au 6.104.3).

Si des cloisons ou des volets deviennent partie intégrante de l'enveloppe, se reporter au 5.102.5.

#### **5.104 Parties amovibles**

Les parties amovibles assurant la distance de sectionnement (en position de retrait) entre les conducteurs à haute tension doivent satisfaire à l'IEC 62271-102, sauf en ce qui concerne les essais de fonctionnement mécanique (se reporter aux 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 uniquement, alors les essais doivent aussi inclure les essais de fonctionnement mécanique conformes à l'IEC 62271-102.

L'exigence selon laquelle il doit être possible de reconnaître la position de fonctionnement du sectionneur ou du sectionneur 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 à l'isolation complète sont indiquées clairement;

– la position de la partie débrochable est indiquée par un dispositif indicateur fiable.

NOTE Se reporter à l'IEC 62271-102, ainsi qu'à l'Annexe CC.

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 des forces pouvant se produire en service, en particulier celles dues à un court-circuit.

Pour les appareillages classifiés IAC, le déplacement de parties débrochables de ou vers leur position de service ne doit pas réduire le niveau de protection spécifié en cas d'arc interne. Cela est obtenu, par exemple, lorsque la manœuvre n'est possible que si les portes et les capots destinés à la protection des personnes sont fermés. D'autres conceptions assurant un niveau équivalent de protection sont admises.

### 5.105 Dispositions pour les essais diélectriques des câbles

L'appareillage sous enveloppe isolante solide peut être conçu pour permettre de réaliser les essais de câbles lorsqu'ils sont raccordés à l'appareillage. Ceci peut être réalisé soit à partir d'une connexion d'essai dédiée ou des terminaisons de câbles. Dans ce cas, l'appareillage doit être capable de supporter la ou les tensions d'essai assignées des câbles, telles que spécifiées au 4.102, appliquées aux parties qui restent connectées au câble, les parties du circuit principal conçues pour rester sous tension pendant l'essai des câbles étant simultanément sous leur tension assignée.

## 6 Essais de type

L'Article 6 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable, avec le complément suivant:

### 6.1 Généralités

Le paragraphe 6.1 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable avec les modifications suivantes:

Les composants faisant partie de l'appareillage sous enveloppe isolante solide et relevant de spécifications particulières non couvertes par le domaine d'application de l'IEC 62271-1 doivent y satisfaire et être soumis à l'essai 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 à des essais de type, compte tenu de la multiplicité des types, des caractéristiques assignées et des combinaisons possibles de composants. Les caractéristiques d'une disposition donnée peuvent alors être déduites des résultats d'essai obtenus avec des dispositions comparables.

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 de ce type.

Les essais de type et vérifications comprennent:

	Paragraphe
Essais de type obligatoires:	
a) Essais de vérification du niveau d'isolement de l'équipement	6.2
b) Essai de vérification de l'échauffement de toute partie de l'équipement et mesure de la résistance des circuits	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 assigné et le courant de courte durée admissible assigné	6.6

	Paragraphe
d) Essais de vérification du pouvoir de fermeture et du pouvoir de coupure des appareils de connexion contenus dans l'équipement	6.101
e) Essais de vérification du fonctionnement satisfaisant des appareils de connexion et des parties amovibles contenus dans l'équipement	6.102
f) Essais de vérification du code de protection IP	6.7.1
g) Essais de vérification de la protection des personnes contre les chocs électriques	6.104
h) Essais d'évaluation de l'isolation de l'équipement par le mesurage des décharges partielles	6.2.9
i) Essais de vérification des circuits auxiliaires et de commande	6.10
Essais de type obligatoires, si applicables:	
j) Essais de vérification de la protection de l'équipement contre les impacts mécaniques	6.7.2
k) Essais de vérification de la résistance des compartiments à remplissage de gaz	6.103
l) Essais d'étanchéité des compartiments à remplissage de gaz ou de liquide	6.8
m) Essais pour évaluer les effets d'un arc dû à un défaut d'arc interne (pour l'appareillage classifié IAC)	6.105
n) Essais de compatibilité électromagnétique (CEM)	6.9
o) Procédures d'essai des rayonnements X pour les ampoules à vide	6.11
p) Essais diélectriques sur les circuits d'essai des câbles	6.2.101
q) Essais de vérification de la stabilité thermique des matériaux isolants solides	6.106
r) Essais d'évaluation des effets de la condensation sur les surfaces isolantes solides	6.107

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

#### 6.1.1 Groupement des essais

Le paragraphe 6.1.1 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable avec la modification suivante:

Les essais de type obligatoires (à l'exception des points m), n), o), q) et r)) doivent être effectués sur quatre échantillons d'essai au maximum.

#### 6.1.2 Informations pour l'identification des échantillons d'essai

Le paragraphe 6.1.2 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

#### 6.1.3 Informations à inclure dans les rapports d'essai de type

Le paragraphe 6.1.3 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable avec le complément suivant:

Pour le rapport relatif aux essais de défaut d'arc interne, se reporter au 6.105.6.

## **6.2 Essais diélectriques**

Le paragraphe 6.2 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable, sauf indication contraire dans le paragraphe ci-dessous.

### **6.2.1 Conditions de l'air ambiant pendant les essais**

Le paragraphe 6.2.1 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

### **6.2.2 Modalités des essais sous pluie**

Le paragraphe 6.2.2 de l'IEC 62271-1:2007 n'est pas applicable.

### **6.2.3 État de l'appareillage pendant les essais diélectriques**

Le paragraphe 6.2.3 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable avec le complément suivant:

Pour l'appareillage sous enveloppe isolante solide, isolé avec un fluide (liquide ou gazeux), les essais diélectriques doivent être effectués avec le fluide isolant spécifié par le constructeur, au niveau minimal de fonctionnement également spécifié par le constructeur.

### **6.2.4 Critères de réussite des essais**

Le paragraphe 6.2.4 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable avec la modification suivante:

Le second alinéa du point a) qui fait référence aux essais sous pluie n'est pas applicable.

NOTE Pour les compartiments à remplissage de fluide soumis à l'essai avec des traversées d'essai ne faisant pas partie de l'appareillage, les chocs conduisant à un contournement entre ces traversées d'essai 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 l'IEC 62271-1:2007 est applicable avec le complément suivant:  
Le paragraphe 6.2.5.1 de l'IEC 62271-1:2007 n'est pas applicable.

Compte tenu de la grande diversité des constructions, il n'est pas possible de spécifier de manière détaillée les essais à effectuer sur le circuit principal. En principe, la fréquence industrielle, et les essais de tension de choc de foudre, doivent couvrir ce qui suit:

#### **a) À la terre et entre phases**

Les tensions d'essai spécifiées au 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 et à la borne de terre de la source d'essai.

Les essais diélectriques doivent être effectués avec tous les appareils de connexion en position fermée et toutes les parties amovibles en position de service. L'attention doit être attirée sur la possibilité d'un champ électrique moins favorable lorsque les appareils de connexion sont en position ouverte ou que les parties amovibles sont dans une position de sectionnement, de retrait, d'essai ou de mise à la terre. Dans de telles conditions, les essais doivent être répétés. Cependant, les parties amovibles ne doivent pas être soumises à ces essais de tension 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 extrémités de câbles, les déclencheurs directs ou indicateurs de surintensité doivent être installés dans les conditions normales d'exploitation. Pour les essais de tension de choc de foudre, les dispositions selon 6.2.6.2 sont autorisées. En cas de doute concernant la configuration la plus défavorable, les essais doivent être repris dans les différentes configurations possibles.

Des plaques ou des feuillets métalliques mis à la terre doivent être prévus afin de simuler les conditions d'installation avec les distances d'isolement les plus faibles par rapport au sol et aux murs, par exemple, tel qu'indiqué par le constructeur.

Pour vérifier la conformité avec les exigences du point a) de 5.102.3, un feuillet métallique, de surface circulaire ou carrée, doit être appliqué, pendant la manœuvre ou la maintenance, à l'endroit le plus défavorable sur le ou les côtés accessibles de l'enveloppe isolante solide, des regards, des cloisons ou des volets en matériau isolant solide. La surface de ce feuillet doit être aussi grande que possible, mais ne doit pas dépasser 100 cm<sup>2</sup>, et ce dernier doit être relié à la terre. En cas de doute sur l'endroit le plus défavorable, l'essai doit être répété avec le feuillet appliqué à des endroits différents. Ce feuillet doit être appliqué sur la surface externe de l'enveloppe, sans pénétrer dans les espaces de faibles dimensions. Pour la commodité de l'essai, sous réserve d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur, il est admis d'appliquer simultanément plus d'un feuillet métallique ou de recouvrir de plus grandes parties de l'enveloppe.

NOTE Si un sous-ensemble est soumis à essai, il convient qu'il inclut les joints de composants solides isolés par enrobage, s'ils sont utilisés.

#### b) Sur la distance de sectionnement

Chaque distance de sectionnement du circuit principal doit être soumise à l'essai aux tensions d'essai spécifiées au 6.2.6, selon les procédures d'essai définies au 6.2.5.2 de l'IEC 62271-1:2007.

La distance de sectionnement peut être constituée par

- la position ouverte d'un sectionneur;
- la distance entre les deux parties du circuit principal destinées à être connectées par un appareil de connexion débrochable ou amovible.

En l'absence de cloisonnement métallique entre la partie fixe et la partie débrochable lorsqu'une distance de sectionnement est établie, les tensions d'essai spécifiées sur la distance de sectionnement doivent être appliquées de la manière suivante: la partie débrochable doit être dans celle des positions de sectionnement ou d'essai qui génère la plus courte distance entre les contacts fixes et mobiles. L'appareil de connexion de la partie débrochable doit être fermé. Lorsque l'appareil de connexion ne peut être en position de fermeture (par exemple, par verrouillage), deux essais doivent alors être réalisés dans les conditions suivantes:

- la partie débrochable étant dans la position générant les plus courtes distances entre les contacts fixes et mobiles, et l'appareil de connexion de la partie débrochable étant ouvert;
- la partie débrochable étant dans l'autre position définie et l'appareil de connexion étant fermé.

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

Le paragraphe 6.2.6 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable avec les modifications suivantes.

Les essais doivent être effectués avec les tensions d'essai applicables des Tableaux 1a ou 1b du 4.2 de l'IEC 62271-1:2007. Pour les tensions d'essai par rapport à la terre et entre phases, les colonnes (2) et (4) doivent être utilisées. Pour les tensions d'essai sur les distances de sectionnement, les colonnes (3) et (5) doivent être utilisées.

#### 6.2.6.1 Essais de tension à fréquence industrielle

Le paragraphe 6.2.6.1 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable avec les dispositions suivantes:

L'appareillage doit être soumis à des essais de tension de tenue de courte durée à fréquence industrielle conformément à l'IEC 60060-1. Pour chaque condition d'essai, la tension d'essai 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 électrique des connexions haute tension. Les dispositifs de protection contre les surtensions peuvent être déconnectés ou enlevés. Un transformateur, une bobine ou un dispositif analogue normalement connecté entre phases doit être déconnecté du pôle auquel est appliquée la tension d'essai.

Pendant les essais de tension à fréquence industrielle, une borne du transformateur d'essai doit être connectée à la borne de terre et au feuillet métallique ou habillage conducteur aux points applicables sur l'appareillage sous enveloppe isolante solide. Exception est faite de la situation où, pendant les essais selon le point b) de 6.2.5, il convient que le point milieu ou un autre point intermédiaire de la source de tension soit connecté à la borne de terre afin que la tension apparaissant entre une des parties quelconques sous tension et les parties destinées à être mises à la terre, ne dépasse pas la tension d'essai spécifiée au point a) de 6.2.5.

Si cela n'est pas possible, une borne du transformateur d'essai peut, avec l'accord du constructeur, être reliée à la terre et les parties destinées à être mises à la terre de l'appareillage doivent être, si nécessaire, isolées de la terre.

#### **6.2.6.2 Essais de tension de choc de foudre**

Le paragraphe 6.2.6.2 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable avec les compléments suivants:

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

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

Il convient d'appliquer la procédure B de l'IEC 60060-1:2010, Quinze chocs de foudre consécutifs à la tension assignée de tenue doivent être appliqués pour chaque condition d'essai et pour chaque polarité. En variante, la procédure C de l'IEC 60060-1:2010 peut être appliquée. Dans ce cas, l'essai est composé de trois chocs consécutifs pour chaque condition d'essai et pour chaque polarité. Cette procédure d'essai est appelée «méthode 3/9». La méthode 3/9 est acceptée uniquement si les trois phases sont soumises à essai.

Il peut être nécessaire pour certains types de matériaux isolants solides d'éliminer les charges résiduelles avant de commencer les essais avec la polarité opposée.

Pendant les essais de tension aux chocs de foudre, la borne du générateur de choc raccordée à la terre doit être connectée à la borne de terre et au feuillet métallique ou à l'habillage conducteur aux points applicables sur l'enveloppe de l'appareillage sous enveloppe isolante solide, sauf que, pendant les essais selon le point b) de 6.2.5, les parties destinées à être mises à la terre doivent, si nécessaire, être isolées de la terre de telle façon que la tension apparaissant entre une des parties actives et les parties destinées à être mises à la terre ne dépasse pas la tension d'essai spécifiée au point a) de 6.2.5.

#### **6.2.7 Essais de l'appareillage de $U_r > 245$ kV**

Le paragraphe 6.2.7 de l'IEC 62271-1:2007 n'est pas applicable.

#### **6.2.8 Essais de pollution artificielle pour les isolateurs d'extérieur**

Le paragraphe 6.2.8 de l'IEC 62271-1:2007 n'est pas applicable.



### 6.2.9 Essais de décharges partielles

Le paragraphe 6.2.9 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable avec les compléments suivants:

Les essais doivent être conformes à l'Annexe BB.

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

NOTE Dans le cas de modèles constitués par la combinaison de composants classiques (par exemple, des transformateurs de mesure, des traversées), qui peuvent être soumis à essai séparément conformément aux normes qui leur sont applicables, le but de cet essai de décharges partielles est de vérifier l'assemblage de ces composants.

Cet essai peut être effectué sur des ensembles ou des sous-ensembles. Il convient de veiller à ce que des décharges partielles externes ne perturbent pas les mesurages.

*Paragraphe complémentaire:*

#### 6.2.9.101 Niveau maximal admissible des décharges partielles

Le niveau maximal admissible des décharges partielles ne doit pas dépasser 20 pC pour chaque unité fonctionnelle, à  $1,1 U_r$  tension phase-phase, voir le Tableau BB.1.

NOTE Pour les systèmes avec un neutre non directement mis à la terre, aucun niveau maximal de décharges partielles n'est spécifié en cas de défaut à la terre; à titre informatif uniquement, une tension phase-terre de 100 pC à  $1,1 \times U_r$  semble être une limite acceptable.

En règle générale, il convient que le niveau autorisé pour un ensemble ou sous-ensemble soit le niveau le plus élevé permis pour chacun de ses composants.

### 6.2.10 Essais diélectriques sur les circuits auxiliaires et de commande

Le paragraphe 6.2.10 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

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

S'il existe des dispositifs de limitation de tension dans le circuit basse tension, ils doivent être déconnectés.

Les fonctions telles que l'indication ou la détection de tension (par exemple, VPIS, VIS et VDS) qui sont soumises à essai selon leurs normes applicables sont exclues.

#### 6.2.11 Essai de tension comme essai de vérification d'état

Le paragraphe 6.2.11 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

*Paragraphe complémentaire:*

#### 6.2.101 Essais diélectriques sur les circuits d'essai des câbles

Cet essai de type ne s'applique qu'à l'appareillage ayant une ou plusieurs tensions d'essai des câbles assignées.

Pour chaque valeur de tension d'essai des câbles assignée, les tensions d'essai suivantes doivent être appliquées:

- a) la tension assignée  $U_r$  doit être appliquée en tant que tension monophasée entre la terre et tous les conducteurs de phase du côté jeu de barres raccordés ensemble;
- b) la tension d'essai des câbles assignée  $U_{ct}$  (courant alternatif) ou  $U_{ct}$  (courant continu) doit être appliquée à tour de rôle à chaque pôle de la connexion d'essai des câbles. Les autres connexions d'essai des câbles doivent être connectées à la terre.

Les tensions d'essai doivent être appliquées simultanément.

Pour les tensions alternatives d'essai des câbles  $U_{ct}$  (courant alternatif), la durée de l'essai doit être de 1 min. Pour les tensions continues d'essai des câbles  $U_{ct}$  (courant continu), la durée de l'essai doit être de 15 min.

Pour les tensions alternatives d'essai de même fréquence, la polarité des deux tensions d'essai doit être opposée.

### **6.3 Essais de tension de perturbation radioélectrique**

Le paragraphe 6.3 de l'IEC 62271-1:2007 n'est pas applicable.

### **6.4 Mesurage de la résistance des circuits**

#### **6.4.1 Circuit principal**

Le paragraphe 6.4.1 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable avec le complément suivant:

La résistance mesurée sur la totalité du circuit principal d'un ensemble d'appareillage sous enveloppe isolante solide indique le bon état du trajet du courant. Cette résistance mesurée doit être prise comme référence pour les essais individuels de série (se reporter au 7.3).

#### **6.4.2 Circuits auxiliaires**

Le paragraphe 6.4.2 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

*Paragraphe complémentaire:*

#### **6.4.101 Exigences pour la catégorie de protection PB2**

Si l'exigence du point g) de 5.102.3 est applicable, la résistance de la couche conductrice mise à la terre doit avoir une valeur maximale de 100 mΩ à la borne de terre de l'appareillage. Cela est démontré en alimentant la couche conductrice, aux points les plus défavorables avec 30 A en courant continu. La chute de tension correspondante à partir d'un point sur la couche près du point d'entrée doit être au maximum de 3 V.

Il peut être nécessaire d'effectuer une connexion, sur la couche conductrice, ayant une grande surface, de 1 cm<sup>2</sup> par exemple, afin d'éviter une densité trop élevée.

### **6.5 Essais d'échauffement**

Le paragraphe 6.5 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable avec le complément suivant:

Lorsqu'il est prévu une possibilité de choix entre différents composants ou différentes dispositions, l'essai doit être effectué avec les composants 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 effectués normalement avec le nombre de phases assigné et le courant assigné en service continu circulant d'une extrémité des jeux de barres aux bornes prévues pour la connexion des câbles.

Pour l'essai des unités fonctionnelles individuelles, il convient que les unités voisines soient parcourues par un courant produisant les pertes de puissance 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 de puissance prévues pour les conditions assignées. Pour générer les mêmes puissances dissipées, des procédures équivalentes sont acceptables.

Les échauffements des différents composants doivent se référer à la température de l'air ambiant à l'extérieur de l'enveloppe et ne doivent pas dépasser 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 en référence.

#### **6.5.1 États de l'appareillage à soumettre aux essais**

Le paragraphe 6.5.1 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

#### **6.5.2 Disposition de l'appareil**

Le paragraphe 6.5.2 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable avec la modification suivante:

Lorsque la connexion est réalisée dans un compartiment, la température des connexions provisoires doit être mesurée au point où elles quittent l'enveloppe et à une distance extérieure de 1 m. La différence de température ne doit pas dépasser 5 K.

#### **6.5.3 Mesurage de la température et de l'échauffement**

Le paragraphe 6.5.3 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

#### **6.5.4 Température de l'air ambiant**

Le paragraphe 6.5.4 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

#### **6.5.5 Essai d'échauffement des équipements auxiliaires et de commande**

Le paragraphe 6.5.5 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

#### **6.5.6 Interprétation des essais d'échauffement**

Le paragraphe 6.5.6 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

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

Le paragraphe 6.6 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable avec le complément suivant:

### **a) Essais des circuits principaux**

Les circuits principaux de l'appareillage sous enveloppe isolante solide 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 soumis à l'essai selon leur disposition dans l'appareillage sous enveloppe isolante solide, avec tous les composants associés qui peuvent influencer les caractéristiques ou modifier le courant de court-circuit.

Les connexions 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 courte durée et à la valeur de crête du courant admissible 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 peuvent être soumis à l'essai à toute tension convenable. Les équipements incorporant un dispositif de limitation de courant doivent être soumis à l'essai à la tension  $U_r$ . D'autres tensions d'essai peuvent être utilisées, s'il peut être démontré que le courant de crête appliqué et les effets thermiques en résultant sont tous deux égaux ou supérieurs à ceux obtenus avec la tension  $U_r$ .

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

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

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

Après l'essai, les composants ou les conducteurs intérieurs de l'enveloppe ne doivent présenter ni déformation ni détérioration susceptibles de nuire au bon fonctionnement des circuits principaux. Les propriétés isolantes de l'enveloppe isolante solide doivent en particulier être intactes. Il peut être possible de détecter la présence de fissures dans l'isolation des composants enrobés de matériau isolant solide en réalisant un essai de décharges partielles (se reporter au 6.2.9).

### **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 isolante solide doivent être soumis à essai en vue de vérifier leur tenue au courant de courte durée et à la valeur de crête du courant admissible assignés ( $I_k$  et  $I_{ke}$ , selon le cas). Ces conducteurs, connexions et appareils doivent être soumis à essai selon leur disposition dans l'appareillage sous enveloppe isolante solide, avec tous les composants associés qui peuvent influencer les caractéristiques ou modifier le courant de court-circuit.

Les essais de courte durée et à la valeur de crête du courant admissible sur les appareils de mise à la terre doivent être effectués selon le nombre de phases assigné. Des essais monophasés doivent être effectués sur tous les circuits prévus pour assurer la liaison entre l'appareil de mise à la terre et le point de mise à la terre prévu.

S'il existe des appareils de mise à la terre amovibles, la connexion de terre entre la partie fixe et la partie amovible doit être soumise à l'essai dans les conditions correspondant au défaut à la terre. Le courant de défaut à la terre doit circuler entre le conducteur de terre de la partie fixe et le point de mise à la terre de la partie amovible. Lorsque 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'appareillages à double jeux de barres, un essai doit être réalisé dans ces différentes positions.

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

Il convient qu'une inspection visuelle permette de 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 doit être vérifiée par un essai à courant continu de 30 A jusqu'au point de mise à la terre prévu. 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 l'IEC 62271-1:2007 est applicable avec le complément suivant:

Les équipements à soumettre aux essais doivent être disposés de façon à ce que les conditions les plus défavorables soient obtenues pour les longueurs maximales sans support du ou des jeux de barres, de la configuration des conducteurs et des connexions de l'équipement. Dans le cas d'un appareillage comprenant le même appareil de connexion dans plusieurs compartiments à haute tension, soit disposés côte à côte, soit de conception à niveaux multiples, les essais doivent être réalisés dans la position 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 exigences ci-dessus.

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

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

L'installation d'essai doit être indiquée dans le rapport d'essai.

### **6.6.2 Valeurs du courant d'essai et de sa durée**

Le paragraphe 6.6.2 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

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

Le paragraphe 6.6.3 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

### **6.6.4 État de l'appareillage après l'essai**

Le paragraphe 6.6.4 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

## **6.7 Vérification de la protection**

### **6.7.1 Vérification de la codification IP**

Le paragraphe 6.7.1 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable avec le complément suivant:

Pour l'appareillage sous enveloppe isolante solide, les conditions de service exigent la fermeture de toutes les portes et de tous les capots, indépendamment du fait que leur verrouillage soit prévu ou non.

### **6.7.2 Vérification de la codification IK**

Le paragraphe 6.7.2 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

### **6.8 Essais d'étanchéité**

Le paragraphe 6.8 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

### **6.9 Essais de compatibilité électromagnétique (CEM)**

Le paragraphe 6.9 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

Il convient de réaliser les essais d'émission fixe sur une disposition type de l'appareillage, sur la base des règles de câblage normales du constructeur.

### **6.10 Essais diélectriques supplémentaires des circuits auxiliaires et de commande**

#### **6.10.1 Généralités**

Le paragraphe 6.10.1 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

#### **6.10.2 Essais fonctionnels**

Le paragraphe 6.10.2 de l'IEC 62271-1:2007 n'est pas applicable.

Un essai fonctionnel de tous les circuits à basse tension doit être effectué pour vérifier le bon fonctionnement des circuits auxiliaires et de commande en liaison avec les autres parties de l'appareillage.

Les essais doivent être effectués en utilisant les valeurs limites supérieures et inférieures de la tension d'alimentation, définies en 4.8.

Pour les circuits, sous-ensembles et composants à basse tension, les essais fonctionnels peuvent être omis s'ils ont déjà été entièrement réalisés lors d'un essai appliqué à un appareillage analogue.

#### **6.10.3 Essais de continuité électrique des parties métalliques reliées à la terre**

Le paragraphe 6.10.3 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

#### **6.10.4 Vérification des caractéristiques de fonctionnement des contacts auxiliaires**

Le paragraphe 6.10.4 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

#### **6.10.5 Essais d'environnement**

Le paragraphe 6.10.5 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable avec les limites suivantes:

- les essais ne s'appliquent pas à l'appareillage pour l'intérieur fonctionnant dans les conditions normales de service, telles que définies à l'Article 2 de l'IEC 62271-1:2007;
- lorsque les essais spécifiés en 6.10.5 de l'IEC 62271-1:2007 ont été réalisés sur des composants séparés d'un circuit auxiliaire et de commande représentatif, il n'est pas nécessaire de réaliser d'autres essais d'environnement;
- lorsque les essais sont réalisés, le 6.10.5 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable sur une disposition typique des circuits auxiliaires et de commande.

#### **6.10.6 Essai diélectrique**

Le paragraphe 6.10.6 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

## **6.11 Procédures d'essai des rayonnements X pour les ampoules à vide**

Le paragraphe 6.11 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

NOTE Cet essai s'applique à l'ampoule à vide et non à une unité fonctionnelle.

*Paragraphes complémentaires:*

### **6.101 Vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure**

#### **6.101.1 Généralités**

En vue de vérifier leurs pouvoirs assignés de fermeture et de coupure, les appareils de connexion faisant partie du circuit principal et les sectionneurs de terre de l'appareillage sous enveloppe isolante solide doivent être soumis à l'essai conformément aux normes dont ils relèvent et dans les conditions propres d'installation et d'emploi. Cela signifie qu'ils doivent être soumis à l'essai selon leur disposition normale dans l'appareillage sous enveloppe isolante solide avec tous les composants 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 de fermeture et de coupure ont été réalisés sur les appareils de connexion installés dans un appareillage sous enveloppe isolante solide dans des conditions plus contraignantes.

Lors de l'examen des composants associés susceptibles d'influencer les caractéristiques, il convient de porter une attention toute particulière aux forces mécaniques dues au court-circuit, à l'échappement des particules produites par l'arc, à la possibilité de décharges disruptives, etc. Il est toutefois reconnu que l'influence de ces facteurs peut être relativement négligeable dans certains cas.

Comme il n'est pas possible de couvrir toutes les configurations et tous les modèles potentiels des appareils de connexion, les procédures suivantes doivent être suivies:

- a) si les séries d'essais de fermeture et de coupure appropriées ont été réalisées avec l'appareil de connexion dans un compartiment représentatif, alors les essais définis ci-dessus sont également valides pour les compartiments dans des conditions identiques ou moins contraignantes;
- b) si des appareils de connexion déjà soumis à un essai de type, avec ou sans enveloppe, sont utilisés et si a) n'est pas applicable, les séries d'essais indiquées aux 6.101.2 et 6.101.3 ci-dessous doivent être répétées dans chacun des compartiments;
- c) lorsque les compartiments sont conçus pour accepter plus d'un type ou d'un modèle d'appareil de connexion particulier, chaque variante doit être entièrement soumise à l'essai conformément aux exigences du point a) ou, le cas échéant, du point b) ci-dessus.

Dans le cas de plusieurs compartiments à haute tension, soit disposés côte à côte, soit de conception à niveaux multiples, qui ne sont pas identiques mais sont conçus pour accepter le même appareil de connexion, les essais/série d'essais définis ci-dessus doivent être effectués dans le compartiment présentant les conditions les plus contraignantes, en respectant les exigences de chaque norme applicable.

#### **6.101.2 Exigences d'essai pour les appareils de connexion principaux**

Les séries d'essais suivantes doivent être réalisées selon le cas pour l'appareil de connexion.

IEC 62271-100: série d'essais T100s, T100a et essais au courant critique (lorsqu'ils existent), en tenant également compte des exigences de 6.103.4 de l'IEC 62271-100:2008 ou l'aménagement des connexions d'essai, le cas échéant.

IEC 62271-103: Dix manœuvres CO avec le courant de coupure de charge assigné principalement actif (Série d'essais  $TD_{charge}$ ). Série d'essais  $TD_{ma}$  selon la classe applicable E1, E2 ou E3, à moins que l'interrupteur n'ait pas de pouvoir de fermeture sur court-circuit assigné.

IEC 62271-105: Séries d'essais  $TD_{isc}$  et la valeur la plus élevée de  $TD_{ltransfer}$  et  $TD_{lto}$ .

IEC 62271-106: Vérification de la coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC) selon 6.106 de l'IEC 62271-106:2011.

### 6.101.3 Exigences d'essai pour la fonction de mise à la terre

La fonction de mise à la terre doit être soumise à essai conformément aux exigences de l'IEC 62271-102 pour les manœuvres de mise en court-circuit. Les essais doivent être réalisés conformément aux exigences applicables aux sectionneurs de terre de classe E1 ou de classe E2, selon le cas.

Lorsque la fonction de mise à la terre est réalisée par l'appareil de connexion principal avec un sectionneur de terre de classe E0, la classe E1 ou E2 pour la fonction de mise à la terre peut être assignée, comme défini dans l'IEC 62271-102. Pour cette disposition, la séquence d'essais doit alors être la suivante:

- pour la classe E1: 2C.
- pour la classe E2:  $2C - x - 2C - y - 1C$ , où  $x$  et  $y$  sont des manœuvres de connexion à vide ou arbitraires et 2C représente deux manœuvres C avec une manœuvre d'ouverture à vide intermédiaire, c'est-à-dire  $C - O$  (à vide) – C.

Les exigences de 6.101.8 et 6.101.9 de l'IEC 62271-102:2001, Amendement 1:2011 et Amendement 2:2013 doivent s'appliquer au sectionneur de terre de classe E0 et à l'appareil de connexion principal.

NOTE La classification relative à la fonction de mise à la terre ne s'applique pas lorsque la mise à la terre est toujours réalisée par un disjoncteur dont la protection est active jusqu'à la mise effective à la terre.

### 6.102 Essais de fonctionnement mécanique

#### 6.102.1 Appareils de connexion et parties amovibles

Les appareils de connexion doivent être soumis à essai conformément à la norme de produit dont ils relèvent, à moins qu'ils n'aient déjà été soumis à essai. Si une partie amovible est prévue pour être utilisée comme un sectionneur, la résistance mécanique doit alors être conforme à l'IEC 62271-102.

De plus, tous les appareils de connexion doivent être manœuvrés 50 fois C-O lorsqu'ils sont installés dans l'appareillage sous enveloppe isolante solide.

Les parties amovibles doivent être mises en place 25 fois et enlevées 25 fois pour vérifier le bon fonctionnement de l'équipement. L'effort nécessaire à l'embrochage et au débrochage des parties doit être inférieur à 150 % de celui appliqué pour la première manœuvre.

Pour les unités fonctionnelles comprenant plusieurs appareils de connexion, les manœuvres peuvent être réalisées dans le cadre d'une séquence de manœuvres impliquant tous ces appareils de connexion. Lorsque la séquence comporte l'embrochage / débrochage d'une partie amovible, le nombre de séquences doit être réduit à 25. Toute manœuvre non comprise dans cette séquence doit être soumise à essai séparément.

Dans le cas d'équipements manœuvrés manuellement, la poignée de manœuvre manuelle normale doit être utilisée pour réaliser les essais.



## 6.102.2 Verrouillages

Les verrouillages doivent être placés dans toutes les positions prévues pour empêcher la manœuvre des appareils de connexion, l'accès aux interfaces de manœuvre, et l'embrochage ou le débrochage des parties amovibles. Les essais suivants doivent être réalisés afin de tenter de mettre en défaut l'action des verrouillages:

- 25 tentatives d'ouverture de toute porte ou tout capot verrouillé;
- 50 tentatives d'accès à, ou de mise en place de, l'interface de manœuvre, lorsqu'un dispositif de verrouillage (volet, levier sélecteur, etc.) empêche l'accès ou la mise en place;
- 50 tentatives de manœuvre manuelle des appareils de connexion, lorsque l'interface de manœuvre est accessible;
- 10 tentatives de manœuvre manuelle de l'appareil de connexion dans la mauvaise direction doivent être réalisées en complément et en tout point de la séquence de 50 tentatives mentionnée ci-dessus;
- 25 tentatives d'embrochage et 25 tentatives de débrochage des parties amovibles.

La poignée de manœuvre manuelle normale doit être utilisée pour réaliser ces essais. Pendant les essais, l'effort de manœuvre normal appliqué doit être doublé. Dans le cas du verrouillage de l'arbre de manœuvre, un effort présumé de 750 N doit cependant être appliqué à mi-longueur de la partie de préhension de la poignée de manœuvre. Lorsque les poignées de manœuvre comportent un dispositif permettant de limiter l'effort de manœuvre, l'effort d'essai maximal doit être limité à celui que la poignée peut appliquer, à condition que la poignée ne soit pas interchangeable avec d'autres poignées.

Pendant ces essais, aucun réglage ne doit être réalisé sur les appareils de connexion, les parties amovibles ou les verrouillages.

L'intégrité des volets ou autres dispositifs empêchant l'accès à l'interface de manœuvre doit être vérifiée conformément au 6.7.2 (vérification de la codification IK).

Lorsque seuls les verrouillages mécaniques sont conçus pour empêcher la manœuvre des appareils de connexion motorisés, les essais supplémentaires suivants doivent être réalisés avec le moteur:

- 50 tentatives de manœuvre des appareils de connexion;
- 10 tentatives de manœuvre de l'appareil de connexion dans la mauvaise direction doivent être réalisées en complément et en tout point de la séquence de 50 tentatives mentionnée ci-dessus.

110 % de la tension assignée d'alimentation des circuits auxiliaires doivent être appliqués pendant 2 s.

Les verrouillages sont considérés comme satisfaisants si

- a) on ne peut pas manœuvrer les appareils de connexion;
- b) on ne peut pas accéder aux compartiments verrouillés (vérification par IP2X au moins; se référer à 6.7.1);
- c) on ne peut pas embrocher ni débrocher les parties amovibles;
- d) les appareils de connexion, les parties amovibles et les verrouillages restent en bon état de fonctionnement et l'effort nécessaire à leur manœuvre avant et après les essais ne diffère pas des efforts de manœuvre manuelle maximale (manœuvre manuelle) ou de la consommation d'énergie maximale (manœuvre motorisée) de plus de 50 %. Pour l'essai appliquant un effort de 750 N, une détérioration est acceptable à condition que le verrouillage empêche toujours la manœuvre.

NOTE Ces essais peuvent être réalisés dans le cadre de la séquence d'essais de manœuvres mécaniques.

### **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 limiteurs de pression**

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 limiteur de pression 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 limiteur de pression fonctionne, selon la conception prévue par le constructeur, en dessous de cette valeur. La pression d'ouverture doit être notée dans le rapport d'essai de type. Après l'essai, le compartiment peut être déformé, mais ne doit pas se rompre.

Pendant les essais, les compartiments adjacents doivent être à la pression atmosphérique.

NOTE Ces essais ont pour objet de vérifier la tenue aux surpressions dans les conditions de service. On tient compte de la différence de pression lors de l'évacuation des compartiments adjacents.

#### **6.103.2 Essai de tenue à la pression pour les compartiments à remplissage de gaz sans limiteurs de pression**

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.

Pendant les essais, les compartiments adjacents doivent être à la pression atmosphérique.

NOTE Cet essai a pour objet de vérifier la tenue aux surpressions dans les conditions de service. On tient compte de la différence de pression lors de l'évacuation des compartiments adjacents.

### **6.104 Essais de vérification de la protection des personnes contre les chocs électriques**

#### **6.104.1 Généralités**

Ce paragraphe s'applique à l'enveloppe isolante solide et aux cloisons (et volets) prévues pour la protection contre les parties sous tension. Lorsque ces cloisons contiennent des traversées, des essais doivent être réalisés dans les conditions appropriées, c'est-à-dire avec les parties primaires des traversées sectionnées et mises à la terre.

L'enveloppe à isolation solide, les cloisons et les volets, ainsi que les parties à haute tension enrobées de matériau isolant solide, destinées à rester sous tension en cas d'accès au compartiment à haute tension, doivent être soumises à essai.

#### **6.104.2 Essais diélectriques**

- a) L'isolation entre les parties actives du circuit principal et la surface accessible de l'enveloppe isolante solide et des cloisons et volets isolants solides, doit supporter les tensions d'essai spécifiées au 4.2 de l'IEC 62271-1:2007 pour les essais de tension à la terre et entre les pôles. Se référer au point a) de 6.2.5 pour le montage d'essai.
- b) Un échantillon représentatif du matériau isolant solide doit supporter la tension d'essai à fréquence industrielle spécifiée au point a). Il convient d'appliquer les méthodes d'essai appropriées données dans l'IEC 60243-1; se reporter à [4] de la Bibliographie.

Dans le cas des parties à haute tension enrobées de matériau isolant solide, il n'est pas nécessaire de réaliser cet essai.

- c) L'isolation entre les parties actives du circuit principal et la surface interne des cloisons et/ou volets isolants solides qui leur font face doit être soumise à l'essai à 150 % de la tension  $U_r$  pendant 1 min. Pour cet essai, la surface interne de la cloison ou du volet doit être mise à la terre par une couche conductrice (par exemple, un feuillet métallique mis à la terre) d'au moins 100 cm<sup>2</sup>, mise en place au point le plus contraignant.
- d) Essais complémentaires (pour la catégorie de protection PB1 uniquement).

Si les exigences des points e) ou f) de 5.102.3 sont applicables, on doit prouver l'aptitude nécessaire pour supporter une tension d'essai à fréquence industrielle égale à 150 % de la tension  $U_r$  pendant 1 min.

Dans le cas d'une seconde couche isolante solide, cette couche doit être soumise à une tension d'essai à fréquence industrielle égale à 150 % de la tension  $U_r$  pendant 1 min. Se reporter au point c). Cette couche peut être soumise à l'essai séparément dans sa forme prévue.

Dans le cas d'une isolation par fluide, ce fluide d'isolation doit être remplacé par de l'air ambiant. L'essai c) ci-dessus doit alors être répété, la couche conductrice d'au moins 100 cm<sup>2</sup> étant mise en place aux points applicables.

#### **6.104.3 Mesurage des courants de fuite**

Pour les enveloppes, cloisons, volets ou parties à haute tension enrobées de matériau isolant solide, destinées à rester sous tension lorsque le compartiment est ouvert, on doit effectuer les essais suivants pour vérifier la conformité aux exigences du point d) de 5.102.3.

A l'initiative du constructeur, le circuit principal doit être connecté soit à une source triphasée à fréquence industrielle dont la tension est égale à la tension  $U_r$ , une phase étant mise à la terre, soit à une source monophasée dont la tension est égale à la tension  $U_r$ , 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 solide assurant la protection contre les contacts avec les parties sous tension. En cas de doute sur l'endroit le plus défavorable, l'essai doit être répété en plaçant la feuille à des endroits différents.

La surface de ce feuillet métallique, approximativement circulaire ou carrée, doit être aussi grande que possible, mais ne doit pas dépasser 100 cm<sup>2</sup>, et doit être connectée au conducteur de terre, sans aucune impédance ajoutée de manière intentionnelle. Le courant de fuite s'écoulant à la terre par le feuillet métallique doit être mesuré, l'isolant étant sec et propre.

La valeur du courant de fuite mesuré ne doit pas dépasser 0,5 mA. Si le chemin continu sur les surfaces isolantes solides est interrompu, comme indiqué au point d) de 5.102.3, 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 solides, les espaces doivent supporter les tensions d'essai spécifiées au 4.2 de l'IEC 62271-1:2007 pour les essais de tension à la terre et entre les pôles.

Le courant de fuite doit être également mesuré dans les conditions qui représentent la condensation et un niveau de pollution légère le cas échéant, se reporter au 6.107.

## **6.105 Essais d'arc dû à un défaut interne**

### **6.105.1 Généralités**

L'essai est applicable à l'appareillage sous enveloppe isolante solide, destiné à être classifié IAC en cas de défaut d'arc dans l'enveloppe ou dans les composants ayant des parois faisant partie intégrante de l'enveloppe, dans les conditions normales de fonctionnement. L'essai d'arc interne tient compte des effets agissant sur toutes les parties de l'enveloppe, tels que la suppression interne, les effets thermiques de l'arc ou de son point d'amorçage sur l'enveloppe et de l'expulsion de gaz chauds et des particules incandescentes.

Les essais ne couvrent pas les éléments suivants, par exemple:

- les influences d'un arc interne entre compartiments, ni les dommages causés sur les cloisons et les volets internes non accessibles dans les conditions normales de fonctionnement;
- les connexions externes à l'extérieur de l'enveloppe;
- les effets dus à une explosion des composants à haute tension;
- la formation de gaz toxiques qui pourraient être présents, ou le danger de propagation d'incendie à des matériaux ou équipements combustibles placés au voisinage de l'appareillage sous enveloppe isolante solide;
- le changement d'état des volets lors du déplacement des parties débrochables ou amovibles.

NOTE Les exigences applicables sont identiques à celles indiquées dans l'IEC 62271-200.

### **6.105.2 Conditions d'essai**

L'essai doit être réalisé avec l'appareillage dans les conditions normales de fonctionnement. Ceci signifie que la position des appareils de connexion à haute tension, des parties embrochables assurant une connexion ou une séparation, est fixée de façon à réaliser le circuit d'alimentation selon AA.5.1. Tous les autres équipements, par exemple, les instruments de mesure et les équipements de surveillance, doivent être dans la position correspondant au service normal. Si pour réaliser des manœuvres, il est nécessaire qu'un capot soit déposé et/ou qu'une porte soit ouverte, l'essai d'arc interne doit être réalisé avec le capot déposé et/ou la porte ouverte.

La dépose ou le remplacement de composants (par exemple, des fusibles haute tension ou tout autre composant démontable) n'est pas considéré comme une opération normale, de même que les opérations nécessaires pour réaliser des travaux de maintenance.

L'essai doit être réalisé dans chaque compartiment à haute tension des unités fonctionnelles représentatives (se reporter à 6.105.3).

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

L'utilisation de fusibles limiteurs de courant appropriés en combinaison avec des appareils 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 de courant, l'énergie d'arc maximale peut être produite à une valeur du courant inférieure à la valeur de coupure maximale assignée. De plus, les effets produits par les dispositifs de limitation de courant qui emploient des procédés pyrotechniques pour commuter le courant vers un fusible limiteur de courant doivent être pris en considération lors de l'évaluation des modèles utilisant ces dispositifs.

Tous les dispositifs (par exemple, les relais de protection) qui peuvent 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. Si ces dispositifs font partie intégrante de la conception du compartiment ou de l'ensemble qui les empêche d'être mis hors service sans modification de la construction, le compartiment approprié de l'appareillage peut être soumis à essai avec le dispositif en service, mais ce compartiment doit être qualifié pour la durée réelle de l'arc. Le courant d'essai doit être maintenu pendant la durée de court-circuit assignée du circuit principal.

Dans la mesure où en règle générale les dispositifs limiteurs d'arc ne relèvent pas du domaine d'application de la présente norme et si l'appareillage a déjà été soumis à essai avec le dispositif limiteur mis hors service, un essai supplémentaire peut être réalisé pour vérifier le comportement de ce dispositif limiteur d'arc.

### 6.105.3 Disposition de l'appareil

L'appareil doit être disposé de la manière suivante:

- L'échantillon d'essai doit être complètement équipé. Il est permis d'utiliser des maquettes de composants intérieurs, à condition que leurs volumes et le matériau de leurs parties externes soient identiques à ceux de l'original et qu'ils ne concernent pas le circuit principal ni le circuit de terre.
- Chaque compartiment à haute tension d'une unité fonctionnelle doit être soumis à essai. Dans le cas d'un appareillage constitué d'unités indépendantes extensibles (modulaires), l'échantillon d'essai doit en général être constitué de deux unités connectées ensemble comme en service, sauf si le constructeur spécifie un nombre minimal d'unités fonctionnelles. L'essai doit être réalisé au moins dans tous les compartiments de l'unité fonctionnelle de l'extrémité de l'appareillage la plus éloignée du mur du dispositif de simulation du local. Si l'essai concerne des unités non destinées à être utilisées comme une unité d'extrémité dans les conditions de service, elles doivent être placées le plus près possible de la face latérale classifiée de l'ensemble dans une disposition comportant plus de deux unités.

NOTE 1 Une unité indépendante correspond à un assemblage qui peut contenir dans une enveloppe commune une ou plusieurs unités fonctionnelles juxtaposées horizontalement ou verticalement (conception à niveaux multiples).

- L'échantillon d'essai doit être mis à la terre au point de mise à la terre prévu;
- 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 de l'essai;
- Dans le cas de compartiments à remplissage de fluide (autre que le SF<sub>6</sub>), l'essai doit être réalisé avec le fluide d'origine à la pression de remplissage assignée ((±10 %);
- Pour des raisons environnementales, Il est recommandé de remplacer le SF<sub>6</sub> par de l'air à la pression de remplissage assignée (±10 %).

NOTE 2 Les résultats de l'essai réalisé avec de l'air à la place de SF<sub>6</sub> sont considérés comme représentatifs.

### 6.105.4 Procédure d'essai

La méthode de vérification de la classification arc interne est définie en AA.5.

### 6.105.5 Critères de réussite de l'essai

L'appareillage sous enveloppe isolante solide est qualifié comme étant classifié IAC (selon le type d'accessibilité applicable) si les critères suivants sont satisfaits:

### **Critère n° 1**

Les portes et les capots correctement verrouillés ne s'ouvrent pas. Les déformations sont acceptables, à condition qu'aucune partie ne vienne aussi loin que la position des indicateurs ou des murs (le plus proche des deux) sur toutes les faces. Il n'est pas nécessaire que les appareillages satisfassent à leur indice de protection IP après l'essai.

Pour étendre l'application du critère d'acceptation à une installation montée plus proche du mur que pendant l'essai, deux conditions supplémentaires 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;
- Aucune projection de petits morceaux ou d'autres parties de l'appareillage jusqu'à une masse individuelle de 60 g ou plus ne survient;
- Des objets d'une masse individuelle de 60 g ou plus tombant sur le sol à proximité immédiate de l'appareillage sont acceptés (dans le cas des faces accessibles, ceci correspond à la distance entre l'appareillage et le support des indicateurs).

### **Critère n° 3**

L'arc ne crée pas d'ouverture par perforation dans les faces classifiées jusqu'à une hauteur de 2 000 mm.

NOTE Les ouvertures dans l'enveloppe créées après la durée de l'essai par des effets autres que la perforation ne sont pas prises en compte.

### **Critère n° 4**

Les indicateurs ne s'enflamment pas sous l'effet de gaz chauds ou de liquides brûlants.

Si les indicateurs se sont enflammés pendant l'essai, le critère d'évaluation peut néanmoins être considéré comme étant 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, vidéo ou autre moyen adapté peuvent être utilisées par le laboratoire pour établir la preuve.

On ne tient également pas compte de l'inflammation des indicateurs par la brûlure des étiquettes ou de la peinture.

### **Critère n° 5**

La continuité de la connexion de mise à la terre doit être vérifiée (se reporter au point b) de 6.6).

#### **6.105.6 Rapport d'essai**

En complément aux spécifications de 6.1.3, les éléments suivants s'appliquent:

- description de l'unité d'essai, accompagnée 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/ou aux murs de l'appareillage sous enveloppe isolante solide;

- la distance entre la partie supérieure de l'appareillage et le plafond du local / bâtiment. À cet effet, le constructeur doit préciser le point de l'appareillage à partir duquel cette distance est mesurée. Dans la mesure où la distance entre la partie supérieure de l'appareillage et le plafond dans les conditions d'arc interne peut être différente de celle existant dans les conditions normales de fonctionnement, il convient que le rapport d'essai fournisse des informations sur la validité des résultats d'essai concernant la hauteur de plafond de l'installation. La hauteur de plafond est toujours indiquée à partir du plancher ou du niveau du faux plancher où est installé réellement l'appareillage. Il s'agit également du niveau où les supports des indicateurs sont placés lors de l'essai IAC, se reporter à la Figure AA.5.
- point et méthode d'amorçage du défaut d'arc interne;
- dessins de l'installation d'essai (simulation du local, échantillon d'essai et cadre de montage des indicateurs) en cohérence avec le type d'accessibilité (A), les faces classifiées (F, L ou R) et les conditions d'installation;
- tension appliquée et fréquence;
- concernant le courant présumé ou le 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;
- évaluation des résultats d'essai, comprenant la liste des observations correspondant à 6.105.5.
- autres informations utiles.

#### **6.105.7 Extension des résultats d'essai**

La validité des résultats d'un essai réalisé sur une unité fonctionnelle d'un modèle particulier d'appareillage sous enveloppe isolante solide peut être étendue à un autre (se reporter au 6.1), à condition que le premier ait été soumis à l'essai dans les conditions les plus contraignantes et que le suivant puisse être considéré comme similaire à celui soumis à essai pour les aspects suivants:

- dimensions;
- structure et robustesse de l'enveloppe;
- architecture de la cloison;
- performance du limiteur de pression, s'il existe;
- système d'isolation;
- influences physiques (accroissement de pression, débit gazeux et effets thermiques).

#### **6.106 Essai de stabilité thermique**

Lorsque la majeure partie de l'isolation entre les parties conductrices consiste en une isolation solide, le constructeur doit prouver que la stabilité des matériaux isolants solides utilisés ne sera pas compromise par des contraintes diélectriques et des influences thermiques.

Cette preuve peut être donnée sur la base d'essais réalisés sur des configurations comparables, sur la base des propriétés des matériaux isolants solides (pertes diélectriques en fonction de la température) ou en réalisant un essai de stabilité thermique sur l'ensemble de l'équipement ou sur une partie représentative de ce dernier.

Cet essai n'est pas nécessaire si des gaz ou des liquides constituent la majeure partie de l'isolation.

L'essai de stabilité thermique se compose d'un essai de 100 h avec une tension à la fréquence industrielle égale à 180 % de la tension  $U_r$  à la température atteinte pendant un essai d'échauffement selon 6.5 lorsque la température de l'air ambiant est de 40 °C.

Le circuit principal doit être mis sous tension par une alimentation mise à la terre, à l'aide d'une alimentation triphasée avec un neutre mis à la terre pour les appareillages triphasés. Le conducteur de terre et toutes les parties métalliques destinées à être mises à la terre doivent être reliés à la terre.

L'essai peut être effectué séparément à partir de l'essai d'échauffement en prenant l'échauffement le plus élevé mesuré pendant l'essai d'échauffement, augmenté de 40 °C.

Si aucune décharge disruptive ne se produit, l'appareillage sous enveloppe isolante solide doit être considéré comme ayant réussi l'essai.

### 6.107 Essai d'humidité

L'essai d'humidité doit être réalisé si l'enveloppe n'est pas entièrement recouverte d'une couche conductrice, reliée à la terre et ayant une résistance inférieure à 96 kΩ, lorsque la mesure est effectuée entre un point quelconque sur l'enveloppe et le point de mise à la terre prévu.

NOTE La valeur de 96 kΩ est choisie afin de maintenir la tension de contact maximale en dessous de 48 V.

L'essai doit être effectué selon l'Annexe DD.

## 7 Essais individuels de série

L'Article 7 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable, avec le complément suivant:

L'essai individuel de série doit être effectué sur toutes les unités de transport et, chaque fois que la pratique le permet, dans les usines du constructeur, en vue de s'assurer que le produit est conforme à l'équipement sur lequel l'essai de type a été effectué.

Se reporter à l'Article 7 de l'IEC 62271-1:2007, en ajoutant les essais individuels de série suivants:

- mesurage des décharges partielles: ..... 7.101
- essais de fonctionnement mécanique: ..... 7.102
- essais de pression des compartiments à remplissage de gaz (le cas échéant): ..... 7.103
- essais des dispositifs auxiliaires électriques, pneumatiques et hydrauliques .....  
(le cas échéant): ..... 7.104
- essais après montage sur le site: ..... 7.105
- mesurage de l'état du fluide après remplissage sur site: ..... 7.106

Il peut être nécessaire de vérifier l'interchangeabilité des composants de caractéristiques assignées et de construction identiques (se reporter à l'Article 5).

### 7.1 Essai diélectrique du circuit principal

Le paragraphe 7.1 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable avec le complément et l'exception suivants:



L'essai de tension à fréquence industrielle doit être effectué suivant les exigences du 6.2.6.1. La tension d'essai spécifiée aux Tableaux 1a et 1b, colonne 2, de l'IEC 62271-1:2007 doit être appliquée en connectant successivement chaque conducteur de phase du circuit principal à la borne à haute tension de la source d'alimentation d'essai, les autres conducteurs de phase 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).

Afin de vérifier la conformité avec l'exigence du point a) du 5.102.3, l'enveloppe isolante solide doit être entourée de plaques métalliques mises à la terre ou d'un dispositif équivalent. Les distances d'écartement de ces plaques doivent être inférieures ou égales à celles spécifiées pour les conditions de service, et ce, par rapport aux murs, plafond et sol. Pour les faces accessibles, les plaques métalliques mises à la terre doivent être placées en contact direct avec l'enveloppe. Se reporter à 6.2.5.

La tension d'essai peut être appliquée à une valeur supérieure à la fréquence assignée afin d'éviter toute déconnexion des transformateurs de tension.

Pour les compartiments à remplissage de gaz des systèmes à pression scellés, les essais doivent être effectués à la pression (ou densité) de remplissage assignée du gaz isolant (se reporter au 4.11). Pour les systèmes à pression autonome ou les systèmes à pression entretenue, les essais doivent être réalisés à la pression (ou densité) de fonctionnement minimale du gaz isolant.

## **7.2 Essais des circuits auxiliaires et de commande**

Le paragraphe 7.2 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

## **7.3 Mesurage de la résistance du circuit principal**

Le paragraphe 7.3 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable avec les modifications suivantes:

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

Lorsque la configuration à soumettre à essai ne fait pas l'objet d'un essai d'échauffement, il convient que les conditions de l'essai et les limites des valeurs de résistance fassent également l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

## **7.4 Essai d'étanchéité**

Le paragraphe 7.4 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

## **7.5 Contrôles visuels et du modèle**

Le paragraphe 7.5 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

*Paragraphe complémentaire:*

### **7.101 Essai de décharges partielles**

Le mesurage des décharges partielles doit être réalisé pour détecter des défauts possibles de matière et de fabrication.

Les essais de décharges partielles doivent être conformes à l'Annexe BB avec les critères d'essai définis en 6.2.9.101.

Les essais à fréquence industrielle conformes à 6.2.6.1 doivent au moins être concluants avant de procéder à l'essai de validation de décharges partielles.

### **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 requises et que les verrouillages mécaniques fonctionnent correctement.

Les essais doivent être réalisés conformément aux spécifications du 6.102, à l'exception des éléments suivants:

- les efforts de manœuvre normale doivent être utilisés;
- 5 manœuvres ou tentatives doivent être réalisées dans chaque direction.

Ces essais doivent être effectués sans tension ni courant dans les circuits principaux. Il doit être vérifié 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 partie amovible peut être embrochée et débrochée correctement;
- tous les verrouillages fonctionnent correctement.

### **7.103 Essais de pression des compartiments à remplissage de gaz**

Des essais de pression doivent être effectués 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 susceptible 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 soumis à l'essai 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, aucun réglage ne doit être effectué.

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 leur manœuvre est pratiquement le même avant et après les essais.

### **7.105 Essais après montage sur le site**

Après montage, l'appareillage sous enveloppe isolante solide doit être soumis à l'essai pour en vérifier le fonctionnement correct.

Pour les parties qui sont assemblées sur le site et pour les compartiments à remplissage de gaz qui sont remplis sur le site, il convient de réaliser les essais suivants:

#### **a) Essai de tension du circuit principal:**

Après accord entre le constructeur et l'utilisateur, des essais de tension à fréquence industrielle peuvent être effectués à sec sur les circuits principaux de l'appareillage sous enveloppe isolante solide, après montage sur le site, exactement de la même manière que ceux spécifiés au 7.1 pour les essais individuels de série dans les locaux du constructeur.

La tension d'essai à fréquence industrielle doit être de 80 % des valeurs indiquées au 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. Pour les essais, une borne du transformateur d'essai doit être connectée à l'installation de mise à la terre de l'appareillage sous enveloppe isolante solide.

Si l'essai de tension après montage sur le site remplace l'essai individuel de série dans les locaux du constructeur, on doit appliquer la pleine tension d'essai à fréquence industrielle.

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.

Les dispositifs de limitation de la surtension doivent être déconnectés.

- b) Essais d'étanchéité: le 7.4 est applicable.
- c) Mesurage de l'état du fluide après remplissage sur le site: le 7.106 est applicable.

### **7.106 Mesurage 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**

L'Article 8 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable avec les compléments suivants:

*Paragraphes complémentaires:*

### **8.101 Généralités**

L'appareillage sous enveloppe isolante solide comporte soit

- une catégorie de protection PB pour les installations généralement accessibles (locaux de service), ou
- en partie une catégorie de protection PA et en partie une catégorie de protection PB, pour les installations accessibles aux opérateurs qualifiés uniquement (locaux de service électriques fermés).

NOTE 1 L'application des catégories PA et PB est expliqué en 5.102.2.

NOTE 2 Pour les définitions de «local de service» et de «local de service électrique fermé», se reporter à l'IEC 61936-1 en [8] de la Bibliographie.

L'appareillage sous enveloppe isolante solide peut être construit sous différentes formes qui ont été modifiées en fonction des évolutions technologiques et des exigences fonctionnelles. Le choix d'un appareillage sous enveloppe isolante solide implique essentiellement l'identification des exigences fonctionnelles pour le service souhaité de l'installation et de la constitution des cloisonnements internes qui satisfont le mieux à ces exigences.

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

Le Tableau 104 résume les considérations à prendre en compte pour spécifier l'appareillage.

### **8.102 Choix des caractéristiques assignées**

Pour des contraintes en service données, l'appareillage sous enveloppe isolante solide est choisi en tenant compte des valeurs assignées individuelles de ses composants, requises 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 valeurs assignées conformément à 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 isolante solide est prévue dans le réseau. Se reporter à l'IEC 60909-0 pour cet aspect. Se reporter à [7] de la Bibliographie.

### **8.103 Choix du modèle et de sa construction**

#### **8.103.1 Généralités**

On identifie normalement un appareillage sous enveloppe isolante solide par sa technologie d'isolation (par exemple, matériau isolant solide, isolé dans l'air ou dans un gaz) et par sa structure fixe ou débrochable. L'étendue sur laquelle il convient que des composants individuels soient débrochables ou amovibles dépend en premier lieu des exigences (s'il y en a) de maintenance et/ou des dispositions d'essai.

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 nécessaires, et c'est la raison pour laquelle certaines conceptions peuvent rendre accessibles les parties mécaniques en les plaçant à l'extérieur des compartiments à haute tension.

La préférence donnée par l'utilisateur pour un matériau isolant solide, 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 la maintenance et/ou la possibilité de tolérer une mise hors tension complète de l'appareillage. Si la demande de maintenance n'est pas fréquente, comme c'est souvent la pratique privilégiée 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 termes de coût sur la durée de vie du produit.

Dans le cas où un compartiment contenant le circuit principal est ouvert, un fonctionnement en toute sécurité de l'appareillage nécessite (indépendamment de la structure fixe ou débrochable) qu'il convient que les parties sur lesquelles un travail est à réaliser soient isolées de toutes les sources 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.

#### **8.103.2 Architecture et accessibilité aux compartiments à haute tension**

La structure des cloisonnements internes définis dans la présente 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 insérés temporairement sont destinés à prévenir un contact accidentel avec des parties actives lors de la réalisation de certaines procédures de maintenance sont décrits au 10.4.

NOTE 2 Si l'utilisateur applique 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 la présente norme.

La description complète de l'appareillage inclut la liste et le type des compartiments à haute tension, par exemple, compartiment jeu de barres, compartiment disjoncteurs, etc., le type d'accessibilité prévu pour chacun et la structure (débrochable ou non).

Il existe quatre types de compartiments à haute tension, trois étant accessibles par l'utilisateur et un non accessible.

Trois méthodes pour contrôler l'ouverture d'un compartiment à haute tension accessible sont définies:

- la première, par l'utilisation de verrouillages assurant que toutes les parties actives internes sont hors tension et mises à la terre avant ouverture, ou qu'elles sont en position de sectionnement avec les volets correspondants fermés. Ces compartiments sont désignés «compartiments accessibles contrôlés par verrouillage». Sont exclues les parties à haute tension enrobées de matériau isolant solide, destinées à rester sous tension en cas d'accès au compartiment à haute tension; il convient qu'elles présentent un degré de protection conformément à la présente norme.

En règle générale, il peut être possible d'ouvrir manuellement les volets ou les cloisons amovibles temporaires après accès au compartiment à haute tension.

- la deuxième, basée sur les procédures de l'utilisateur et l'utilisation de dispositifs de condamnation pour assurer la sécurité, le compartiment étant pourvu de dispositifs pour permettre la mise en place de cadenas ou de moyens équivalents; ce type de compartiment est désigné «compartiment accessible selon procédure»;
- la troisième ne prévoit aucun dispositif intégré pour assurer la sécurité électrique avant l'ouverture. Ces compartiments nécessitent des outils pour l'ouverture, et sont désignés «compartiments accessibles par outillage».

Les deux premiers types de compartiment à haute tension accessibles 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 à haute tension accessibles ne nécessitent pas l'utilisation d'outils pour leur ouverture.

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

Compartiment à haute tension 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, un moulage complet de l'isolation solide.

### **8.103.3 Continuité de service de l'appareillage**

L'enveloppe isolante solide est destinée à procurer un 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 commande auxiliaires.

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

Catégorie **LSC1**: Cette conception n'est pas prévue pour assurer une continuité de service pendant l'ouverture de tout compartiment accessible et peut nécessiter le sectionnement complet de l'appareillage par rapport au réseau et sa mise hors tension avant de procéder à l'ouverture.

Famille de catégories **LSC2**: Ces types de conception sont prévus pour permettre d'assurer au maximum la continuité de service du réseau lors de l'accès aux compartiments à haute tension internes de l'appareillage. Ceci signifie qu'il est possible d'ouvrir les compartiments à haute tension accessibles dans une unité fonctionnelle tout en laissant sous tension les autres unités fonctionnelles de la même section. Ceci implique qu'au moins un jeu de barres peut rester sous tension. L'insertion d'une cloison amovible peut être utilisée pour obtenir cette catégorie.

La catégorie LSC2 nécessite au minimum la possibilité d'ouvrir le compartiment connexions tout en laissant sous tension le ou les jeux de barres. Il peut y avoir ou non d'autres compartiments à haute tension accessibles (par exemple, appareil de connexion principal).

La catégorie LSC2A s'applique à l'appareillage qui dispose de compartiments accessibles autres que les compartiments connexions à haute tension (par exemple, le compartiment de l'appareil de connexion principal); ceci implique, après que le circuit à haute tension considéré ait été mis hors tension et à la terre, de pouvoir ouvrir tout compartiment à haute tension tout en laissant le ou les jeux de barres sous tension (il n'est bien entendu pas autorisé d'ouvrir le ou les compartiments jeu de barres sous tension).

Il peut également être possible de laisser la connexion à haute tension (par exemple, les câbles) sous tension en cas d'accès à d'autres compartiments de l'unité fonctionnelle correspondante. Ceci peut survenir lorsque les alimentations alternatives font partie intégrante de l'installation (exploitation en boucle, groupes électrogènes, etc.). Dans ces cas, l'appareillage peut être désigné de catégorie LSC2B; ceci nécessite de pouvoir laisser sous tension le compartiment connexions (câble) lorsque tout autre compartiment à haute tension accessible est ouvert.

Les trois catégories de la famille LSC2 peuvent être résumées de la manière suivante:

- LSC2: Désignation applicable aux unités fonctionnelles à compartiments connexions à haute tension accessibles pour laquelle l'ouverture du compartiment connexions ne nécessite pas de mettre hors service le ou les jeux de barres ni les autres unités fonctionnelles;
- LSC2A: Désignation applicable aux unités fonctionnelles LSC2 pour laquelle tous les compartiments à haute tension accessibles (autres que le jeu de barres d'un équipement, à simple jeu de barres) peuvent être ouverts avec un jeu de barres sous tension;
- LSC2B: En complément aux exigences de la catégorie LSC2A, les connexions à haute tension (par exemple, les câbles) de l'unité fonctionnelle à laquelle on accède peuvent rester sous tension. Ceci implique également l'existence d'un point de sectionnement, ainsi qu'un cloisonnement adapté entre le compartiment auquel on accède et les connexions à haute tension.

Exemples:

- 1) LSC1 (Figure 101): une unité fonctionnelle à disjoncteur avec connexions des câbles dans le même compartiment que celui du disjoncteur et du jeu de barres est désignée de catégorie LSC1.

- 2) LSC2 (Figure 102): une unité fonctionnelle à disjoncteur non débrochable disposant de deux compartiments à haute tension accessibles (autres que le compartiment jeu de barres), et d'un sectionneur dans le compartiment disjoncteur. L'ouverture du compartiment disjoncteur avec le jeu de barres sous tension n'est pas autorisée. Cependant, la connexion à haute tension peut être mise à la terre au moyen du disjoncteur: lorsqu'un cloisonnement complet est établi entre le compartiment connexions et le compartiment disjoncteur, le compartiment connexions peut alors être ouvert avec le jeu de barres sous tension. Il convient de désigner l'unité fonctionnelle de catégorie LSC2.
- 3) LSC2 (Figure 103): une unité fonctionnelle à disjoncteur avec connexions des câbles dans le même compartiment que le disjoncteur, ce compartiment étant accessible avec le jeu de barres sous tension car il peut être isolé et mis à la terre par le sectionneur et le sectionneur de terre placés dans le compartiment jeu de barres. A l'instar de la Figure 103, une conception d'appareillage monobloc connu comme «RMU» (Ring Main Unit), où le compartiment jeu de barres comprend les interrupteurs-sectionneurs ou les disjoncteurs de plusieurs unités fonctionnelles, est également désignée LSC2.
- 4) LSC2A (Figure 104): configuration similaire à celle de l'exemple 2, à l'exception du fait que le sectionneur est placé dans le compartiment jeu de barres, et qu'un cloisonnement complet est établi entre les compartiments jeu de barres et disjoncteur. Le compartiment disjoncteur et le compartiment connexions peuvent être tous deux ouverts en toute sécurité avec le jeu de barres sous tension après ouverture du sectionneur et fermeture du sectionneur de terre. L'accès au compartiment disjoncteur nécessite que les câbles soient mis hors tension et à la terre.
- 5) LSC2B (Figure 105): pour les conceptions d'appareil de connexion principal non débrochable.  
Configuration similaire à celle de l'exemple 4, avec en complément la mise en place d'un deuxième sectionneur et sectionneur de terre dans le compartiment connexions. Un cloisonnement complet est établi entre le compartiment disjoncteur et le compartiment connexions. Ceci permet d'ouvrir le compartiment disjoncteur avec les compartiments jeu de barres et connexions sous tension.
- 6) LSC2B (Figure 106): pour les conceptions débrochables. Si l'appareil de connexion principal de chaque unité fonctionnelle LSC2B est mis en place dans un compartiment accessible qui lui est propre, la maintenance peut être réalisée sur cet appareil de connexion principal sans mettre hors tension le compartiment connexions correspondant. En conséquence, il est nécessaire d'avoir un minimum de trois compartiments pour chaque unité fonctionnelle LSC2B dans cet exemple:
  - pour chaque appareil de connexion principal;
  - pour les composants raccordés d'un côté d'un appareil de connexion principal, par exemple, le circuit d'alimentation;
  - pour les composants raccordés de l'autre côté de l'appareil de connexion principal, par exemple, le jeu de barres. Pour l'appareillage à deux jeux de barres, chaque jeu doit être dans un compartiment séparé qui lui est propre.

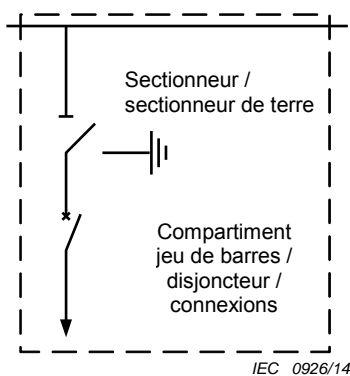


Figure 101 – LSC1

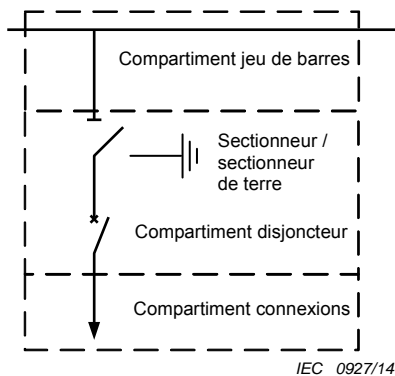


Figure 102 – LSC2

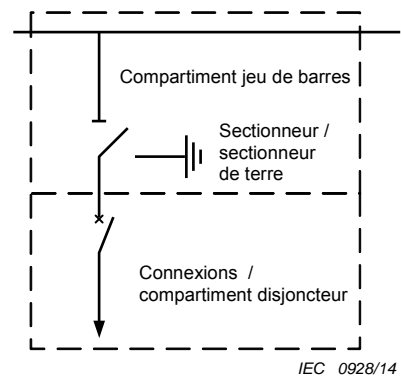


Figure 103 – LSC2

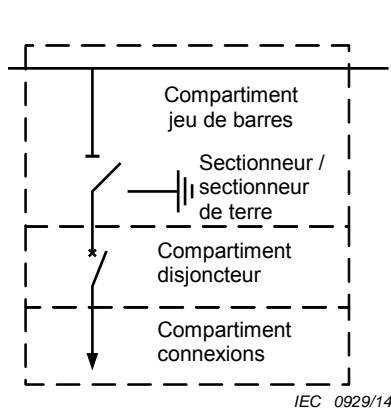


Figure 104 – LSC2A

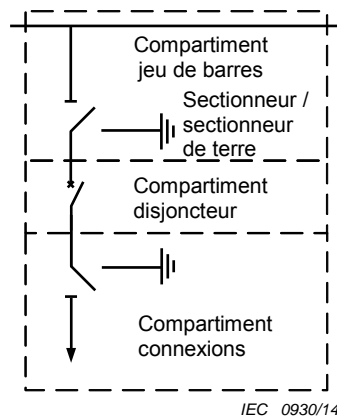


Figure 105 – LSC2B

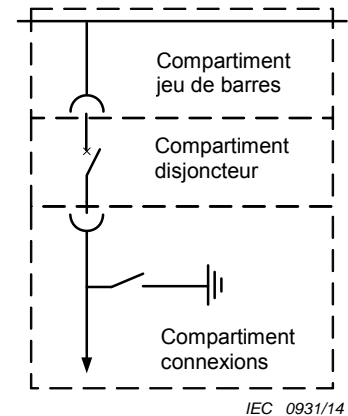


Figure 106 – LSC2B

#### 8.103.4 Classes de cloisonnement

Il existe un type de classe de cloisonnement définie, Classe PI (3.111).

Le choix de la classe de cloisonnement n'assure pas nécessairement la protection des personnes dans le cas d'un arc interne dans un compartiment adjacent, se reporter au 6.105.1 ainsi qu'au 8.104.

#### 8.104 Défaut d'arc interne

##### 8.104.1 Généralités

Si l'appareillage est installé, exploité et maintenu conformément aux instructions du constructeur, il convient que la probabilité d'occurrence d'un arc interne soit minime, mais ne peut être complètement négligée. Une défaillance à l'intérieur de l'enveloppe d'un appareillage sous enveloppe isolante solide, due soit à un défaut soit à des conditions de service exceptionnelles ou à une mauvaise exploitation, peut générer un arc interne qui représente un danger si des personnes sont présentes.



Lors du choix d'un appareillage sous enveloppe isolante solide, il convient de tenir compte de la possibilité d'occurrence de défauts internes, dans le but d'assurer un niveau de protection acceptable pour les exploitants et, le cas échéant, pour le grand public.

Cette protection est réalisée en réduisant le risque à un niveau tolérable. Selon le Guide ISO/IEC 51, le risque est la combinaison de la probabilité d'occurrence d'un dommage et de sa sévérité. (Se reporter à l'Article 5 du Guide ISO/IEC 51:1999 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/IEC 51:1999. Cette procédure est basée sur l'hypothèse que l'utilisateur a un rôle à jouer dans la réduction du risque.

#### **8.104.2 Causes et mesures préventives**

L'expérience montre que la probabilité de défauts est plus grande dans certains endroits à l'intérieur de l'enveloppe que dans d'autres. A titre de guide, le Tableau 102 donne une liste d'emplacements pour lesquels l'expérience a montré que les défauts avaient une plus grande chance de se produire. Il indique également la cause des défaillances et les mesures possibles pour diminuer la probabilité de défauts internes. 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.

#### **8.104.3 Mesures de protection supplémentaires**

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.

Parmi ces mesures, on peut citer par exemple:

- temps d'élimination du défaut rapide par l'utilisation de capteurs sensibles à la lumière, à la pression ou à la chaleur ou par des protections différentielles des jeux de 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 rapides (suppresseur d'arc);
- contrôle à distance au lieu d'une manœuvre en face de l'appareillage;
- dispositif de coupure de pression;
- déplacement de la partie débrochable vers ou depuis la position de service uniquement lorsque la porte avant est fermée.

**Tableau 102 – Emplacements, causes et exemples de mesures à prendre pour diminuer la probabilité de défauts d'arc interne**

<b>Emplacements préférentiels où les défauts d'arc interne peuvent se produire</b> <b>(1)</b>	<b>Causes possibles des défauts d'arc interne</b> <b>(2)</b>	<b>Exemples de mesures préventives possibles</b> <b>(3)</b>
Compartiments connexions	Conception inadéquate	Choisir des dimensions suffisantes Utiliser des matériels appropriés
	Installation défectueuse	Éviter de croiser les câbles. Contrôle de la qualité d'exécution sur le site. Couple de serrage correct.
	Défaut d'isolement solide ou liquide (défaut ou manque d'isolant)	Contrôle de la qualité d'exécution et/ou essai diélectrique sur le site. Vérification régulière du niveau des liquides, le cas échéant
Sectionneurs Interrupteurs Sectionneurs de terre	Fausse manœuvre	Verrouillages (se reporter au 5.11). Réouverture retardée. Manœuvre manuelle indépendante. Pouvoir de fermeture pour les interrupteurs et sectionneurs de terre. Instructions au personnel
Connexions boulonnées et contacts	Corrosion	Utilisation de revêtements anticorrosion et/ou graisse. Utilisation de traitements de surface. Enrobage si possible
	Assemblage défectueux	Contrôle de la qualité d'exécution par une méthode appropriée. Couple de serrage correct. Moyens de fixation appropriés
	Pendant l'embrochage ou le débrochage des parties débrochables. Par exemple, du fait du changement diélectrique d'état associé à un dommage ou une déformation des contacts et/ou volets embrochables	Contrôle de la qualité d'exécution sur le site.
Transformateurs de mesure	Ferro-résonance	Éviter ces influences électriques par une conception convenable des circuits
	Court-circuit côté BT pour les TT	Éviter les courts-circuits par des moyens appropriés, par exemple, capots de protection, fusibles basse tension
Disjoncteurs	Manque d'entretien	Entretien régulier sur programme. Instructions au personnel.
Tous emplacements	Erreur commise par le personnel	Limitation d'accès par compartimentage. Parties actives enrobées de matériau isolant solide Instructions au personnel
	Vieillesse 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 (se reporter à l'Article 2). Utilisation de compartiments étanches
	Surintensités	Protection contre la foudre. Coordination d'isolement convenable. Essais diélectriques sur site

#### **8.104.4 Considérations relatives au choix et à l'installation**

L'utilisateur doit effectuer le choix de manière appropriée, en tenant compte des caractéristiques du réseau, des procédures d'exploitation et des conditions de service. De même, pour la protection des personnes pendant le service, les points suivants doivent être considérés:

- tous les appareillages ne sont pas classés IAC;
- tous les appareillages ne sont pas de conception débrochable;
- tous les appareillages ne sont pas équipés d'une porte qui peut être fermée dans les positions définies de 3.129 à 3.131.

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

- Lorsque le risque est considéré comme négligeable: Un appareillage sous enveloppe isolante solide de la classe IAC n'est pas nécessaire.
- Lorsque le risque est considéré comme significatif: Il convient d'utiliser uniquement un appareillage sous enveloppe isolante solide 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 soumis aux essais. 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 importante. Il convient que le constructeur indique quels côtés de l'appareillage sont classifiés comme accessibles, selon la disposition lors des essais, et il convient que l'utilisateur suive scrupuleusement ces instructions. Permettre la pénétration du personnel dans une zone non déclarée comme étant accessible peut exposer ce personnel à des risques de blessures.

La protection des personnes en cas d'arc interne ne concerne pas seulement la conception et la classification IAC de l'appareillage, mais dépend également des conditions d'installation. Les défauts d'arc interne dans l'appareillage sous enveloppe isolante solide 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, les 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 qui peuvent se dégager vers l'extérieur de l'enveloppe. De ce point de vue, une évacuation immédiate et une ventilation des locaux avant d'y pénétrer de nouveau sont nécessaires, et il convient de prendre des mesures appropriées pour l'installation sur le site.

#### **8.104.5 Essai d'arc interne**

L'essai d'arc interne a pour objet de vérifier l'efficacité de la conception pour fournir le niveau de protection des personnes requis en cas d'arc interne, lorsque l'appareillage fonctionne dans la condition normale de service. L'essai n'évalue pas le comportement de l'appareillage dans des conditions de maintenance ou de travaux, lorsque les parties de l'enveloppe, y compris le compartiment à basse tension, sont ouvertes ou démontées.

L'essai d'arc interne ne s'applique qu'à l'appareillage sous enveloppe isolante solide, destiné à être classifié IAC.

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 une durée d'arc plus courte, et il n'existe pas de règle générale d'après laquelle la durée d'arc admissible peut être augmentée en cas de courant d'essai plus faible.

### 8.104.6 Classification IAC

La classification IAC procure un niveau de protection des personnes validé dans les conditions normales de fonctionnement, comme indiqué au 6.105.2. 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, ni à la continuité de service.

Dans le cas où la classification IAC est démontrée au moyen d'essais, selon 6.105, l'appareillage sous enveloppe isolante solide est désigné de la façon suivante:

- généralités: classification IAC (pour Internal Arc Classified);
- accessibilité: A (selon 4.101.2);
- valeurs assignées: courant de défaut d'arc en kiloampères (kA), et durée en secondes (s). Des valeurs monophasées peuvent être assignées à l'appareillage disposant d'un ou de plusieurs compartiments dont la construction empêche l'arc d'évoluer en polyphasé, comme vérifié au cours de l'essai d'arc interne. La relation entre la mise à la terre du neutre et le courant de défaut d'arc monophasé phase-terre est donnée dans le Tableau 103. Il convient que les utilisateurs spécifient une valeur assignée de courant de défaut d'arc monophasé phase-terre lorsqu'ils nécessitent une valeur supérieure à 87 % de la valeur assignée triphasée ou peuvent accepter une valeur inférieure, en fonction de la mise à la terre du neutre.

**Tableau 103 – Courant de défaut d'arc monophasé phase-terre en fonction de la mise à la terre du neutre du réseau**

Type de mise à la terre du neutre du réseau	Courant de défaut d'arc monophasé phase-terre
Neutre isolé	jusqu'à 87 % du courant de défaut d'arc triphasé assigné
Neutre relié à la terre par impédance	100 % du courant de défaut d'arc monophasé assigné phase-terre
Neutre directement raccordé à la terre	100 % du courant de défaut d'arc triphasé assigné
<p>Pour les réseaux à neutre isolé, le courant de défaut monophasé phase-terre maximal peut en théorie atteindre des niveaux jusqu'à 87 % du courant de défaut d'arc triphasé assigné (courant de défaut monophasé phase-terre dans des conditions de défaut biphasé à la terre). Cependant, la probabilité de défauts biphasés à la terre est très faible dans des emplacements indépendants à proximité d'un appareillage soumis à un défaut monophasé phase-terre. Par conséquent, cette condition peut ne pas s'appliquer et l'utilisateur peut spécifier une caractéristique assignée réduite de courant de défaut d'arc monophasé phase-terre.</p> <p>NOTE 1 Si le courant de défaut d'arc monophasé assigné phase-terre couvre la condition de neutre directement mis à la terre, toutes les autres conditions de mise à la terre du réseau sont également couvertes.</p> <p>NOTE 2 Les réseaux (à neutre) mis à la terre résonants sont couverts dans ce tableau par le terme "neutre isolé".</p>	

La désignation doit figurer sur la plaque signalétique (se reporter au 5.10).

**Exemple 1:** Un appareillage sous enveloppe isolante solide soumis à essai avec un courant de défaut (valeur efficace) de 12,5 kA, pendant une durée de 0,5 s, accessible par les faces avant, latérales et arrière, est désigné comme suit:

IAC	AFLR
Courant de défaut d'arc	12,5 kA
Durée de défaut d'arc	0,5 s

Désignation: IAC AFLR 12,5 kA, 0,5 s

**Exemple 2:** Un appareillage sous enveloppe isolante solide destiné à n'être utilisé qu'avec des prises embrochables dans des réseaux à protection contre les défauts de terre, à neutre isolé ou à neutre relié à la terre par impédance dans lesquels domine un courant de défaut de terre maximal de 2 kA. Lorsque l'essai est réalisé pour un courant de défaut (efficace) de 20 kA pendant 0,5 s, mais uniquement de 2 kA pour le compartiment connexions pendant 1 s, les indicateurs étant placés sur les faces avant, latérales et arrière, la désignation est la suivante:

IAC	AFLR
Courant de défaut d'arc	20 kA
Durée de défaut d'arc	0,5 s
Courant de défaut d'arc monophasé phase-terre	2 kA
Durée de défaut d'arc monophasé phase-terre	1 s

Désignation: IAC AFLR 20 kA, 0,5 s ( $I_{Ae}$ : 2 kA, 1 s)

### 8.105 Résumé des exigences techniques, des caractéristiques assignées et des essais optionnels

Les exigences techniques, les caractéristiques assignées et les essais optionnels relatifs à l'appareillage sous enveloppe isolante solide sont résumés dans le Tableau 104.

**Tableau 104 – Résumé des exigences techniques, des caractéristiques assignées et des essais optionnels pour l'appareillage sous enveloppe isolante solide**

Information	Article/paragraphe de cette norme	Indication des exigences à apporter par l'utilisateur si nécessaire
<b>Particularités du réseau</b> (ne faisant pas partie des caractéristiques assignées de l'équipement):		
Tension nominale kV		
Fréquence Hz		
Nombre de phases		
Mode de mise à la terre du neutre	8.106	
<b>Caractéristiques de l'appareillage</b>		
Nombre de pôles		
Classe – intérieure (conditions spéciales de service)	2	
Dénomination du compartiment: Jeu de barres Appareil principal Connexions TC TT (etc.)	3.108 (se reporter au 5.103.1)	Compartiment jeu de barres = Compartiment appareil principal = Compartiment connexions = Compartiment TC = Compartiment TT =
Type de compartiment (à spécifier pour chaque compartiment à haute tension) si applicable: Compartiment accessible contrôlé par verrouillage Compartiment accessible selon procédure Compartiment accessible par outillage Compartiment non accessible	3.108 3.108.1 3.108.2 3.108.3 3.108.4	Compartiment connexions/TC = Compartiment appareil de connexion principal/TC = Autre compartiment (à définir)=
Classe de cloisonnement PI	3.111	

EN 62271-201:2014

- 72 -

Information	Article/paragraphe de cette norme	Indication des exigences à apporter par l'utilisateur si nécessaire
Débrochable / non débrochable (type d'appareil principal)	3.128	(Débrochable / non débrochable) =
Catégorie de perte de continuité de service (LSC) LSC2 LSC2A LSC2B LSC1	3.134.1 3.134.1.1 3.134.1.2 3.134.2	
Tension assignée $U_r$ 3,6 kV; 7,2 kV; 12 kV; 17,5 kV; 24 kV; 36 kV, etc.	4.1	
Nombre de phases 1, 2 ou 3		
Niveau d'isolement assigné: Tension de tenue à fréquence industrielle $U_d$ Tension de tenue aux chocs de foudre $U_p$	4.2	(Valeur commune/sur la distance de sectionnement) a) / b) /
Fréquence assignée $f_r$	4.3	
Courant assigné en service continu $I_r$ Arrivée Jeu de barres Départ	4.4	a) b) c)
Courant de courte durée admissible assigné Circuit principal (arrivée/jeu de barres/départ) $I_k$ Circuit de terre $I_{ke}$	4.5 8.106	a) b)
Valeur de crête du courant admissible assigné Circuit principal (arrivée/jeu de barres/départ) $I_p$ Circuit de terre $I_{pe}$	4.6 8.106	a) b)
Durée de court-circuit assigné Circuit principal (arrivée/jeu de barres/départ) $t_k$ Circuit de terre $t_{ke}$	4.7 8.106	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	
Défaut d'arc interne IAC Types d'accessibilité à l'appareillage (pour A, spécifier la ou les faces pour lesquelles elles sont nécessaires) limité au seul personnel autorisé Valeur d'essai de classification en kA et durée en s	3.135 4.101.2  Exemples en 8.104.6  AA.4	O/N  F pour la face avant = L pour les faces latérales = = R pour la face arrière = =

Information	Article/paragraphe de cette norme	Indication des exigences à apporter par l'utilisateur si nécessaire
Tensions d'essai des câbles assignées $U_{ct}$	4.102	c.a et/ou c.c.
Dispositifs de verrouillage et de surveillance basse et haute pressions (Indiquer les exigences, par exemple, verrouillage si indication d'une basse pression etc.)	5.9	
Verrouillages (indiquer les exigences additionnelles à celles de 5.11)	5.11	
Degrés de protection procurés par les enveloppes (si différent de IP2X):  Portes fermées Portes ouvertes	5.13.1	a) b)
Essai de stabilité thermique	6.106	
Essai d'humidité	6.107	
<b>Information complémentaire</b> Par exemple, conditions d'installation		

### 8.106 Caractéristiques assignées des circuits de terre

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

Pour les systèmes autres que ceux à neutre directement mis à la terre, le courant de courte durée maximal du circuit de terre peut en théorie atteindre 87 % du courant de courte durée admissible assigné du circuit principal (court-circuit dans des conditions de défaut biphasé à la terre). Cependant, la probabilité de défauts biphasés à la terre à des emplacements indépendants se produisant totalement par le circuit de terre de l'appareillage est très faible. Par conséquent, cette condition peut ne pas s'appliquer et l'utilisateur peut choisir une valeur réduite de courant de défaut de terre.

### 8.107 Caractéristiques assignées relatives aux essais des câbles

Il convient que les utilisateurs spécifient les valeurs des tensions d'essai des câbles assignées assurant des marges appropriées au-dessus des valeurs réelles des tensions d'essai des câbles censées être appliquées.

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

L'Article 9 de l'IEC 62271-1:2007 n'est pas applicable.

### 9.1 Renseignements dans les appels d'offres et les commandes

Le paragraphe 9.1 de l'IEC 62271-1:2007 n'est pas applicable.

En faisant un appel d'offres ou en passant commande d'une installation d'appareillage sous enveloppe isolante solide, il convient que le demandeur fournisse les renseignements suivants:

#### 1) Caractéristiques propres au réseau:

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

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

Les températures minimale et maximale de l'air ambiant; toute condition divergeant des conditions normales de service ou nuisant au fonctionnement satisfaisant de l'équipement, telle que, par exemple, l'exposition inhabituelle à la vapeur, à l'humidité, aux fumées, aux gaz explosifs, à la poussière excessive ou au sel, au rayonnement thermique, par exemple solaire, 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 composants:

- a) catégorie de protection PA ou PB à fournir par l'enveloppe isolante solide;
- 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) courants de courte durée admissible assignés ( $I_k$ ,  $I_{ke}$ );
- i) durée assignée de court-circuit (si elle est différente de 1 s);
- j) valeur de crête du courant admissible assigné (si différente de  $2,5 I_k$  pour 50 Hz ou  $2,6 I_k$  pour 60 Hz);
- k) tensions d'essai des câbles assignées;
- l) valeurs assignées des composants;
- m) degré de protection procuré par l'enveloppe isolante solide et les cloisons;
- n) schémas des circuits;
- o) désignation des appellations et types (d'accessibilité) des différents compartiments, si exigé;
- p) Le cas échéant, la catégorie de perte de continuité de service (LSC1, LSC2, LSC2A ou LSC2B);
- q) classification IAC, si exigé, avec le courant de défaut d'arc et la durée correspondants, selon le cas.

4) Caractéristiques des dispositifs de manœuvre:

- a) types de dispositifs de manœuvre;
- b) tension assignée d'alimentation (lorsqu'elle existe);
- c) fréquence assignée d'alimentation (lorsqu'elle existe);
- d) pression assignée d'alimentation (lorsqu'elle existe);
- e) exigences spéciales de verrouillage.

En plus de ces renseignements, il convient que le demandeur indique toutes les conditions qui peuvent influencer la soumission ou la commande, telles que, par exemple, les conditions particulières de montage ou d'installation, l'emplacement des connexions externes à haute tension, les règles applicables aux réservoirs de pression, les exigences pour les opérations d'essais des câbles, le traitement des gaz d'échappement, les dimensions spécifiques.

Il convient d'indiquer si des essais de type spéciaux sont exigés.

## 9.2 Renseignements pour les soumissions

Le paragraphe 9.2 de l'IEC 62271-1:2007 n'est pas applicable.

Il convient que les renseignements suivants soient donnés par le constructeur, le cas échéant, avec les notices descriptives et les plans.



- 1) Valeurs et caractéristiques assignées telles qu'énumérées au point 3 de 9.1.
- 2) Sur demande, certificats ou rapports d'essais 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;
  - g) faces classifiées;
  - h) renseignements concernant l'installation, le fonctionnement et la maintenance;
  - i) type du système de pression de gaz ou du système de pression de liquide;
  - 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, tels qu'énumérés au point 4 de 9.1;
  - b) courant ou puissance nécessaire pour la manœuvre;
  - c) durées de manœuvre;
- 5) Liste des pièces détachées recommandées qu'il convient que l'utilisateur se procure.

## **10 Transport, stockage, installation, manœuvre et maintenance**

L'Article 10 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

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

Le paragraphe 10.1 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

### **10.2 Installation**

Le paragraphe 10.2 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable avec le complément suivant au paragraphe 10.2.3.

#### **10.2.3 Montage**

Dans le cas d'un appareillage classifié IAC, il convient également de fournir les instructions pour des conditions d'installation procurant une bonne protection en cas d'arc interne. Il convient d'apprécier les dangers liés à une installation donnée en fonction des conditions d'installation de l'échantillon d'essai au cours de l'essai d'arc interne (se reporter au 6.105). Toutefois, 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**

Le paragraphe 10.3 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

### **10.4 Maintenance**

Le paragraphe 10.4 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable avec le complément suivant:

Si, pour certaines opérations de maintenance, des cloisonnements insérés temporairement sont nécessaires pour empêcher un contact accidentel avec les parties sous tension, alors

- le constructeur doit proposer de fournir les cloisons nécessaires ou leur conception;
- le constructeur doit fournir des renseignements sur les procédures de maintenance et sur l'utilisation des cloisons;
- lorsque les cloisons sont mises en place selon les instructions du constructeur, les exigences de degré de protection IP2X (selon l'IEC 60529) doivent être satisfaites;
- ces cloisons doivent satisfaire à l'exigence de 5.103.3;
- ces cloisons et leurs supports doivent avoir une résistance mécanique suffisante pour éviter le contact accidentel avec des parties sous tension.

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, il convient que le circuit de terre soit examiné à la recherche d'éventuels dommages et remplacé en tout ou partie si nécessaire.

## 11 Sécurité

L'Article 11 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable, avec le complément suivant:

*Paragraphes complémentaires:*

### 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 peut être ouvert que lorsque la partie du circuit principal présente dans le compartiment rendu accessible est hors tension et mise 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 (par exemple, EN 50187 – se reporter à [14] de la Bibliographie).

### 11.102 Aspects liés à un arc dû à un défaut interne

En ce qui concerne la protection des personnes, la performance correcte de l'appareillage sous enveloppe isolante solide dans le cas d'un arc interne n'est pas seulement une question de conception de l'équipement lui-même, mais également de conditions d'installation et des procédures d'utilisation, par exemple, voir 8.104.

L'arc dû à un défaut interne dans l'appareillage sous enveloppe isolante solide peut causer une surpression dans le local électrique. Un tel effet n'est pas couvert par le domaine d'application de la présente norme, mais il convient qu'il soit pris en considération lors de la conception de l'installation.

## 12 Influence du produit sur l'environnement

L'Article 12 de l'IEC 62271-1:2007 est applicable.

## **Annexe AA** (normative)

### **Défaut d'arc interne – Méthode de vérification de la classification arc interne (IAC)**

#### **AA.1 Local d'essai**

Le local doit être représenté par un sol, le plafond et deux murs perpendiculaires l'un à l'autre. Le cas échéant, des caniveaux de câbles et/ou des conduits d'échappement simulés doivent également être construits.

NOTE 1 Les dimensions du dispositif de simulation du local établissent la condition d'essai définie; cependant, les conditions d'installation réelles sont généralement différentes, se reporter au 10.2.

#### **Plafond:**

L'essai doit être réalisé avec la hauteur de plafond spécifiée par le constructeur.

La hauteur de plafond est toujours indiquée à partir du plancher ou du niveau du faux plancher où est installé réellement l'appareillage. Il s'agit également du niveau où les supports des indicateurs sont placés lors de l'essai IAC, se reporter à la Figure AA.5.

Cependant, le plafond doit être placé au minimum:

- à une distance non inférieure à 200 mm ( $\pm 50$  mm) au-dessus de la hauteur de l'échantillon d'essai, et
- à une distance de 2 000 mm ( $\pm 50$  mm) par rapport au plancher ou au faux plancher, si la hauteur de l'échantillon d'essai est inférieure à 1 800 mm.

La hauteur de l'échantillon d'essai est déterminée par sa partie la plus haute ayant une incidence sur le débit gazeux, y compris les clapets de détente dans leur position d'ouverture la plus élevée par conception et construction. Les clapets de détente ne doivent pas frapper le plafond à l'ouverture.

Les résultats de l'essai réalisé dans ces conditions sont valides pour toutes les distances entre l'échantillon d'essai et le plafond plus importantes que celles soumises à essai.

EXEMPLE Un essai réalisé à une distance entre l'échantillon d'essai et le plafond de 600 mm est valide pour cette valeur et toutes les distances supérieures.

Si le constructeur spécifie une distance entre le plafond et la hauteur de l'échantillon d'essai comprise entre 0 mm et 200 mm, les résultats d'essai ne sont valides que pour cette distance de plafond, et cette distance peut être déclarée comme admissible pour les instructions d'installation.

#### **Mur latéral:**

Le mur latéral doit être placé à 100 mm  $\pm$  30 mm de la face latérale gauche ou droite de l'échantillon d'essai. Une distance plus faible peut être choisie sous réserve qu'il puisse être démontré que toute déformation permanente de la face latérale de l'échantillon d'essai n'interfère pas avec le mur ou n'est pas limitée par lui.

Les résultats de l'essai réalisé dans ces conditions sont valides pour toutes les distances entre l'échantillon d'essai et le mur latéral plus importantes que celles soumises à essai, à condition que les gaz ne soient pas dirigés vers les murs.

### **Mur arrière:**

L'échantillon d'essai doit être placé à une distance du mur arrière en fonction de l'accessibilité de la face arrière de l'appareillage. Les échantillons d'essai constitués d'unités fonctionnelles ayant différentes profondeurs, doivent être placés aux distances requises de l'unité présentant la profondeur la plus importante.

Dans tous les cas, la distance entre le mur arrière et l'appareillage est mesurée à partir de la surface de l'enveloppe, en ignorant les éléments faisant saillie non prévus pour avoir une incidence sur l'évacuation des gaz chauds (par exemple poignées).

### **Face arrière non accessible:**

Sauf si le constructeur indique une distance d'isolement minimale vis-à-vis du mur plus importante, le mur doit être placé à une distance d'isolement de la face arrière de l'échantillon d'essai de  $100 \text{ mm} \pm 30 \text{ mm}$ . Une distance d'isolement plus faible peut être utilisée à condition qu'il puisse être démontré que toute déformation permanente de la face arrière de l'échantillon d'essai n'est pas influencée ou limitée par le mur.

Cette installation d'essai est considérée comme valable pour une installation plus proche du mur que l'installation d'essai, sous réserve de remplir deux conditions supplémentaires (se reporter au 6.105.5, 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 d'isolement entre le mur et la face arrière doit être réalisé. Toutefois, la validité d'un tel essai ne doit pas être étendue à d'autres conditions d'installation.

Lorsque l'essai est réalisé avec une distance d'isolement plus importante vis-à-vis du mur arrière, comme indiqué par le constructeur, cette distance d'isolement doit être déclarée comme la distance minimale admissible dans les instructions d'installation. Les instructions doivent également comporter des conseils sur l'obligation d'adopter des mesures empêchant des personnes d'accéder à cette zone.

### **Face arrière accessible:**

Le mur arrière doit laisser une distance d'isolement standard de  $800 \text{ mm} \left( \begin{smallmatrix} +100 \\ 0 \end{smallmatrix} \text{ mm} \right)$  par rapport à la face arrière de l'échantillon d'essai.

L'essai est également valide pour la face arrière non accessible avec une distance au mur de 300 mm et plus.

Lorsque l'essai est réalisé avec une distance d'isolement plus importante vis-à-vis du mur arrière, comme indiqué par le constructeur, cette distance d'isolement peut être déclarée comme la distance minimale 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, sont à utiliser pour évacuer les gaz produits durant l'arc 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  $2\,000 \text{ mm} (\pm 50 \text{ mm})$  de distance de l'appareillage en essai.

Pour les essais réalisés avec un conduit d'échappement, la hauteur de plafond absolue n'est pas significative. Si le conduit d'échappement est installé sur le dessus de l'échantillon, une distance minimale entre l'échantillon d'essai et le plafond de 100 mm doit être assurée pour vérifier les déformations permanentes du conduit d'échappement. Si cet essai est réalisé pour la face arrière accessible, l'installation d'essai est considérée comme valide pour une installation avec face arrière non accessible à toute distance du mur, si deux conditions supplémentaires sont remplies, se reporter au 6.105.5, Critère n° 1.

NOTE 2 Les possibles effets des gaz chauds à l'extrémité et autour du conduit d'échappement au-delà des indicateurs, ne sont pas couverts par les essais de la présente norme.

## **AA.2 Indicateurs (pour évaluer l'effet thermique des gaz)**

### **AA.2.1 Généralités**

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

De la cretonne noire (tissu de coton d'environ 150 g/m<sup>2</sup>) ou de la doublure de coton noire (environ 40 g/m<sup>2</sup>) doit être utilisée pour les indicateurs, en fonction de la classe d'accessibilité.

On doit veiller à ce qu'un indicateur vertical ne puisse pas en enflammer un autre. Cela est obtenu en les plaçant dans un cadre de montage en tôle d'acier, avec une profondeur de  $2 \times 30 \pm 0_3$  mm, se reporter à la Figure AA.1.

Pour les indicateurs horizontaux, on doit éviter que des particules incandescentes ne s'accumulent. Cela peut être obtenu en montant les indicateurs sans cadre, se reporter à la Figure AA.2.

Les dimensions des indicateurs doivent être de 150 mm × 150 mm ( $+15_0$  mm).

### **AA.2.2 Disposition des indicateurs**

Les indicateurs doivent être placés sur toutes les faces classifiées, sur un support de montage, à des distances définies pour le type d'accessibilité A.

La longueur du support de montage doit être supérieure à celle de l'échantillon d'essai pour prendre en compte la possibilité d'éjection de gaz chauds à des angles jusqu'à 45° par rapport à la surface en essai. Cela signifie que les cadres de montage sur chaque face – le cas échéant – doivent être au moins de 300 mm sous réserve que la position des murs dans l'installation de simulation du local n'empêche pas la mise en place des indicateurs.

La distance des indicateurs installés verticalement à l'appareillage est mesurée de la surface de l'enveloppe, en ignorant les éléments faisant saillie non prévus pour avoir une incidence sur l'évacuation des gaz chauds (par exemple, les poignées). Si la surface de l'appareillage n'est pas régulière, il convient que les indicateurs soient placés de manière à simuler de façon aussi réaliste que possible la position qu'une personne peut généralement adopter en face de l'équipement, à la distance indiquée ci-dessus, selon le type d'accessibilité A (personnel autorisé).

De la cretonne noire (tissu de coton d'environ 150 g/m<sup>2</sup>) doit être utilisée pour les indicateurs.

Les indicateurs doivent être installés verticalement pour toutes les faces classifiées de l'appareillage sous enveloppe isolante solide, jusqu'à une hauteur de 2 000 mm ( $\pm 50$  mm), régulièrement répartis, organisés en damier couvrant 40 % à 50 % de la surface (se reporter aux Figures AA.3 et AA.4).

La distance des indicateurs à l'appareillage doit être de 300 mm ( $\pm 15$  mm).

Des indicateurs doivent également être installés horizontalement à une hauteur de 2 000 mm ( $\pm 50$  mm) au-dessus du sol comme indiqué dans les Figures AA.3 et AA.4, de façon à couvrir toute la surface entre 300 mm ( $\pm 30$  mm) et 800 mm ( $\pm 30$  mm) de l'appareillage sous enveloppe isolante solide. Lorsque le plafond est placé à une hauteur de 2 000 mm ( $\pm 50$  mm) au-dessus du sol (se reporter à AA.1), aucun indicateur horizontal n'est nécessaire. Les indicateurs doivent être régulièrement répartis, organisés en damier couvrant 40 % à 50 % de la surface (se reporter aux Figures AA.3 et AA.4).

Conditions spéciales d'accessibilité:

Lorsque l'utilisation normale nécessite de se tenir debout ou de marcher sur l'équipement, des indicateurs horizontaux doivent être placés au-dessus de la surface accessible supérieure, quelle que soit la hauteur de l'appareillage;

de la doublure de coton noire (environ 40 g/m<sup>2</sup>) doit être utilisée pour les indicateurs.

NOTE De la cretonne noire (tissu de coton d'environ 150 g/m<sup>2</sup>) est considérée représentative de tissus de vêtements de travailleur, alors que de la doublure de coton (environ 40 g/m<sup>2</sup>) est considérée représentative de vêtements légers d'été du public.

### AA.3 Tolérances pour les dimensions géométriques des montages d'essai

Résumé des tolérances pour les dimensions géométriques des montages d'essai, telles que notées dans le texte (les valeurs données entre parenthèses dans celui-ci correspondent aux tolérances applicables uniquement au montage d'essai réel et n'étendent pas les valeurs requises):

Distance entre échantillon d'essai et plafond:	$\pm 50$ mm
Distance entre échantillon d'essai et mur latéral:	$\pm 30$ mm
Distance entre échantillon d'essai et mur arrière (non accessible):	$\pm 30$ mm
Distance entre échantillon d'essai et mur arrière (accessible):	0/+100 mm
Dimensions des indicateurs:	0/+15 mm
Profondeur du cadre en acier des indicateurs:	-3/0 mm
Hauteur des indicateurs	$\pm 50$ mm
Distance entre échantillon d'essai et indicateurs pour le type d'accessibilité A	$\pm 30$ mm

### AA.4 Paramètres d'essai

#### AA.4.1 Généralités

Un essai réalisé 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.

Un niveau de courant plus faible peut influencer le comportement des limiteurs de pression et la performance de perforation. Pour un niveau de courant de court-circuit plus faible que celui soumis à essai, il convient d'interpréter les résultats avec prudence.

#### AA.4.2 Tension

L'essai doit être réalisé à toute tension appropriée jusqu'à et y compris la tension assignée  $U_r$ . Si une tension plus faible que la tension  $U_r$  est choisie, les conditions suivantes doivent être remplies:

- la valeur de courant moyenne efficace pendant l'essai, telle que calculée par un enregistreur numérique, satisfait aux exigences sur le courant de AA.4.3.1;

- b) l'arc ne s'éteint pas prématurément dans aucune des phases où il a été amorcé. L'extinction monophasée temporaire est admise tant que la durée cumulée des intervalles sans courant ne dépasse pas 2 % de la durée d'essai et que les perturbations isolées ne durent pas plus longtemps que jusqu'au passage par zéro suivant du courant présumé, à condition que l'intégrale de la composante alternative du courant soit au moins égale à la valeur spécifiée en AA.4.3.1 pour la phase considérée.

### **AA.4.3 Courant**

#### **AA.4.3.1 Composante alternative**

Le courant d'essai doit être égal au courant de défaut d'arc assigné ( $I_A$  ou  $I_{Ae}$ ) avec une tolérance de  $\pm 5$  %. Si la tension appliquée est égale à la tension  $U_r$ , cette tolérance s'applique uniquement au courant présumé.

Il convient que le courant reste constant. Si l'installation d'essai ne peut pas satisfaire à cette condition, la durée d'essai doit être prolongée jusqu'au moment où l'intégrale de la composante alternative du courant ( $I \times t$ ) 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.

NOTE Des informations sur la relation qui existe entre le mode de mise à la terre du neutre et le courant de défaut d'arc monophasé phase-terre sont fournies au 8.104.6.

#### **AA.4.3.2 Valeur de crête du courant**

Le moment de la fermeture doit être choisi de telle façon que la valeur de crête du courant parcoure une des phases extrêmes et qu'une grande boucle de courant soit simultanément présente dans l'autre phase extrême.

Si la tension appliquée est égale à la tension  $U_r$ , la valeur de crête du courant présumé doit être égale à 2,5 fois (pour les fréquences jusqu'à 50 Hz) ou à 2,6 fois (pour 60 Hz), la valeur efficace de la composante alternative définie en AA.4.3.1 avec une tolérance de  $+5_0$  %.

Si la tension est inférieure à la tension  $U_r$ , la valeur de crête du courant présumé n'est pas appropriée, mais la valeur de crête du courant de court-circuit pour l'appareillage sous enveloppe isolante solide en essai ne doit pas être inférieure à 90 % de la valeur de crête assignée.

Pour des valeurs de constante en courant continu plus importantes que la valeur normalisée définie de 45 ms du réseau d'alimentation, il convient d'utiliser une valeur uniforme 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 la fermeture doit être choisi de façon à fournir la composante continue maximale possible.

#### **AA.4.4 Fréquence**

Pour une fréquence assignée de 50 Hz ou 60 Hz, la fréquence au début de l'essai doit se situer entre 48 Hz et 62 Hz. Pour d'autres fréquences, elle ne doit pas s'écarter de la valeur assignée de plus de  $\pm 10$  %.

## **AA.5 Procédure d'essai**

### **AA.5.1 Circuit d'alimentation**

#### **AA.5.1.1 Essais en triphasé**

Le circuit d'alimentation doit être triphasé et les trois phases de l'appareillage doivent être mises sous tension. 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 maximal soit inférieur à 100 A. De cette manière, l'essai couvre tous les cas de mise à la terre du neutre.

#### **AA.5.1.2 Essais en monophasé**

Une borne du circuit d'alimentation doit être reliée au point de mise à la terre fourni sur l'appareillage, l'autre à la phase en essai.

Les deux phases restantes de l'échantillon d'essai doivent être mises sous tension à la tension  $U_r$ , sauf s'il est improbable qu'une influence mutuelle se produise entre les phases.

Si l'une des phases restantes s'amorce, l'essai doit être répété comme un essai en triphasé.

#### **AA.5.1.3 Montages d'alimentation**

Le sens d'alimentation doit être comme suit:

- pour un compartiment connexions: 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 ou à travers une unité d'alimentation appropriée, à partir de l'extrémité opposée de l'appareillage;

Dans le cas de conceptions non symétriques d'un compartiment jeu de barres, les conditions d'amorçage de l'arc interne les plus sévères doivent être considérées 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 ensemble 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.

### **AA.5.2 Amorçage de l'arc**

#### **AA.5.2.1 Généralités**

L'arc doit être amorcé entre toutes les phases en essai par un fil métallique d'environ 0,5 mm de diamètre ou, dans le cas d'un courant de défaut d'arc monophasé phase-terre, entre une phase et la terre.

Le point d'amorçage doit être situé au point le plus éloigné de l'alimentation, en aval sur le trajet du courant de l'alimentation, à l'intérieur du compartiment en essai. Si le circuit principal du compartiment en essai comprend des dispositifs de limitation de courant (par exemple, des fusibles), le point d'amorçage doit être choisi en amont du dispositif de limitation.

Le nombre de phases à soumettre à essai, les dispositions des connexions et l'action à entreprendre si d'autres phases sont affectées, doivent être conformes au Tableau AA.1, selon la construction du compartiment en essai.



Si une valeur de  $I_{Ae}$  est assignée à l'appareillage, au moins un compartiment doit être soumis à l'essai en monophasé phase-terre. Si cette valeur est supérieure à 87 % de  $I_A$  tous les essais en biphasé doivent utiliser la valeur de  $I_{Ae}$  pour le courant d'essai.

Dans le cas d'un amorçage en monophasé phase-terre, l'arc doit être amorcé entre la phase intermédiaire et la terre la plus proche.

#### **AA.5.2.2 Compartiments avec parties actives enrobées de matériau isolant solide**

Dans les compartiments où les parties actives sont couvertes par un isolant solide, l'arc doit être amorcé aux endroits suivants:

- a) à des fentes ou des surfaces de joint entre l'isolant de parties enrobées de matériau isolant solide;
- b) par perforation à des joints isolants solides confectionnés sur le site lorsque des parties isolantes solides préfabriquées ne sont pas utilisées;
- c) lorsque a) et b) ne sont pas applicables, par perforation ou retrait partiel du matériau isolant solide des conducteurs.

#### **AA.5.2.3 Compartiments connexions**

##### **AA.5.2.3.1 Compartiments câbles avec prises embrochables à isolation solide**

Pour les prises embrochables à cône extérieur, la ou les phases à amorcer doivent être équipées de cosses sans isolation solide.

Pour les prises à cône intérieur, l'amorçage doit être réalisé par perforation ou retrait partiel de leur isolation solide juste sous la ou les prises des câbles de la ou des phases à amorcer.

La ou les autres phases doivent être équipées 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 crucial.

##### **AA.5.2.3.2 Compartiments avec prises à isolation solide constituée sur site**

Pour les compartiments connexions dont les connexions sont réalisées avec des prises à isolation solide constituée sur site, la ou les phases à amorcer doivent être équipées de cosses sans isolation solide.

##### **AA.5.2.3.3 Compartiments sans prises embrochables ou à isolation solide constituée sur site**

Les connexions de câble sans prises embrochables ou à isolation solide constituée sur site doivent être soumises à essai sans les câbles. L'amorçage doit être réalisé en triphasé.

Les cosses doivent être installées comme dans la pratique.

##### **AA.5.2.4 Compartiments monophasés sans aucune partie métallique mise à la terre**

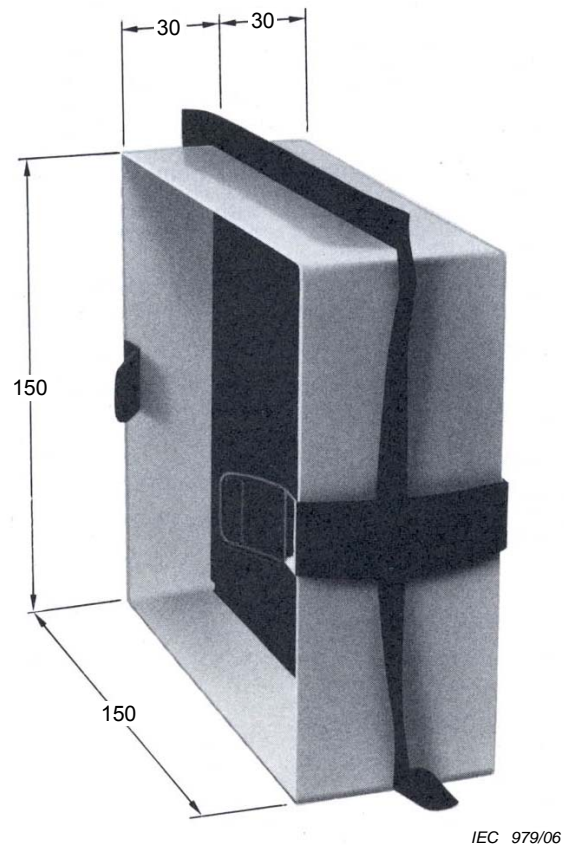
Pour les compartiments monophasés sans aucune partie métallique mise à la terre, un trajet doit être créé dans l'isolation jusqu'à la partie métallique mise à la terre la plus proche.

EN 62271-201:2014

– 84 –

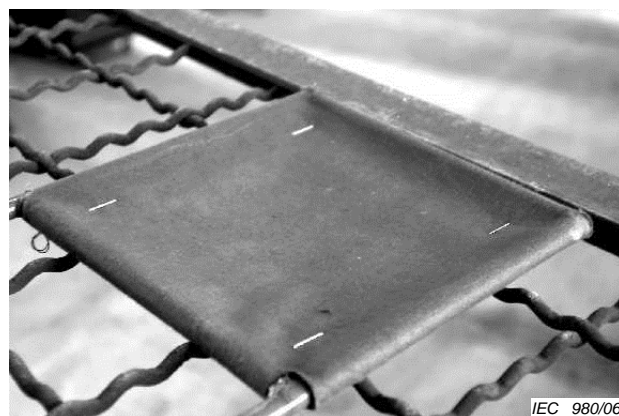
**Tableau AA.1 – Paramètres de l'essai de défaut d'arc interne  
 en fonction de la construction du compartiment**

		Courant d'essai	Nombre de phases / terres pour l'amorçage d'arc	Action si une autre phase est affectée
Compartiments triphasés, autres que les compartiments connexions:	avec conducteurs nus	$I_A$	Trois	N/A
	conducteurs avec isolation solide constituée sur site	$I_A$	Trois	N/A
	conducteurs avec isolation solide non constituée sur site	87 % $I_A$	Deux	Répéter comme essai en triphasé
		$I_{Ae}$	Une phase et terre	
Compartiments monophasés:		$I_{Ae}$	Une phase et terre.	Répéter comme essai en triphasé
Compartiments connexions:	Connexions non isolées ou avec isolation solide constituée sur site	$I_A$	Trois	N/A
	Connexions utilisant des prises à cône extérieur (blindées ou non)	87 % $I_A$	Deux	Répéter comme essai en triphasé
		$I_{Ae}$	Une phase et terre	
	Connexions utilisant des prises à cône intérieur	87 % $I_A$	Deux	Répéter comme essai en triphasé
		$I_{Ae}$	Une phase et terre	

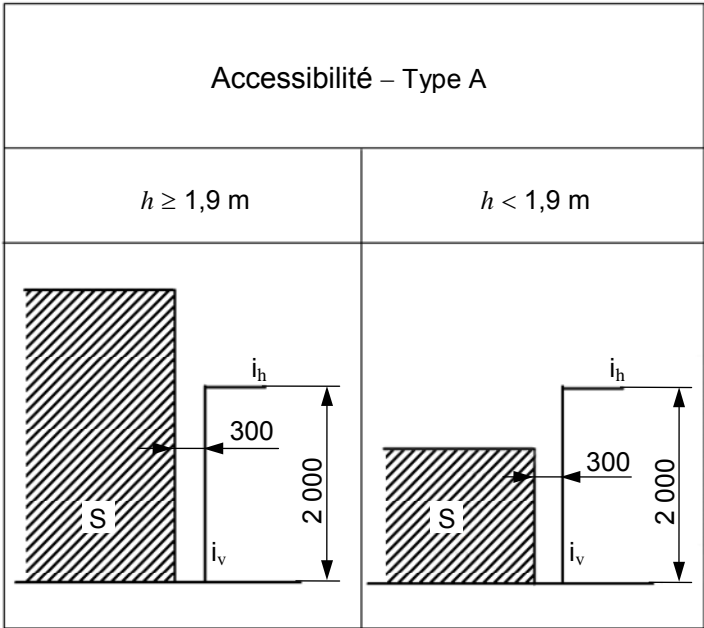


*Dimensions en millimètres*

**Figure AA.1 – Cadre de montage pour les indicateurs verticaux**



**Figure AA.2 – Indicateur horizontal**



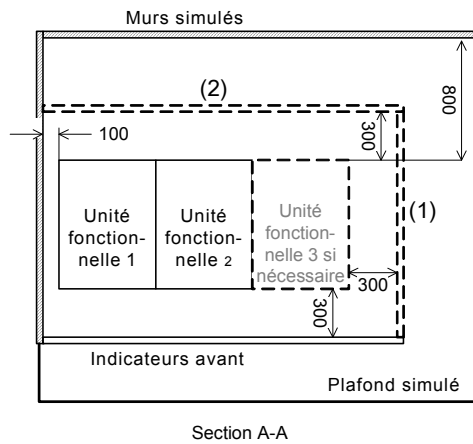
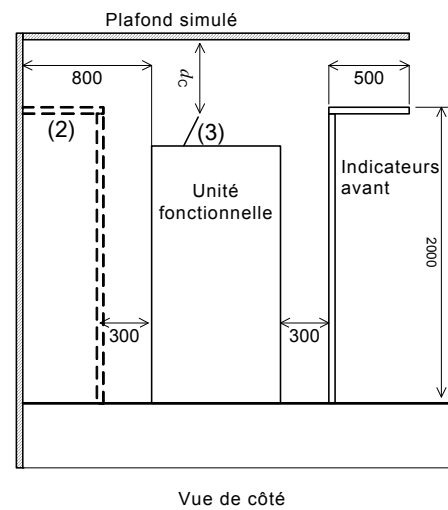
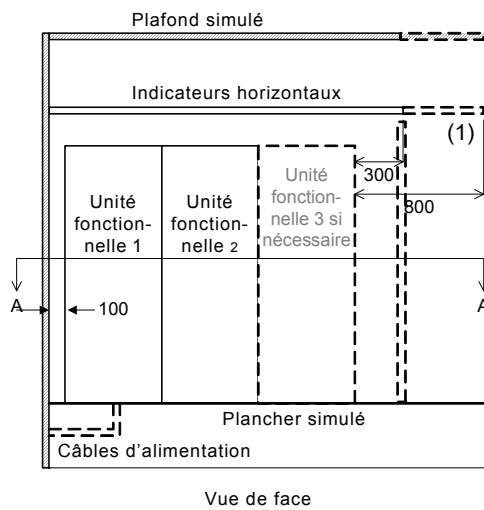
IEC 0932/14

Dimensions en millimètres  
sauf indication contraire

**Légende**

- S    appareillage
- $h$     hauteur de l'appareillage
- $i_h$     indicateurs horizontaux
- $i_v$     indicateurs verticaux

**Figure AA.3 – Position des indicateurs**



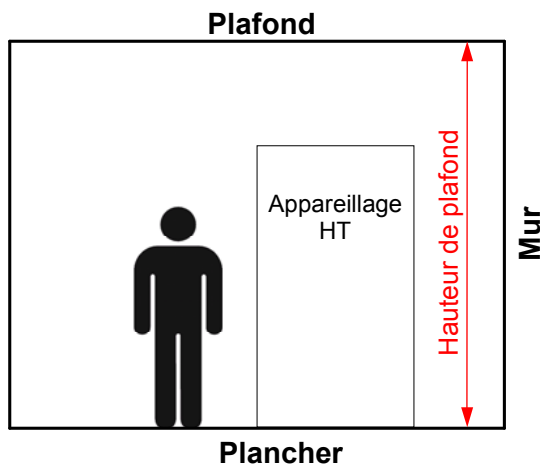
#### Légende

- (1) indicateurs pour face latérale classifiée
- (2) indicateurs pour face arrière classifiée
- (3) clapet de détente ouvert
- $d_c$  distance au plafond

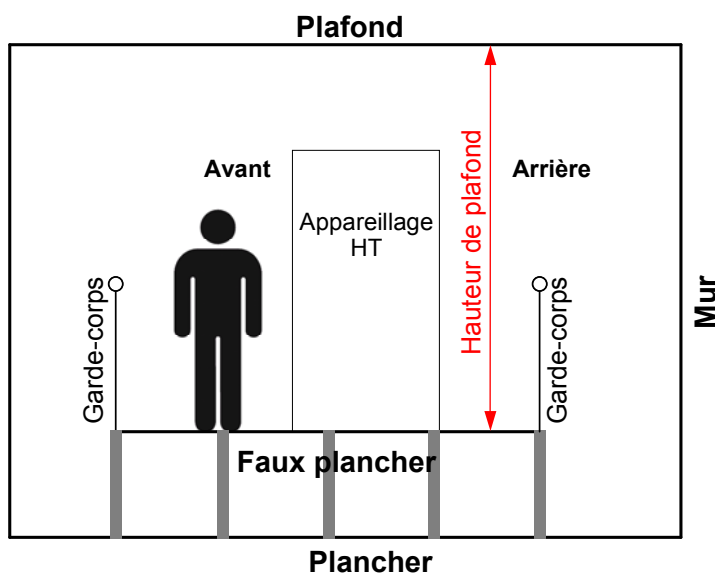
Dimensions en mm

IEC 0933/14

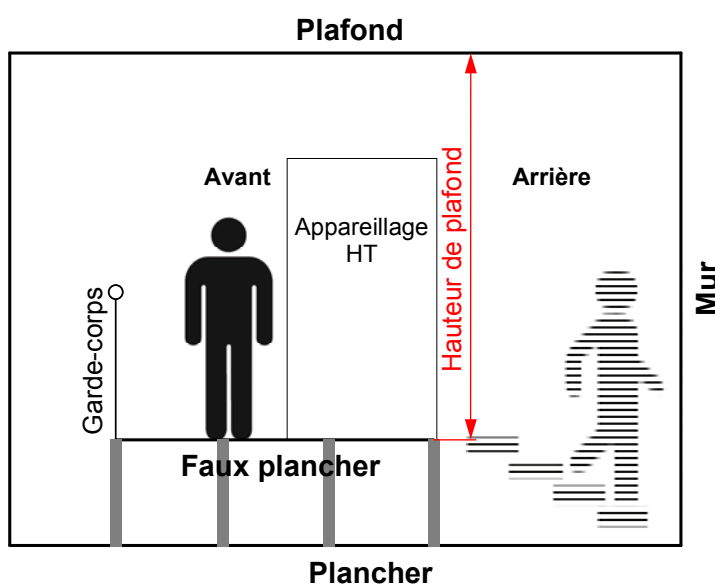
**Figure AA.4 – Simulation du local et position des indicateurs pour le type d'accessibilité A, face arrière classifiée, unité fonctionnelle de toute hauteur**



a) Ensemble d'appareillage posé sur le plancher



b) Ensemble d'appareillage posé sur le faux plancher



c) ensemble d'appareillage posé sur le faux plancher, niveaux du plancher différents sur la face avant et la face arrière

IEC 0934/14

**Figure AA.5 – Hauteur de plafond indiquée à partir du plancher ou du niveau du faux plancher où est installé réellement l'appareillage**

## **Annexe BB** (normative)

### **Mesurage des décharges partielles**

#### **BB.1 Généralités**

Le mesurage 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 rigidité diélectrique du matériau isolant, en particulier des isolants solides et des compartiments à remplissage de fluide.

Par ailleurs, il n'est pas encore possible d'établir une relation fiable entre les résultats des mesurages de décharges partielles et l'espérance de vie de l'équipement, en raison de la complexité des systèmes d'isolation utilisés dans l'appareillage sous enveloppe isolante solide.

#### **BB.2 Application**

Le mesurage des décharges partielles est en général approprié pour l'appareillage sous enveloppe isolante solide.

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 objets en essai sur ensembles complets sont préférables. Dans le cas d'un appareillage intégré, en particulier lorsque les différentes parties actives et les connexions sont enrobées d'un isolant solide, les essais sont nécessairement effectués sur un ensemble complet.

NOTE 2 Dans le cas de conceptions constituées de combinaisons de composants conventionnels (par exemple, transformateurs de mesure, traversées) pouvant être soumises à essai séparément conformément aux normes les concernant, le but de cet essai de décharges partielles est de contrôler l'assemblage des composants dans l'ensemble.

Cet essai peut être effectué sur des ensembles ou des sous-ensembles. Il convient de veiller à ce que des décharges partielles externes ne perturbent pas les mesurages. Pour éviter ces décharges partielles externes, un blindage ou des électrodes de répartition peuvent être appliqués.

#### **BB.3 Circuits d'essai et instruments de mesure**

Les essais de décharges partielles doivent être conformes à l'IEC 60270.

NOTE L'intensité des décharges partielles est la charge apparente qui est généralement exprimée en picocoulombs (pC).

L'appareillage triphasé est soumis à l'essai soit sur un circuit d'essai monophasé, soit sur un circuit d'essai triphasé (se reporter au Tableau BB.1).

##### **a) Circuit d'essai monophasé**

###### **Méthode A:**

À 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 installations d'essai doivent être utilisées.

Premièrement, les mesurages doivent être effectués à une tension d'essai égale à  $1,1 U_r$ . 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 permis d'isoler ou d'éloigner toutes les parties métalliques mises à la terre en service normal. De même, toute couche conductrice qui est normalement mise à la terre en service, peut être isolée de la terre pour cet essai.

Un mesurage supplémentaire doit être effectué à une tension d'essai réduite égale à  $1,1 U_r / \sqrt{3}$ , au cours duquel 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'essai convenables, les essais de décharges partielles peuvent être effectués en triphasé.

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

Pour étalonner le détecteur sur une position de mesurage 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 mis à la terre, un essai supplémentaire doit être réalisé (en tant qu'essai de type uniquement). Pour cet essai, chaque phase de l'objet en essai et la phase correspondante de la source de tension doivent être mises à la terre successivement, se reporter à la Figure BB.2.

**BB.4 Procédure d'essai**

On élève la tension d'essai appliquée à une valeur de précontrainte d'au moins  $1,3 U_r$  ou  $1,3 U_r / \sqrt{3}$  suivant le circuit d'essai (se reporter au Tableau BB.1) et on la maintient à cette valeur pendant au moins 10 s.

Les décharges partielles apparaissant durant cette période ne doivent pas être prises en considération. 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 (se reporter au Tableau BB.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.

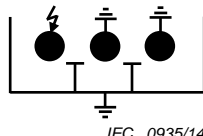
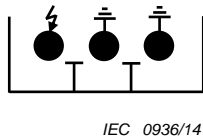
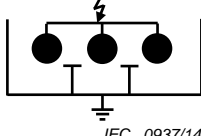
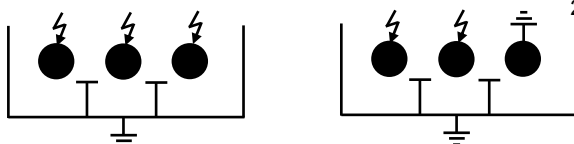
Autant que le permet le niveau du bruit de fond réel, il convient de noter les valeurs des tensions d'apparition et d'extinction des décharges partielles, comme information supplémentaire.

En général, il convient de réaliser les essais sur des ensembles ou des sous-ensembles 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, il convient d'effectuer des mesurages complémentaires de décharges partielles avec le sectionneur en position d'ouverture.



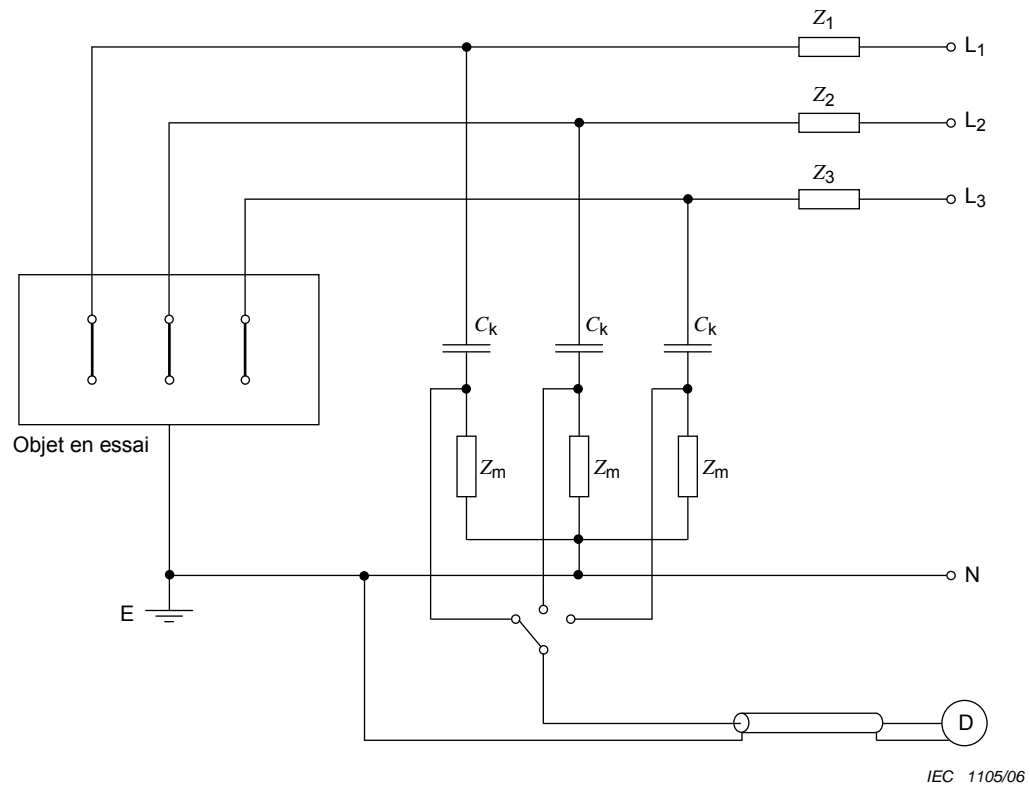
Pour les équipements à remplissage de fluide, les essais doivent être réalisés au niveau minimal de fonctionnement, ou au niveau assigné de remplissage, selon celui qui est le plus défavorable. Pour les essais individuels de série, le niveau assigné de remplissage doit être appliqué.

**Tableau BB.1 – Circuits et méthodes d'essai**

	Essai monophasé		
	Méthode A	Méthode B	
Source de tension connectée à	Chaque phase successivement	Chaque phase successivement	Trois phases simultanément
Éléments connectés à la terre	Deux autres phases et toutes les parties mises à la terre en service	Deux autres phases	Toutes les parties mises à la terre en service
Tension minimale de précontrainte	1,3 $U_r$	1,3 $U_r$	1,3 $U_r/\sqrt{3}$
Tension d'essai	1,1 $U_r$	1,1 $U_r$	1,1 $U_r/\sqrt{3}$
Schéma de base	 IEC 0935/14	 IEC 0936/14	 IEC 0937/14
	Essai triphasé		
Source de tension connectée à	Trois phases (Figures BB.1 et BB.2)		
Éléments connectés à la terre	Toutes les parties mises à la terre en service		
Tension minimale de précontrainte	1,3 $U_r$ <sup>1</sup>		
Tension d'essai	1,1 $U_r$ <sup>1</sup>		
Schéma de base			
	 IEC 0938/14		
<sup>1</sup> Tension entre phases			
<sup>2</sup> Essai complémentaire dans le cas d'un réseau avec neutre non directement mis à la terre (pour les essais de type seulement).			

EN 62271-201:2014

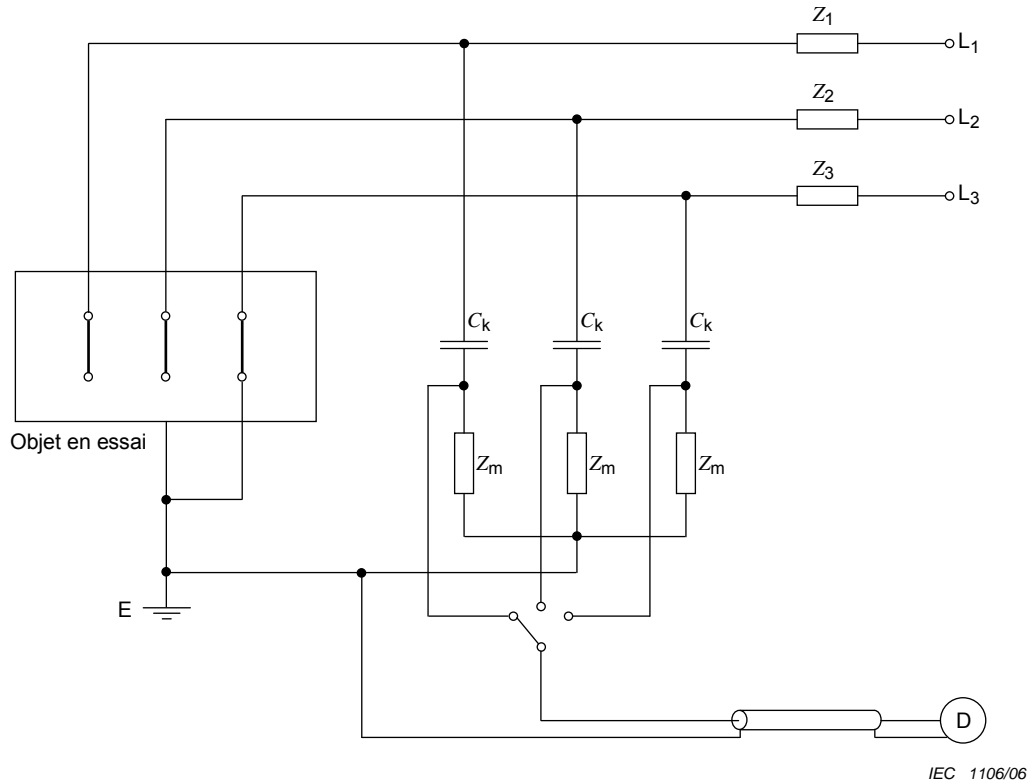
– 92 –



### Légende

N	Connexion du neutre
E	Connexion de masse
$L_1, L_2, L_3$	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 BB.1 – Circuit d'essai de décharges partielles (montage triphasé)**



### Légende

E	Connexion de masse
$L_1, L_2, L_3$	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 BB.2 – Circuit d'essai de décharges partielles  
 (système sans mise à la terre du neutre)**

EN 62271-201:2014

– 94 –

## **Annexe CC** (informative)

### **Divergences régionales**

5.104 Dans certains pays, les réglementations imposent que la distance de sectionnement soit visible.

## **Annexe DD** (normative)

### **Essai d'humidité**

#### **DD.1 Généralités**

L'objet de l'essai d'humidité est de prouver que l'appareillage sous enveloppe isolante solide est sûr lorsqu'il est touché sur la surface accessible de l'enveloppe isolante solide, non seulement à sec, mais aussi avec de la condensation et de la pollution légère.

Dans des conditions normales de service, l'air ambiant n'est pas pollué matériellement. Cette indication n'exclut pas, cependant, la possibilité d'un certain degré de pollution apparaissant au cours du temps, en fonction de la fréquence et de la qualité du nettoyage et de la remise en état des surfaces isolantes solides.

Cet essai d'humidité ne couvre pas les exigences de sécurité relatives à d'autres facteurs d'influence, bien que la philosophie de cet essai puisse servir de base pour un essai de vieillissement en rapport avec la fiabilité en général.

L'appareillage sous enveloppe isolante solide est exposé à un certain nombre de cycles d'humidité et de température identiques dans une chambre d'essai, dans laquelle l'humidité est produite par du brouillard formé à partir d'eau conductrice. Au cours de cet essai, une tension alternative à fréquence industrielle est appliquée de manière continue à l'objet en essai.

#### **DD.2 Procédure d'essai et conditions d'essai**

##### **DD.2.1 Cycle d'essai et durée de ce cycle**

Il convient de choisir le cycle d'essai de telle sorte que toutes les surfaces de l'objet en essai soient mouillées pendant environ la moitié de sa durée et sèches pendant l'autre moitié. Afin d'obtenir ce résultat, le cycle d'essai se compose d'une période avec une température basse de l'air ( $T_{\min}$ ) et d'une période avec une température élevée de l'air ( $T_{\max}$ ) à l'intérieur de la chambre d'essai. Les deux périodes doivent avoir la même durée et la génération de brouillard doit être maintenue pendant la première moitié du cycle d'essai. La variation de température entre les deux périodes doit être de  $(10 \pm 2)$  K. La valeur de la température basse de l'air ( $T_{\min}$ ) doit être approximativement égale à la température de l'air ambiant à l'extérieur de la chambre d'essai (voir Figure DD.1).

Le début de la génération de brouillard ( $t_0$ ) coïncide en principe avec le début de la période de température basse de l'air. Cependant, pour mouiller les surfaces verticales des matériaux avec une constante de temps thermique élevée, il peut être nécessaire de commencer la génération de brouillard plus tard, pendant la période de température basse de l'air.

La durée du cycle d'essai dépend des caractéristiques thermiques de l'appareillage sous enveloppe isolante solide, et doit être suffisamment longue, à la fois aux températures basses et élevées, pour provoquer le mouillage ou le séchage de toutes les surfaces isolantes solides.

Des cycles préliminaires doivent être effectués avec l'objet en essai placé dans la chambre d'essai afin d'observer et de vérifier ces conditions.

La température et l'humidité relative de l'air dans la chambre d'essai doivent être mesurées au voisinage immédiat de l'enveloppe isolante solide et doivent être enregistrées pendant toute la durée de l'essai.

NOTE Afin d'obtenir les conditions requises, une durée du cycle d'essai de 8 h est généralement satisfaisante.

### **DD.2.2 Génération de brouillard**

Le brouillard est obtenu par la pulvérisation continue ou périodique de 0,2 dm<sup>3</sup> à 0,5 dm<sup>3</sup> d'eau conductrice par heure et par mètre cube du volume de la chambre d'essai. La résistivité de l'eau doit être de 30  $\Omega$ m avec une tolérance de  $\pm 10$  % (équivalente à une conductivité de 0,033 S/m) à la valeur la plus faible de la température du cycle d'essai.

Le diamètre des gouttelettes doit être inférieur à 10  $\mu$ m. Un tel brouillard peut être obtenu par des pulvérisateurs mécaniques situés au fond de la chambre d'essai et dirigés vers le haut, de telle manière que les surfaces isolantes solides de l'objet en essai ne soient pas aspergées directement. Il ne doit pas tomber d'eau du plafond sur l'objet en essai.

Pendant la génération de brouillard, la chambre d'essai doit être fermée et aucune ventilation forcée supplémentaire n'est autorisée.

Pour l'ajustement de la conductivité de l'eau, du chlorure de sodium (NaCl) est ajouté à l'eau distillée. Si de l'eau du réseau d'alimentation adaptée est disponible, elle peut aussi être utilisée.

NOTE 1 La relation entre la conductivité de l'eau et sa température est donnée dans l'IEC 60060-1.

NOTE 2 La méthode de mesure de la conductivité est donnée dans l'IEC 60507; se reporter à [5] de la Bibliographie.

### **DD.2.3 Période de température élevée de l'air**

La température élevée de l'air est obtenue à l'aide d'un radiateur combiné à une ventilation forcée à l'intérieur de la chambre d'essai. Cette ventilation forcée ne doit pas être dirigée vers l'objet en essai.

### **DD.2.4 Chambre d'essai**

Une proposition de chambre d'essai appropriée avec des murs fins est faite à la Figure DD.2.

Le volume de la chambre d'essai doit être d'au moins cinq fois le volume circonscrit de l'objet en essai. La hauteur de la chambre d'essai ne doit pas être supérieure à 2,5 m et les dimensions de la base doivent assurer que l'objet en essai placé au fond sera situé à au moins 0,15 m du mur et à au moins 0,5 m du pulvérisateur.

Aucune exigence particulière n'est indiquée pour les matériaux utilisés pour les murs de la chambre d'essai. Cependant, des matériaux présentant une conductibilité thermique élevée et une inertie thermique faible sont recommandés parce que, dans ce cas, les périodes de transition entre le mouillage et le séchage et entre le séchage et le mouillage n'influenceront pas de façon significative la durée au cours de laquelle les surfaces isolantes solides de l'objet en essai sont mouillées.

Si les murs ne satisfont pas à ces conditions, il convient de prendre des mesures particulières afin de s'assurer que la période au cours de laquelle les surfaces isolantes solides sont mouillées est approximativement égale à la moitié de la durée d'un cycle d'essai.

### **DD.2.5 Objet en essai**

L'appareillage sous enveloppe isolante solide à soumettre à essai doit être à l'état neuf avec ses surfaces isolantes solides extérieures propres. Il doit être monté dans la chambre d'essai dans sa position droite habituelle, avec toutes les parties isolantes solides et la continuité du circuit principal étant assurée. Des mesures de prévention doivent être prises pour s'assurer que de l'eau ne s'accumule pas à l'intérieur de l'enveloppe isolante solide au cours de l'essai.

### **DD.2.6 Tension d'essai et tension d'alimentation**

Au cours de l'essai d'humidité, les tensions à fréquence industrielle suivantes doivent être appliquées en continu au circuit principal de l'appareillage sous enveloppe isolante solide:

- $U_r$  entre phases,
- $U_r/\sqrt{3}$  entre phase et terre.

### **DD.2.7 Durée totale de l'essai**

La durée totale au cours de laquelle les surfaces sont mouillées doit être de 120 h. Normalement, la période de génération de brouillard est égale à la période de mouillage des surfaces qui doit être approximativement égale à la moitié de la durée d'un cycle d'essai; par conséquent, la durée totale de l'essai d'humidité sera d'au moins 240 h.

Si, pendant les cycles préliminaires, une différence considérable est observée entre la période de génération de brouillard et la période correspondante au cours de laquelle les surfaces sont mouillées, l'essai doit être basé sur la durée totale au cours de laquelle les surfaces isolantes solides sont mouillées.

## **DD.3 Critères d'essais et évaluation**

### **DD.3.1 Critère pendant l'essai**

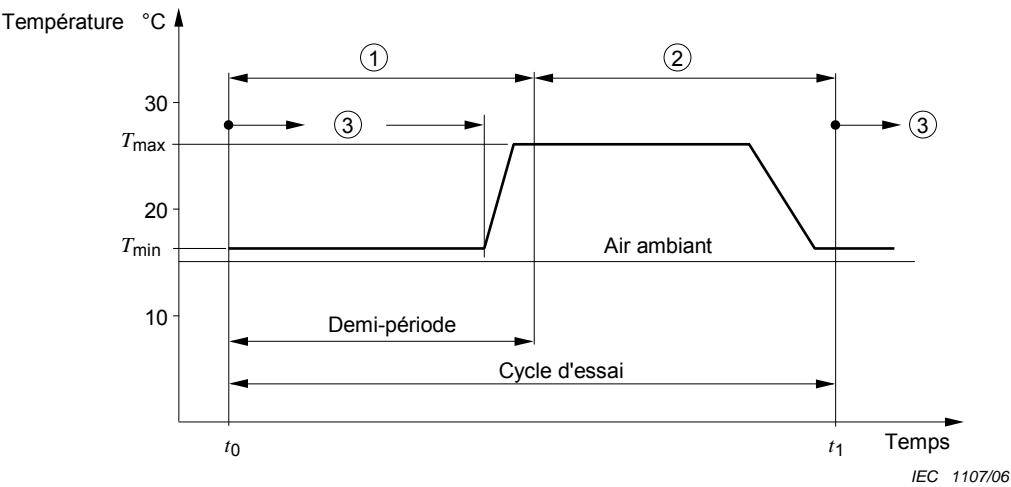
Pendant la durée totale de l'essai d'humidité, aucun contournement ne doit se produire, ni entre phases, ni entre phase et terre.

### **DD.3.2 Critère après l'essai**

L'essai d'humidité doit être suivi, sans aucun nettoyage, d'un cycle d'essai supplémentaire. Pendant la période au cours de laquelle les surfaces sont mouillées, le courant de fuite doit être mesuré conformément au 6.104.3. Le courant de fuite à la terre à travers le feuillet métallique à tout endroit accessible et à tout moment de cette période ne doit pas dépasser 0,5 mA. D'autres cycles d'essai supplémentaires peuvent être effectués afin de vérifier la valeur du courant de fuite avec le feuillet métallique fixé en différents endroits des surfaces accessibles.

### **DD.3.3 Évaluation de l'essai**

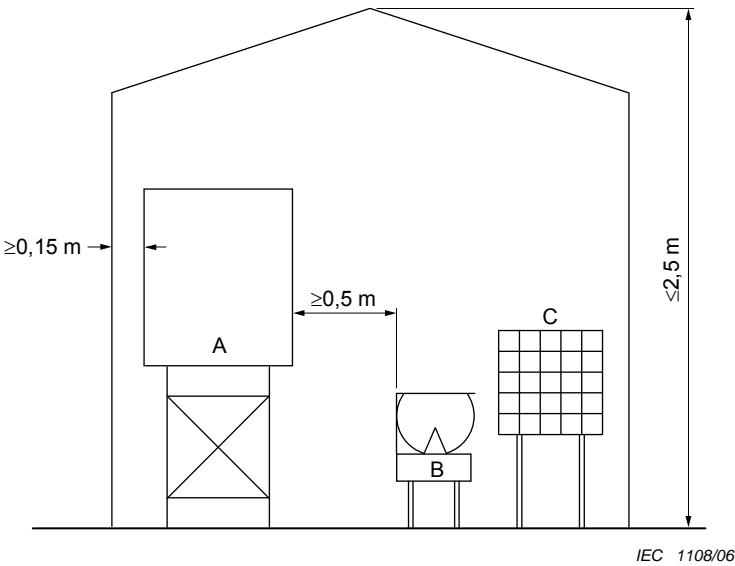
Si les critères de DD.3.1 et de DD.3.2 sont satisfaits, l'appareillage sous enveloppe isolante solide doit être considéré comme ayant réussi l'essai d'humidité.



**Légende**

- 1 période sur surfaces mouillées
- 2 période sur surfaces sèches
- 3 génération de brouillard

**Figure DD.1 – Cycle d'essai**



**Légende**

- A objet en essai
- B pulvérisateur
- C radiateur

**Figure DD.2 – Chambre d'essai**

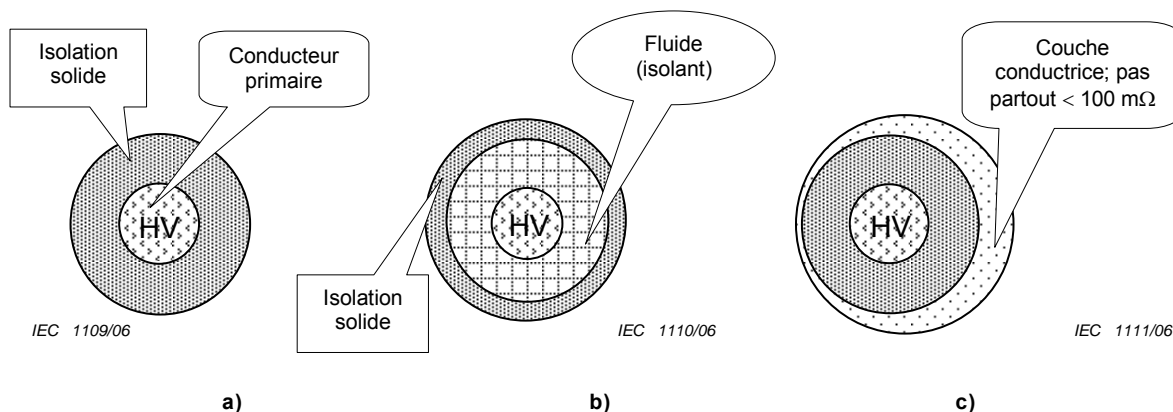


## Annexe EE (informative)

### Catégories de protection

#### EE.1 Catégorie de protection PA

La catégorie de protection PA a les trois configurations de base différentes suivantes:



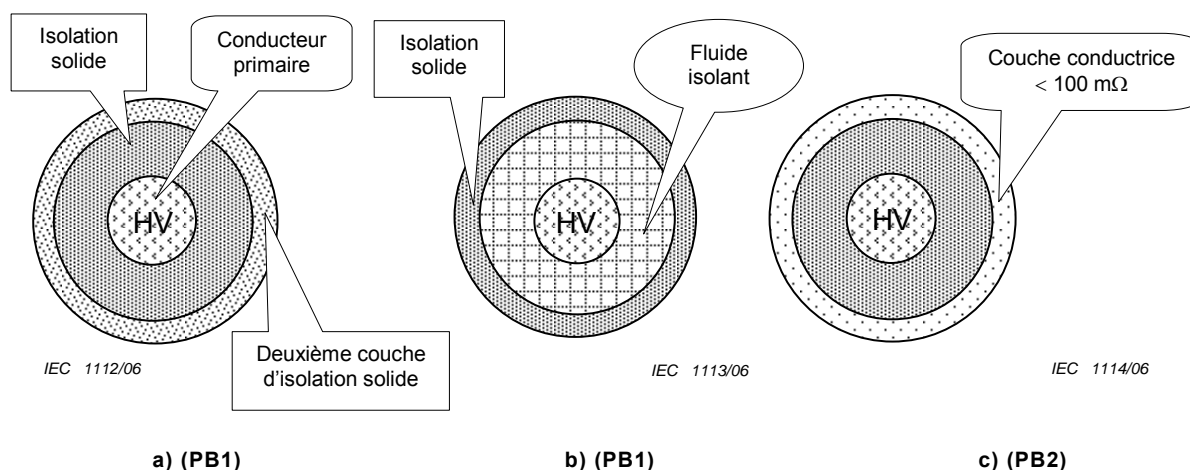
**Figure EE.1 – Configurations possibles pour la catégorie de protection PA**

Description des différentes conceptions représentées dans la Figure EE.1.:

- a) L'isolation solide elle-même satisfait aux exigences des points a), b), c) et d) de 5.102.3.  
 A soumettre à l'essai avec un feuillet métallique de 100 cm<sup>2</sup> placé aux endroits les plus défavorables: essai de tension à fréquence industrielle et essai de tension aux chocs de foudre (6.104.2a)).
- b) L'isolation satisfait aux exigences des points a) et d) de 5.102.3.  
 A soumettre à l'essai avec un feuillet métallique de 100 cm<sup>2</sup> placé aux endroits les plus défavorables: essai de tension à fréquence industrielle et essai de tension aux chocs de foudre (6.104.2a)).  
 L'isolation solide satisfait aux exigences de 5.102.3b).  
 Échantillon à soumettre à l'essai de tension à fréquence industrielle (6.104.2b)).  
 Le fluide isolant satisfait aux exigences de 5.102.3c).  
 À soumettre à l'essai avec 150 %  $U_r$  pendant 1 min à l'intérieur de l'isolation solide (6.104.2c)).
- c) Comme pour a) de la Figure EE.1

## EE.2 Catégorie de protection PB

La catégorie de protection PB a les trois configurations de base différentes suivantes:



**Figure EE.2 – Configurations possibles pour la catégorie de protection PB**

Outre les exigences pour la catégorie de protection PA, les exigences supplémentaires suivantes s'appliquent pour la catégorie de protection PB définie en Figure EE.2:

### PB1:

- La deuxième couche de matériau isolant solide satisfait aux exigences de 5.102.3e).  
 À soumettre à l'essai séparément avec un feuillet métallique de 100 cm<sup>2</sup> et avec 150 %  $U_r$  pendant 1 min (6.104.2d)).
- L'isolation satisfait aux exigences de 5.102.3f).  
 À soumettre à l'essai avec de l'air ambiant à la place du fluide isolant, avec un feuillet métallique de 100 cm<sup>2</sup> à l'intérieur et avec 150 %  $U_r$  pendant 1 min (6.104.2d)).

### PB2:

- La couche conductrice satisfait aux exigences de 5.102.3g).  
 Résistance à soumettre à l'essai conformément à 6.4.101.

## Annexe FF (informative)

### Liste des symboles et abréviations utilisés dans l'IEC 62271-201

Description	Symbole	Article
Niveau d'alarme pour l'isolation	$p_{ae}$	3.6.5.3*
Courant de défaut d'arc et durée	$I_A, t_A$	4.101.4
Unité fonctionnelle de catégorie LSC1	LSC1	3.134.2
Unités fonctionnelles de catégorie LSC2	LSC2	3.134.1
Unité fonctionnelle de catégorie LSC2A	LSC2A	3.134.1.1
Unité fonctionnelle de catégorie LSC2B	LSC2B	3.134.1.2
Classification arc interne	IAC	3.135
Catégorie de perte de continuité de service	LSC	3.134
Niveau minimal de fonctionnement pour l'isolation	$p_{me}$	3.6.5.4*
Classe de cloisonnement	PI	3.111
Catégorie de protection PA	PA	3.140.1
Catégorie de protection PB	PB	3.140.2
Catégorie de protection PB1	PB1	3.140.2
Catégorie de protection PB2	PB2	3.140.2
Courant assigné en service continu	$I_r$	4.4.1
Tension continue d'essai des câbles assignée	$U_{ct}$ (c.c.)	4.102.3
Durée de court-circuit assignée phase-terre	$t_{ke}$	4.7.102
Durée de court-circuit assigné	$t_k$	4.7.101
Niveau assigné de remplissage pour l'isolation	$p_{re}$	4.10
Fréquence assignée	$f_r$	4.3
Tension de tenue assignée aux chocs de foudre	$U_p$	4.2
Valeur de crête du courant admissible assigné phase-terre	$I_{pe}$	4.6.102
Valeur de crête du courant admissible assigné	$I_p$	4.6.101
Tension de tenue assignée à fréquence industrielle	$U_d$	4.2
Tension d'essai des câbles à fréquence industrielle assignée	$U_{ct}$ (c.a.)	4.102.2
Courant de courte durée admissible assigné phase-terre	$I_{ke}$	4.5.102
Courant de courte durée admissible assigné	$I_k$	4.5.101
Fréquence assignée d'alimentation des dispositifs de manœuvre et des circuits auxiliaires et de commande	$f_a$	4.9
Tension assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires et de commande	$U_a$	4.8
Tension assignée	$U_r$	4.1
Courant de défaut d'arc monophasé phase-terre et durée	$I_{Ae}, t_{Ae}$	4.101.5
* Définition de l'IEC 62271-1		

## Annexe ZA (normative)

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

Les documents suivants, en tout ou en partie, sont référencés normativement dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non-datées, la dernière édition du document référencé (y compris les amendements) s'applique.

NOTE 1 Dans le cas où une publication internationale est modifiée par des modifications communes, indiqué par (mod), l'EN/le HD correspondant(e) s'applique.

NOTE 2 Les informations les plus récentes concernant les dernières versions des Normes Européennes listées dans la présente annexe sont disponibles à l'adresse suivante: [www.cenelec.eu](http://www.cenelec.eu)

<u>Publication</u>	<u>Année</u>	<u>Titre</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Année</u>
CEI 60050	série	Vocabulaire Electrotechnique International (VEI)	-	série
CEI 60060-1	2010	Techniques des essais à haute tension -- Partie 1: Définitions et exigences générales	EN 60060-1	2010
CEI 60270	2000	Techniques des essais à haute tension - Mesures des décharges partielles	EN 60270	2001
CEI 60529	1989	Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)	EN 60529	1991
			+EN 60529:1991/corrige ndum May 1993	1993
CEI 62262	2002	Degrés de protection procurés par les enveloppes de matériels électriques contre les impacts mécaniques externes (Code IK)	EN 62262	2002
CEI 62271-1	2007	Appareillage à haute tension -- Partie 1: Spécifications communes	EN 62271-1	2008
CEI 62271-100	2008	Appareillage à haute tension -- Partie 100: Disjoncteurs à courant alternatif	EN 62271-100	2009
CEI 62271-102	2001	Appareillage à haute tension -- Partie 102: Sectionneurs et sectionneurs de terre à courant alternatif	EN 62271-102	2002
			+EN 62271-102:2002/corrigend um Jul. 2008	2008
			+EN 62271-102:2002/corrigend um Mar. 2005	2005

Publication	Année	Titre	EN/HD	Année
+A1	2011		+A1	2011
+A2	2013		+A2	2013
CEI 62271-103	2011	Appareillage à haute tension -- Partie 103: Interrupteurs pour tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV	EN 62271-103	2011
CEI 62271-105	2012	Appareillage à haute tension -- Partie 105: Combinés interrupteurs-fusibles pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et jusqu'à 52 kV inclus	EN 62271-105	2012
CEI 62271-106	2011	Appareillage à haute tension -- Partie 106: Contacteurs, combinés de démarrage à contacteurs et démarreurs de moteurs, pour courant alternatif	EN 62271-106	2011
ISO/CEI Guide 51	1999	Aspects liés à la sécurité - Principes directeurs pour les inclure dans les normes	-	-

## Bibliographie

- [1] IEC 60050-195:1998, *Vocabulaire électrotechnique international – Partie 195: Mise à la terre et protection contre les chocs électriques*
- [2] IEC 60050-601:1985, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 601: Production, transport et distribution de l'énergie électrique – Généralités*
- [3] IEC 60059:1999, *Caractéristiques des courants normaux de l'IEC*  
NOTE Harmonisée comme EN 60059:1999.
- [4] IEC 60243-1:2013, *Rigidité diélectrique des matériaux isolants – Méthodes d'essai – Partie 1: Essais aux fréquences industrielles*  
NOTE Harmonisée comme EN 60243-1:2013.
- [5] IEC 60507:1991, *Essais sous pollution artificielle des isolateurs pour haute tension destinés aux réseaux à courant alternatif*  
NOTE Harmonisée comme EN 60507:1993.
- [6] IEC 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)*
- [7] IEC 60909-0:2001, *Courants de court-circuit dans les réseaux triphasés à courant alternatif – Partie 0: Calcul des courants*  
NOTE Harmonisée comme EN 60909-0:2001.
- [8] IEC 61936-1:2010, *Installations électriques en courant alternatif de puissance supérieure à 1 kV – Partie 1: Règles communes*  
NOTE Harmonisée comme EN 61936-1:2010 (modifié).
- [9] IEC 62271-4:2013, *Appareillage à haute tension – Partie 4: Utilisation et manipulation de l'hexafluorure de soufre (SF<sub>6</sub>) et des mélanges contenant du SF<sub>6</sub>*  
NOTE Harmonisée comme EN 62271-4:2013.
- [10] IEC 62271-200:2011, *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*  
NOTE Harmonisée comme EN 62271-200:2012.
- [11] IEC/TS 62271-304:2008, *Appareillage à haute tension – Partie 304: Classes de construction pour l'appareillage d'intérieur sous enveloppe pour tensions assignées à partir de 1 kV jusqu'à 52 kV inclus pour usage sous conditions climatiques sévères*  
NOTE Harmonisée comme CLC/TS 62271-304:2008.
- [12] IEEE C37.20.7:2001, *IEEE Guide for Testing Medium-Voltage Metal-Enclosed Switchgear for Internal Arcing Faults* (disponible en anglais seulement)
- [13] IEEE 400.2:2004, *IEEE Guide for Field Testing of Shielded Power Cable Systems Using Very Low Frequency (VLF)* (disponible en anglais seulement)
- [14] 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*