

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

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

Identité: VINCI ENERGIES - ELBANNANY Ayoub

Code siret : 39163584400023

Client : 3610200

Le : 02/10/2023 à 13:02

Diffusé avec l'autorisation de l'éditeur

Distributed under licence of the publisher

norme française

NF EN IEC 62271-200

Juillet 2021

Indice de classement : **C 64-471-200**

ICS : 29.080.99; 29.130.10

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

E : High-voltage switchgear and controlgear – Part 200: AC metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV
D : Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen – Teil 200: Metallgekapselte Wechselstrom-Schaltanlagen für Bemessungsspannungen über 1 kV bis einschließlich 52 kV

Norme française

homologuée par décision du Directeur Général d'AFNOR en septembre 2021.

Remplace la norme homologuée NF EN 62271-200 de janvier 2013, qui reste en vigueur jusqu'en juillet 2024.

Correspondance

La Norme européenne EN IEC 62271-200:2021 est mise en application avec le statut de norme française par publication d'un texte identique et reproduit intégralement la Norme internationale IEC 62271-200:2021.

La version anglaise de cette norme française a été prépubliée dès que la norme européenne a été disponible, en juillet 2021.

Résumé

Le présent document est applicable aux ensembles d'appareillages préfabriqués sous enveloppe métallique conçus pour:

- le courant alternatif ;
- des tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV ;
- des fréquences de service jusqu'à 60 Hz inclus ;
- une installation à l'intérieur et à l'extérieur.

L'ensemble peut comprendre des compartiments isolés dans l'air et/ou remplis de fluide.

Le présent document doit être lu conjointement avec la NF EN 62271-1 d'octobre 2017.

Descripteurs

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

Modifications

Par rapport au document remplacé, révision technique qui inclut des modifications 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 française prend effet le mois suivant sa date d'homologation.

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.

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).



Vous avez utilisé ce document, faites part de votre expérience à ceux qui l'ont élaboré.

Scannez le QR Code pour accéder au questionnaire de ce document ou retrouvez-nous sur <https://norminfo.afnor.org/norme/127111>.

Appareillage haute tension

AFNOR UF 17

Composition de la commission de normalisation

Secrétariat : AFNOR

AIR LIQUIDE - AIR LIQUIDE ELECTRONICS EUROPE

DGT - DIRECTION GENERALE DU TRAVAIL

EDF - R&D (EDF)

ENEDIS

GIMELEC

GRID SOLUTIONS SAS (GIMELEC)

MERSEN FRANCE ANGERS SAS (GIMELEC)

MERSEN FRANCE SB SAS (GIMELEC)

NEXANS FRANCE (SYCABEL)

ORMAZABAL Y CIA (GIMELEC)

RTE - RESEAU DE TRANSPORT D'ELECTRICITE

SCHNEIDER ELECTRIC FRANCE (GIMELEC)

SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES SAS (GIMELEC)

SCHNEIDER ELECTRIC SACHSENWERK GMBH (GIMELEC)

SUPERGRID INSTITUTE (GIMELEC)

AVANT-PROPOS NATIONAL

Ce document constitue la version française complète de la Norme européenne EN IEC 62271-200:2021 qui reproduit le texte de la publication IEC 62271-200:2021.

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 règlement du Comité Européen de Normalisation Electrotechnique (CENELEC) impose que les Normes européennes adoptées par ses membres soient transformées en normes nationales au plus tard dans les six mois après leur ratification et que les normes nationales en contradiction soient annulées.

Dans le cadre de cette norme, le CENELEC a fixé une période transitoire permettant l'adaptation des produits à cette nouvelle norme, période durant laquelle les membres du CENELEC ont l'autorisation de maintenir les normes nationales en vigueur.

En conséquence, la norme homologuée NF EN 62271-200 de janvier 2013 reste en vigueur jusqu'en juillet 2024.

Il convient de lire le présent document conjointement avec la NF EN 62271-1 d'octobre 2017, à laquelle il se réfère et qui est applicable sauf spécification contraire. Afin de simplifier l'indication des exigences correspondantes, la numérotation des articles et paragraphes utilisée est la même que celle de la NF EN 62271-1 d'octobre 2017. Les amendements à ces articles et paragraphes reprennent la même numérotation, et les paragraphes supplémentaires sont numérotés à partir de 101.

Le Comité Français a voté favorablement au CENELEC sur le projet d'EN IEC 62271-200, le 8 avril 2021.

NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM
EUROPEAN STANDARD

EN IEC 62271-200

Juillet 2021

ICS 29.130.10

Remplace l'EN 62271-200:2012 ainsi que l'ensemble de
ses amendements et corrigenda (le cas échéant)

Version française

**Appareillage à haute tension -
Partie 200: Appareillage sous enveloppe métallique
pour courant alternatif de tensions assignées
supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV
(IEC 62271-200:2021)**

Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen -
Teil 200: Metallgekapselte Wechselstrom-Schaltanlagen für
Bemessungsspannungen über 1 kV bis einschließlich 52 kV
(IEC 62271-200:2021)

High-voltage switchgear and controlgear -
Part 200: AC metal-enclosed switchgear and controlgear for
rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV
(IEC 62271-200:2021)

La présente Norme Européenne a été adoptée par le CENELEC le 2021-07-01. 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, 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 de Macédoine du Nord, République de Serbie, 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: Rue de la Science 23, B-1040 Bruxelles

© 2021 CENELEC Tous droits d'exploitation sous quelque forme et de quelque manière que ce soit réservés dans le monde entier aux membres du CENELEC.

Réf. n° EN IEC 62271-200:2021 F

Avant-propos européen

Le texte du document 17C/782/FDIS, future édition 3 de IEC 62271-200, préparé par le SC 17C "Ensembles" de CE 17 de l'IEC "Appareillage haute tension", a été soumis au vote parallèle IEC-CENELEC et approuvé par le CENELEC en tant que EN IEC 62271-200:2021.

Les dates suivantes sont fixées:

- date limite à laquelle ce document doit être mis en application (dop) 2022-04-01
au niveau national par publication d'une norme nationale
identique ou par entérinement
- date limite à laquelle les normes nationales conflictuelles (dow) 2024-07-01
doivent être annulées

Ce document remplace l'EN 62271-200:2012 ainsi que l'ensemble de ses amendements et corrigenda (le cas échéant).

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 ne saurait [sauraient] être tenu[s] pour responsable[s] de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information et toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve sur le site web du CENELEC.

SOMMAIRE

Avant-propos européen.....	2
INTRODUCTION.....	8
1 Domaine d'application	9
2 Références normatives	9
3 Termes et définitions	10
3.1 Termes et définitions généraux	11
3.2 Ensembles d'appareillages	12
3.3 Parties d'ensembles.....	12
3.4 Appareils de connexion.....	12
3.5 Parties d'appareillages	12
3.6 Caractéristiques opérationnelles des appareillages.....	15
3.7 Grandeurs caractéristiques	18
3.8 Index des définitions	19
4 Conditions normales et spéciales de service	20
5 Caractéristiques assignées.....	21
5.1 Généralités	21
5.2 Tension assignée (U_r).....	21
5.3 Niveau d'isolement assigné (U_d , U_p , U_s)	21
5.4 Fréquence assignée (f_r)	21
5.5 Courant permanent assigné (I_r).....	21
5.6 Courant de courte durée admissible assigné (I_k , I_{ke}).....	21
5.7 Valeur de crête du courant admissible assignée (I_p , I_{pe})	22
5.8 Durée de court-circuit assignée (t_k , t_{ke}).....	22
5.9 Tension d'alimentation assignée des circuits auxiliaires et de commande (U_a)	23
5.10 Fréquence d'alimentation assignée des circuits auxiliaires et de commande	23
5.11 Pression d'alimentation assignée en gaz comprimé pour les systèmes à pression entretenue	23
5.101 Classification de la fonction de mise à la terre par l'appareil de connexion principal.....	23
5.102 Tensions d'essai assignées des câbles (U_{ct} (AC), U_{ct} (DC)).....	23
5.103 Caractéristiques assignées de la classification d'arc interne (IAC)	24
6 Conception et construction	25
6.1 Exigences pour les liquides utilisés dans l'appareillage	25
6.2 Exigences pour les gaz utilisés dans l'appareillage	25
6.3 Raccordement à la terre de l'appareillage	25
6.4 Équipements et circuits auxiliaires et de commande	26
6.5 Manœuvre dépendante à source d'énergie extérieure	27
6.6 Manœuvre à accumulation d'énergie.....	27
6.7 Manœuvre indépendante sans accrochage mécanique (manœuvre indépendante manuelle ou manœuvre indépendante à source d'énergie extérieure)	27
6.8 Organes de commande à manœuvre manuelle	27
6.9 Fonctionnement des déclencheurs	27
6.10 Indication de la pression/du niveau	27
6.11 Plaques signalétiques	27

6.12	Dispositifs de verrouillage	29
6.13	Indicateur de position	30
6.14	Degrés de protection procurés par les enveloppes	30
6.15	Lignes de fuite pour les isolateurs d'extérieur	31
6.16	Étanchéité au gaz et au vide	31
6.17	Étanchéité des systèmes de liquide	31
6.18	Risque de feu (Inflammabilité)	31
6.19	Compatibilité électromagnétique (CEM)	31
6.20	Émission de rayons X	31
6.21	Corrosion	31
6.22	Niveaux de remplissage pour l'isolement, la coupure et/ou la manœuvre	31
6.101	Exigences générales pour les ensembles	31
6.102	Enveloppe métallique	32
6.103	Compartiments à haute tension	34
6.104	Parties amovibles	38
6.105	Dispositions pour les essais diélectriques des câbles	39
6.106	Défaut d'arc interne	39
7	Essais de type	39
7.1	Généralités	39
7.2	Essais diélectriques	41
7.3	Essai de tension de perturbation radioélectrique	45
7.4	Mesurage de la résistance	45
7.5	Essais au courant permanent	45
7.6	Essais au courant de courte durée admissible et à la valeur de crête du courant admissible	47
7.7	Vérification de la protection	49
7.8	Essais d'étanchéité	50
7.9	Essais de compatibilité électromagnétique (CEM)	50
7.10	Essais complémentaires sur les circuits auxiliaires et de commande	50
7.11	Essai des rayonnements X pour les ampoules à vide	51
7.101	Vérification des pouvoirs d'établissement et de coupure	51
7.102	Essais de fonctionnement mécanique	52
7.103	Essai de tenue à la pression pour les compartiments à remplissage de gaz	54
7.104	Essais de vérification de la protection des personnes contre les effets électriques dangereux	55
7.105	Essai d'arc interne	56
8	Essais individuels de série	60
8.1	Généralités	60
8.2	Essai diélectrique du circuit principal	60
8.3	Essais des circuits auxiliaires et de commande	60
8.4	Mesurage de la résistance du circuit principal	61
8.5	Essai d'étanchéité	61
8.6	Contrôles visuels et de conception	61
8.101	Mesurage des décharges partielles	61
8.102	Essais de fonctionnement mécanique	62
8.103	Essais de pression des compartiments à remplissage de gaz	62
8.104	Essais après montage sur le site	62
8.105	Mesurage de l'état du fluide après remplissage sur site	63

9	Guide pour le choix de l'appareillage (informatif)	63
9.1	Généralités	63
9.2	Choix des valeurs assignées	63
9.3	Considérations sur les interfaces avec les câbles	64
9.4	Surcharge continue ou temporaire due à une modification des conditions de service	64
9.5	Aspects d'environnement	64
9.101	Choix du modèle et de sa construction	64
9.102	Caractéristiques assignées relatives aux circuits de terre	69
9.103	Défaut d'arc interne	69
9.104	Résumé des exigences techniques, des caractéristiques assignées et des essais facultatifs	76
10	Renseignements à donner dans les appels d'offres, les soumissions et les commandes (informatif)	78
10.1	Généralités	78
10.2	Renseignements dans les appels d'offres et les commandes	78
10.3	Renseignements pour les soumissions	79
11	Transport, stockage, installation, instructions de fonctionnement et maintenance	80
11.1	Généralités	80
11.2	Conditions à respecter pendant le transport, le stockage et l'installation	80
11.3	Installation	80
11.4	Instructions de fonctionnement	80
11.5	Maintenance	81
12	Sécurité	81
12.101	Procédures	81
12.102	Aspects liés à l'arc interne	82
13	Influence du produit sur l'environnement	82
Annexe A (normative) Défaut d'arc interne – Méthode de vérification de la classification arc interne (IAC)		83
A.1	Simulation du local	83
A.1.1	Simulation du local pour les ensembles pour l'intérieur	83
A.1.2	Simulation du local pour les ensembles pour l'extérieur	85
A.2	Indicateurs (pour évaluer l'effet thermique des gaz)	85
A.2.1	Généralités	85
A.2.2	Disposition des indicateurs	86
A.3	Tolérances pour les dimensions géométriques des montages d'essai	87
A.4	Paramètres d'essai	87
A.4.1	Généralités	87
A.4.2	Tension	87
A.4.3	Courant	87
A.4.4	Fréquence	88
A.5	Procédure d'essai	88
A.5.1	Circuit d'alimentation	88
A.5.2	Amorçage de l'arc	89

Annexe B (normative) Mesurage des décharges partielles	100
B.1 Généralités	100
B.2 Conditions d'application	100
B.3 Circuits d'essai et instruments de mesure	101
B.4 Procédure d'essai	101
B.5 Intensité maximale admissible des décharges partielles	102
Annexe C (informative) Liste des notes concernant certains pays	106
Annexe D (normative) Ordinogramme de catégorisation LSC pour une unité fonctionnelle donnée UF1 avec compartiment connexions	107
Annexe ZA (normative) Références normatives à d'autres publications internationales avec les publications européennes correspondantes	108
Bibliographie	110
Figure 1 – LSC1	68
Figure 2 – LSC2	68
Figure 3 – LSC2	68
Figure 4 – LSC2	68
Figure 5 – LSC2A	68
Figure 6 – LSC2B	68
Figure 7 – LSC2B	68
Figure 8 – LSC1	68
Figure 9 – Aucun LSC attribué	68
Figure A.1 – Châssis de montage pour les indicateurs verticaux	91
Figure A.2 – Indicateur horizontal	92
Figure A.3 – Position des indicateurs	92
Figure A.4 – Simulation du local et position des indicateurs pour classe d'accessibilité A, face arrière classifiée, plafond supérieur à 2 000 mm, unité fonctionnelle de toute hauteur ..	93
Figure A.5 – Simulation du local et position des indicateurs pour classe d'accessibilité A, face arrière non accessible, plafond à 2 000 mm, unité fonctionnelle ≤ 1 800 mm de hauteur	94
Figure A.6 – Simulation du local et position des indicateurs pour classe d'accessibilité B, face arrière classifiée, unité fonctionnelle ≥ 1 900 mm de hauteur	95
Figure A.7 – Simulation du local et position des indicateurs pour classe d'accessibilité B, face arrière classifiée, unité fonctionnelle < 1 900 mm de hauteur	96
Figure A.8 – Hauteur du plafond établie à partir du plancher ou du faux-plancher sur lequel est installé l'ensemble	97
Figure A.9 – Positionnement de l'indicateur en cas de protubérance à une hauteur < 2 000 mm, sur une face classifiée	98
Figure A.10 – Positionnement de l'indicateur dans le cas où un conduit d'échappement inférieur appartenant à l'ensemble est défini comme une partie intégrante du faux plancher sur laquelle il est possible de marcher	99
Figure B.1 – Circuit d'essai de décharges partielles (montage triphasé)	104
Figure B.2 – Circuit d'essai de décharges partielles (système sans mise à la terre du neutre)	105
Figure D.1 – Ordinogramme de catégorisation LSC pour une unité fonctionnelle donnée UF1 avec compartiment connexions	107

Tableau 1 – Information pour la plaque signalétique	27
Tableau 2 – Emplacements, causes et exemples de mesures à prendre pour diminuer la probabilité de défaut d'arc interne	71
Tableau 3 – Courant de défaut d'arc monophasé phase-terre selon la mise à la terre du neutre du réseau.....	74
Tableau 4 – Résumé des exigences techniques, des caractéristiques assignées et des essais facultatifs pour l'ensemble	76
Tableau A.1 – Paramètres de l'essai d'arc interne selon la construction du compartiment.....	91
Tableau B.1 – Circuits et procédures d'essai	103

INTRODUCTION

Les appareillages à haute tension (IEC 60050-601:1985, 601-01-27) se réfèrent à des tensions assignées supérieures à 1 kV. Cependant, le terme moyenne tension est communément utilisé pour les réseaux de distribution avec des tensions assignées supérieures à 1 kV et est généralement appliqué pour des tensions inférieures ou égales à 52 kV. Voir l'IEC 60050-601:1985, 601-01-28 [1]¹.

Bien que principalement dédié aux systèmes triphasés, le présent document peut s'appliquer également aux systèmes monophasés et biphasés.

Les ensembles d'appareillage ayant une enveloppe isolante solide relèvent de l'IEC 62271-201.

¹ Les chiffres entre crochets se réfèrent à la Bibliographie.

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

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62271 est applicable aux ensembles d'appareillages préfabriqués sous enveloppe métallique conçus pour:

- le courant alternatif;
- des tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV;
- des fréquences de service jusqu'à 60 Hz inclus;
- une installation à l'intérieur et à l'extérieur.

L'ensemble peut comprendre des compartiments isolés dans l'air et/ou remplis de fluide.

Pour les composants installés dans un appareillage sous enveloppe métallique, le présent document complète, voire remplace dans certains cas, les exigences énoncées par les différentes normes de produits.

La liste des composants qui peuvent se trouver à l'intérieur de l'appareillage sous enveloppe métallique n'est pas limitée à ceux qui sont explicitement cités dans le présent document.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60050-151, *Vocabulaire électrotechnique international (IEV) – Partie 151: Dispositifs électriques et magnétiques* (disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org>)

IEC 60050-441, *Vocabulaire électrotechnique international (IEV) – Partie 441: Appareillage et fusibles* (disponible à l'adresse <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 60270:2000/AMD1:2015

IEC 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*
IEC 60529:1989/AMD1:1999
IEC 60529:1989/AMD2:2013

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

IEC 62271-1:2017, *Appareillage à haute tension – Partie 1: Spécifications communes pour appareillage à courant alternatif*

IEC 62271-100:2021, *Appareillage à haute tension – Partie 100: Disjoncteurs à courant alternatif*

IEC 62271-102:2018, *Appareillage à haute tension – Partie 102: Sectionneurs et sectionneurs de terre à courant alternatif*

IEC 62271-103:2021, *Appareillage à haute tension – Partie 103: Interrupteurs pour tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV*

IEC 62271-105:2021, *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 62271-106:2021, *Appareillage à haute tension – Partie 106: Contacteurs, combinés de démarrage à contacteurs et démarreurs de moteurs, pour courant alternatif*

IEC 62271-107:2019, *Appareillage à haute tension – Partie 107: Circuits-switchers à fusibles pour courant alternatif de tension assignée supérieure à 1 kV et jusqu'à 52 kV inclus*

IEC 62271-201:2014, *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*

IEC 62271-203:2011, *Appareillage à haute tension – Partie 203: Appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse de tensions assignées supérieures à 52 kV*

IEC 62271-213:2021, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 213: Voltage detecting and indicating system* (disponible en anglais seulement)

IEC 62271-215:2021, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 215: Phase comparator used with VDIS* (disponible en anglais seulement)

IEC IEEE 62271-37-013:2015, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 37-013: Alternating-current generator circuit-breakers* (disponible en anglais seulement)

3 Termes et définitions

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

NOTE Pour les besoins du présent document, le système de classification pour les définitions de l'IEC 62271-1:2017 s'applique. Les termes et définitions sont référencés et classés par ordre de priorité dans l'ordre suivant:

- Article 3 du présent document;
- IEC 62271-1:2017;
- IEC 60050-441;
- IEC 60050-151.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

3.1 Termes et définitions généraux

Les définitions du 3.1 de l'IEC 62271-1:2017 s'appliquent, avec les ajouts et/ou modifications suivants:

3.1.101

température de l'air ambiant

<d'un ensemble> température, déterminée dans des conditions spécifiées, de l'air qui entoure l'enveloppe d'un ensemble

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-11-13, modifiée - "prescrites" a été remplacé par "spécifiées", "la totalité de l'appareil de connexion ou du fusible" par "l'enveloppe d'un ensemble" et la note a été supprimée]

3.1.102

décharge disruptive

phénomène associé à la défaillance de l'isolation sous l'action d'une contrainte électrique et dans lequel 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 à la rupture des diélectriques solides, liquides et 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 gaz ou d'un liquide isolant. Le terme "perforation" est utilisé lorsque la décharge disruptive se produit à travers un diélectrique solide.

3.1.103

pression relative

pression rapportée à la pression atmosphérique locale

Note 1 à l'article: La définition du niveau de remplissage se réfère à la pression atmosphérique normalisée de 101,3 kPa, telle que définie dans l'IEC 62271-1.

3.1.104

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: Un cloisonnement métallique peut être prévu aussi bien entre les conducteurs qu'entre les contacts ouverts d'un appareil de connexion comme un sectionneur.

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

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-11-11, modifiée – Les notes à l'article ont été ajoutées.]

3.1.105

en service

<état d'un ensemble> condition dans laquelle au moins une partie à haute tension de l'ensemble est sous tension

3.1.106

condition normale de fonctionnement

<d'un ensemble> condition en service avec toutes les portes et tous les capots correctement fermés et sécurisés

3.1.107

utilisation normale

<d'un ensemble> utilisation de l'ensemble telle que définie par la référence aux instructions du fabricant, correspondant aux conditions et aux opérations en service

Note 1 à l'article: "utilisation normale" peut inclure des activités d'entretien dans un compartiment à haute tension accessible.

3.2 Ensembles d'appareillages

Les définitions du 3.2 de l'IEC 62271-1:2017 s'appliquent, avec les ajouts et/ou modifications suivants:

3.2.101

appareillage sous enveloppe métallique ensemble

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

Note 1 à l'article: Ce terme s'applique généralement aux appareillages à haute tension.

Note 2 à l'article: Le terme "connexions externes" correspond aux "conducteurs externes (câbles ou barres) reliant l'ensemble au réseau ou à une installation externe".

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-12-04, modifiée – Le deuxième terme préférentiel "ensemble" et la note 2 à l'article ont été ajoutés, et "externe" a été supprimé de la définition.]

3.2.102

conception multiniveau

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

3.3 Parties d'ensembles

Les définitions du 3.3 de l'IEC 62271-1:2017 s'appliquent.

3.4 Appareils de connexion

Les définitions du 3.4 de l'IEC 62271-1:2017 s'appliquent.

3.5 Parties d'appareillages

Les définitions du 3.5 de l'IEC 62271-1:2017 s'appliquent, avec les ajouts et/ou modifications suivants:

3.5.101

enveloppe

<d'un ensemble> partie d'un ensemble procurant un degré de protection spécifié du matériel contre les influences externes et un degré de protection spécifié contre l'approche des parties actives ou le contact avec elles ou contre le contact avec des parties en mouvement

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-13-01]

3.5.102

enveloppe métallique

<d'un ensemble> enceinte extérieure en métal, pouvant être composée de plusieurs éléments, renfermant toutes les parties à haute tension

3.5.103

unité fonctionnelle

<d'un ensemble> partie d'un ensemble comprenant les circuits principaux, les circuits de terre et les 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 par laquelle l'énergie électrique est normalement fournie à un ensemble, unité de départ par laquelle l'énergie électrique est normalement fournie à un ou plusieurs circuits externes.

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-13-04, modifiée – "tous les éléments des" a été supprimé; "circuits de terre" a été ajouté.]

3.5.104

composant

<d'un ensemble> partie essentielle du circuit à haute tension ou du circuit de terre d'un ensemble, qui possède une fonction spécifique (par exemple disjoncteur, sectionneur, interrupteur, fusible, sectionneur de terre, transformateur de mesure, traversée, jeu de barres)

3.5.105

circuit principal

<d'un ensemble> toutes les parties conductrices à haute tension d'un ensemble qui font partie d'un circuit destiné à transporter le courant permanent assigné

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-13-02, modifiée - "haute tension" est ajouté et "transporter l'énergie électrique" est remplacé par "transporter le courant permanent assigné"]

3.5.106

circuit auxiliaire

<d'un ensemble> toutes les parties conductrices d'un ensemble insérées dans un circuit, autres que les parties à haute tension, destinées à la commande, la mesure, la signalisation et la régulation

Note 1 à l'article: Les circuits auxiliaires d'un ensemble comprennent les circuits de commande et les circuits auxiliaires des appareils de connexion.

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-13-03, modifiée - "circuit principal" est remplacé par "parties à haute tension"]

3.5.107

circuit de terre

<d'un ensemble> conducteurs, connexions et parties conductrices des dispositifs de mise à la terre ou du cadre métallique destinés à raccorder les parties conductrices à haute tension d'un ensemble au point de mise à la terre fourni

Note 1 à l'article: Le circuit de terre peut comprendre des circuits de court-circuit entre les pôles et des circuits phase-terre de chaque pôle au point de mise à la terre et/ou du point de court-circuit des circuits phase-terre au point de mise à la terre prévu.

3.5.108

point de mise à la terre

<d'un ensemble> borne prévue sur l'ensemble pour le raccordement des parties de l'ensemble prévues pour être mises à la terre au système de mise à la terre de l'installation

3.5.109

compartiment à haute tension

<d'un ensemble> compartiment d'un ensemble comportant des parties conductrices à haute tension, fermé à l'exception des ouvertures nécessaires à l'interconnexion, à la commande ou à la ventilation

Note 1 à l'article: La définition générale de "compartiment" est donnée dans l'IEC 60050-441:1984, 441-13-05, "partie fermée d'un ensemble à l'exception des ouvertures nécessaires aux connexions, à la commande ou à la ventilation".

3.5.110

compartiment accessible contrôlé par verrouillage

compartiment à haute tension conçu pour être ouvert pour une utilisation normale, dont le contrôle d'ouverture fait partie intégrante de la conception de l'ensemble

3.5.111

compartiment accessible selon procédure

compartiment à haute tension conçu pour être ouvert pour une utilisation normale, dont le contrôle d'ouverture est assuré par des procédures et verrouillages appropriés

3.5.112

compartiment accessible par outillage

compartiment à haute tension qui peut être ouvert, uniquement avec l'utilisation d'outils, mais pas conçu pour être ouvert pour une utilisation normale

3.5.113

compartiment non accessible

compartiment à haute tension conçu pour ne pas être ouvert par l'utilisateur

Note 1 à l'article: Par défaut, tout compartiment à haute tension non déclaré accessible par le fabricant dans la référence aux instructions du fabricant est considéré comme un compartiment non accessible.

3.5.114

compartiment à remplissage de fluide

compartiment à haute tension d'un ensemble rempli d'un fluide, soit un gaz autre que l'air ambiant, soit un liquide, à des fins d'isolation

Note 1 à l'article: Pour les compartiments à remplissage de fluide dont le fluide est du gaz, le terme "compartiment à remplissage de gaz" est utilisé.

Note 2 à l'article: La pression est maintenue par l'un des systèmes suivants:

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

Note 3 à l'article: Pour les systèmes à pression, voir le 3.6.6 de l'IEC 62271-1:2017.

3.5.115

dispositif de décharge de pression

dispositif servant à limiter la pression dans un compartiment

3.5.116

cloison

<d'un ensemble> partie d'un ensemble séparant un compartiment à haute tension des autres compartiments et procurant un degré spécifié de protection

Note 1 à l'article: Les cloisons peuvent être équipées de parties assurant l'interconnexion entre les compartiments (par exemple, des traversées).

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-13-06, modifiée– "à haute tension" et "procurant un degré spécifié de protection" ont été ajoutés.]

3.5.117

traversée

isolateur permettant le passage d'un conducteur à travers une paroi non isolante

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-15-40]

3.5.118

volet

<d'un ensemble> partie d'un ensemble qui peut être déplacée d'une position dans laquelle elle permet l'embrochage des contacts d'une partie amovible ou des contacts mobiles d'un sectionneur sur des contacts fixes, à une position dans laquelle elle constitue une partie de l'enveloppe ou d'une cloison protégeant les contacts fixes

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-13-07, modifiée – "contacts mobiles d'un sectionneur" a été ajouté]

3.5.119

partie amovible

<d'un ensemble> partie d'un ensemble qui peut être entièrement enlevée de l'ensemble et remise en place

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-13-08, modifiée – "même quand le circuit principal est sous tension" a été supprimé]

3.5.120

partie débrochable

<d'un ensemble> partie amovible d'un ensemble qui, tout en demeurant reliée mécaniquement à l'ensemble, peut être déplacée jusqu'à la ou l'une des positions établissant une distance de sectionnement ou un cloisonnement métallique entre contacts ouverts, même quand le circuit principal auquel elle était connectée est sous tension

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-13-09, modifiée – "même quand le circuit principal est sous tension" a été ajouté, la note a été supprimée.]

3.5.121

élément de remplacement

partie d'un fusible comprenant le (les) élément(s) fusible(s) et destinée à être remplacée après fonctionnement du fusible

Note 1 à l'article: Dans le présent document, le terme est exclusivement utilisé en relation avec les fusibles à haute tension.

[SOURCE: IEC 60050 441:1984, 441-18-09, modifiée – La note à l'article a été ajoutée.]

3.6 Caractéristiques opérationnelles des appareillages

Les définitions du 3.6 de l'IEC 62271-1:2017 s'appliquent, avec les ajouts et/ou modifications suivants:

3.6.101

catégorie de perte de continuité de service

LSC

<d'une unité fonctionnelle> catégorie définissant les possibilités de maintenir sous tension d'autres compartiments à haute tension et/ou unités fonctionnelles quand un compartiment à haute tension accessible, tel que défini de 3.5.110 à 3.5.112, est ouvert, donnant accès à au moins une partie du circuit à haute tension contenu dans celui-ci

Note 1 à l'article: La catégorie LSC décrit dans quelle mesure l'ensemble peut rester opérationnel dans le cas où l'accès à un compartiment à haute tension est nécessaire. Le niveau jugé nécessaire pour l'ouverture d'un compartiment à haute tension d'une installation en service peut dépendre de plusieurs facteurs (voir 9.101).

Note 2 à l'article: La catégorie LSC ne décrit pas les différents niveaux de fiabilité des ensembles ni ne s'y rapporte (voir 9.101).

Note 3 à l'article: En ce qui concerne l'accès aux compartiments à haute tension et la continuité de service associée, quatre catégories sont définies: LSC1, LSC2, LSC2A, LSC2B (voir l'Annexe D et la Figure D.1).

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

3.6.102

catégorie LSC2

<d'une unité fonctionnelle> catégorie d'unités fonctionnelles disposant d'au moins un compartiment accessible séparé pour la connexion haute tension de cette unité fonctionnelle (désigné compartiment connexions), de sorte que, quand ce compartiment est ouvert, au moins un jeu de barres peut rester sous tension et toutes les autres unités fonctionnelles de l'ensemble peuvent fonctionner normalement

3.6.103

catégorie LSC2A

<d'une unité fonctionnelle> catégorie d'unités fonctionnelles de catégorie LSC2, telle que, quand un compartiment accessible (autre que son compartiment connexions et le compartiment jeu de barres pour l'ensemble 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'ensemble peuvent fonctionner normalement

3.6.104

catégorie LSC2B

<d'une unité fonctionnelle> catégorie d'unités fonctionnelles de catégorie LSC2A, dans laquelle les connexions à haute tension (par exemple, les connexions par câble) à l'unité fonctionnelle peuvent rester sous tension quand tout autre compartiment à haute tension accessible (autre que son compartiment connexions et le compartiment de jeu de barres pour l'ensemble à simple jeu de barres) de l'unité fonctionnelle correspondante est ouvert

3.6.105

catégorie LSC1

<d'une unité fonctionnelle> catégorie d'unités fonctionnelles disposant d'un ou de plusieurs compartiments à haute tension accessibles, telle que, quand un quelconque de ces compartiments à haute tension accessibles est ouvert, au moins une autre unité fonctionnelle ne doit pas rester sous tension

3.6.106

classe de cloisonnement

<d'un ensemble> classe définissant si des matériaux métalliques uniquement ou non métalliques sont utilisés pour des cloisons

3.6.107

classe PM

<d'un ensemble> classe de cloisonnement d'un ensemble dans lequel il y a des cloisons et/ou des volets (le cas échéant) continuellement métalliques, destinés à être mis à la terre, entre les compartiments accessibles ouverts et les parties actives à haute tension

3.6.108

classe PI

<d'un ensemble> classe de cloisonnement d'un ensemble dans lequel il y a une ou plusieurs cloisons ou volets non métalliques entre les compartiments accessibles ouverts et les parties actives à haute tension

3.6.109

position de service

position raccordée

<d'une partie amovible> 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]

3.6.110

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]

3.6.111

position de sectionnement

position isolée

<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'ensemble

Note 1 à l'article: Dans l'appareillage à haute tension sous enveloppe, les circuits auxiliaires ne sont généralement pas débranchés.

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-16-28, modifiée - Dans la note 1 à l'article, "peuvent rester branchés" a été remplacé par "ne sont généralement pas débranchés".]

3.6.112

position de retrait

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

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-16-29]

3.6.113

degré de protection

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

Note 1 à l'article: Voir 3.3 de l'IEC 60529:1989.

3.6.114

niveau minimal de fonctionnement

<des compartiments à remplissage de fluide> pression (ou densité) selon les définitions 3.6.5.5 et 3.6.5.6 de l'IEC 62271-1:2017, ou masse liquide à laquelle et au-dessus de laquelle les valeurs assignées de l'ensemble sont maintenues

3.6.115

pression de calcul

<des compartiments à remplissage de fluide> limite supérieure de la pression relative entre la pression à l'intérieur d'un compartiment à la température de calcul, dans des conditions d'installation définies, et la pression à l'extérieur de ce compartiment, qui est utilisée pour déterminer la conception du compartiment

Note 1 à l'article: La pression transitoire qui se produit pendant et après une opération de coupure (par exemple disjoncteur) n'est pas prise en considération dans la détermination de la pression de calcul.

3.6.116

température de calcul

<des compartiments à remplissage de fluide> température moyenne maximale dans le compartiment pouvant être atteinte par le gaz ou le liquide dans les conditions de service

3.6.117

classification d'arc interne

IAC

<d'un ensemble> classification d'un ensemble pour lequel les critères spécifiés de protection des personnes sont atteints en cas d'arc interne pour des conditions d'installation spécifiées comme le prouvent les essais de type

Note 1 à l'article: La classification d'arc interne est complétée par les caractéristiques indiquées dans les définitions 3.6.118, 3.6.119, 3.7.101 et 3.7.102.

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

3.6.118

classe d'accessibilité

<d'une IAC> caractéristique liée au niveau de protection assuré aux personnes ayant accès à une zone définie autour de l'enveloppe de l'ensemble en cas d'arc interne

3.6.119

faces classifiées

<d'une IAC> caractéristique relative aux faces accessibles de l'ensemble ayant un niveau défini de protection des personnes en cas d'arc interne

3.7 Grandeurs caractéristiques

Les définitions du 3.7 de l'IEC 62271-1:2017 s'appliquent, avec les ajouts et/ou modifications suivants:

3.7.101

courant de défaut d'arc

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

3.7.102

durée de défaut d'arc

<d'une IAC> durée du courant de défaut d'arc interne pour laquelle l'ensemble est conçu pour protéger les personnes en cas d'arc interne

3.8 Index des définitions

A	
Appareillage sous enveloppe métallique	3.2.101
C	
Catégorie de perte de continuité de service (d'une unité fonctionnelle)	3.6.101
Catégorie LSC1 (d'une unité fonctionnelle)	3.6.105
Catégorie LSC2 (d'une unité fonctionnelle)	3.6.102
Catégorie LSC2A (d'une unité fonctionnelle)	3.6.103
Catégorie LSC2B (d'une unité fonctionnelle)	3.6.104
Circuit auxiliaire (d'un ensemble)	3.5.106
Circuit de terre (d'un ensemble)	3.5.107
Circuit principal (d'un ensemble)	3.5.105
Classe d'accessibilité (d'une IAC)	3.6.118
Classe de cloisonnement (d'un ensemble)	3.6.106
Classe PI (d'un ensemble)	3.6.108
Classe PM (d'un ensemble)	3.6.107
Classification d'arc interne (d'un ensemble)	3.6.117
Cloison (d'un ensemble)	3.5.116
Cloisonnement métallique (entre conducteurs)	3.1.104
Compartiment à haute tension (d'un ensemble)	3.5.109
Compartiment à remplissage de fluide	3.5.114
Compartiment accessible contrôlé par verrouillage	3.5.110
Compartiment accessible par outillage	3.5.112
Compartiment accessible selon procédure	3.5.111
Compartiment non accessible	3.5.113
Composante (d'un ensemble)	3.5.104
Conception multiniveau	3.2.102
Condition normale de fonctionnement (d'un ensemble)	3.1.106
Courant de défaut d'arc (d'une IAC)	3.7.101
D	
Décharge disruptive	3.1.102
Degré de protection	3.6.113
Dispositif de décharge de pression	3.5.115
Durée de défaut d'arc (d'une IAC)	3.7.102
E	
Élément de remplacement	3.5.121
En service (condition d'un ensemble)	3.1.105
Ensemble	3.2.101
Enveloppe (d'un ensemble)	3.5.101
Enveloppe métallique (d'un ensemble)	3.5.102
F	
Faces classifiées (d'une IAC)	3.6.119
I	
IAC (d'un ensemble)	3.6.117

L

LSC (d'une unité fonctionnelle).....	3.6.101
--------------------------------------	---------

N

Niveau minimal de fonctionnement (des compartiments à remplissage de fluide)	3.6.114
------------------------------------------------------------------------------------	---------

P

Partie amovible (d'un ensemble).....	3.5.119
Partie débrochable (d'un ensemble)	3.5.120
Point de mise à la terre (d'un ensemble)	3.5.108
Position d'essai (d'une partie débrochable)	3.6.110
Position de retrait (d'une partie amovible).....	3.6.112
Position de sectionnement (d'une partie débrochable)	3.6.111
Position de service (d'une partie amovible).....	3.6.109
Position isolée (d'une partie débrochable)	3.6.111
Position raccordée (d'une partie amovible)	3.6.109
Pression de calcul (des compartiments à remplissage de fluide)	3.6.115
Pression relative	3.1.103

T

Température de calcul (des compartiments à remplissage de fluide)	3.6.116
Température de l'air ambiant (d'un ensemble).....	3.1.101
Traversée.....	3.5.117

U

Unité fonctionnelle (d'un ensemble).....	3.5.103
Utilisation normale (d'un ensemble).....	3.1.107

V

Volet (d'un ensemble).....	3.5.118
----------------------------	---------

4 Conditions normales et spéciales de service

L'Article 4 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec l'ajout suivant:

Sauf spécification contraire dans le présent document, l'ensemble est prévu pour être utilisé dans les conditions normales de service.

Les ensembles relevant du domaine d'application de l'IEC/TS 62271-304:2019 [2] et destinés à être utilisés dans des conditions de service plus sévères que les conditions normales de service spécifiées dans le présent document pour la condensation et la pollution peuvent être classés selon une "classe 1" ou une "classe 2" conformément à l'IEC/TS 62271-304:2019 afin d'indiquer leur aptitude à supporter de telles conditions sévères.

NOTE L'IEC/TS 62271-304:2019 propose, pour acquérir de l'expérience, d'autres classes pour les conditions de service avec la procédure d'essai associée dans l'Annexe E informative.

5 Caractéristiques assignées

5.1 Généralités

Le paragraphe 5.1 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec les ajouts suivants:

- k) courant de courte durée admissible assigné pour les circuits de terre (I_{ke});
- l) valeur de crête du courant admissible assignée pour les circuits de terre (I_{pe});
- m) durée de court-circuit assignée pour les circuits de terre (t_{ke});
- n) caractéristiques assignées des composants faisant partie de l'ensemble, y compris ses dispositifs de manœuvre et équipement auxiliaire;

Caractéristiques assignées facultatives:

- o) tension assignée pour la tension d'essai de câble en courant alternatif ($U_{ct} (AC)$);
- p) tension assignée pour la tension d'essai de câble en courant continu ($U_{ct} (DC)$);
- q) durée assignée pour la tension d'essai de câble en courant continu ($t_{ct} (DC)$);
- r) caractéristiques assignées de la classification d'arc interne (IAC).

5.2 Tension assignée (U_r)

Les paragraphes 5.2.1 et 5.2.2 de l'IEC 62271-1:2017 s'appliquent.

NOTE Les composants faisant partie d'un ensemble peuvent avoir leurs propres valeurs de tension assignée conformément à leurs normes correspondantes.

5.3 Niveau d'isolement assigné (U_d , U_p , U_s)

Le paragraphe 5.3 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

5.4 Fréquence assignée (f_r)

Le paragraphe 5.4 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

5.5 Courant permanent assigné (I_r)

Le paragraphe 5.5 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec l'ajout suivant:

Certains circuits principaux d'un ensemble (par exemple, jeux de barres, circuits d'alimentation) peuvent avoir des valeurs différentes de courant permanent assigné.

5.6 Courant de courte durée admissible assigné (I_k , I_{ke})

Le paragraphe 5.6 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec les ajouts suivants:

5.6.101 Courant de courte durée admissible assigné (I_k)

En principe, un ensemble a une valeur de courant de courte durée admissible assigné. Cependant, il existe plusieurs situations dans lesquelles il est permis d'assigner différentes valeurs de courant de courte durée admissible assigné à différentes parties du circuit principal, notamment:

- les circuits protégés par des fusibles;
- les circuits sous des appareils de connexion verrouillés commutant deux branches d'un circuit.

Les valeurs de courant de courte durée admissible assigné (I_k) attribuées à l'ensemble sont également applicables aux parties de court-circuit des circuits de terre correspondants, y compris les dispositifs de mise à la terre.

5.6.102 Courant de courte durée admissible assigné phase-terre (I_{ke})

Un courant de courte durée admissible assigné phase-terre (I_{ke}) doit être assigné à l'ensemble pour les parties du circuit de terre reliant chaque phase du circuit principal au point de mise à la terre prévu ou, le cas échéant, reliant le point de court-circuit entre phases au point de mise à la terre prévu. Cette valeur peut être inférieure à celle du circuit principal.

NOTE Les caractéristiques des courants de court-circuit assignées au circuit de terre définissent les conditions possibles de mise à la terre du neutre du réseau sur lequel l'ensemble peut être installé. Voir 9.102.

5.7 Valeur de crête du courant admissible assignée (I_p , I_{pe})

Le paragraphe 5.7 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec les ajouts suivants:

5.7.101 Valeur de crête du courant admissible assignée (I_p)

En principe, un ensemble a une valeur de crête de courant admissible assignée. Cependant, il existe plusieurs situations dans lesquelles il est permis d'assigner différentes valeurs de crête de courant admissible assigné à différentes parties du circuit principal, notamment:

- les circuits protégés par des fusibles limiteurs de courant;
- les circuits sous des appareils de connexion verrouillés commutant deux branches d'un circuit.

Les valeurs de crête du courant admissible assignées (I_p) attribuées à l'ensemble sont également applicables aux parties de court-circuit des circuits de terre correspondants, y compris les dispositifs de mise à la terre.

5.7.102 Valeur de crête du courant admissible assignée phase-terre (I_{pe})

Une valeur de crête du courant admissible assignée phase-terre (I_{ke}) doit être assignée à l'ensemble pour les parties du circuit de terre reliant chaque phase du circuit principal au point de mise à la terre prévu ou, le cas échéant, reliant le point de court-circuit entre phases au point de mise à la terre prévu. Cette valeur peut être inférieure à celle du circuit principal.

5.8 Durée de court-circuit assignée (t_k , t_{ke})

Le paragraphe 5.8 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec les ajouts suivants:

5.8.101 Durée de court-circuit assignée (t_k)

En principe, un ensemble a une durée de court-circuit assignée. Cependant, il existe plusieurs situations dans lesquelles il est permis d'assigner différentes durées de court-circuit assignées à différentes parties du circuit principal, notamment:

- les circuits protégés par des fusibles et/ou des disjoncteurs limiteurs de courant;
- les circuits sous des appareils de connexion verrouillés commutant deux branches d'un circuit.

Les valeurs de courant de courte durée admissible assigné (I_k) attribuées à l'ensemble sont également applicables aux parties de court-circuit des circuits de terre correspondants, y compris les dispositifs de mise à la terre.

5.8.102 Durée de court-circuit assignée phase-terre (t_{ke})

Une durée de court-circuit assignée phase-terre (t_{ke}) doit également être assignée à l'ensemble pour les parties du circuit de terre reliant chaque phase du circuit principal au point de mise à la terre prévu ou, le cas échéant, reliant le point de court-circuit entre phases au point de mise à la terre prévu. Cette valeur peut être inférieure à celle du circuit principal.

5.9 Tension d'alimentation assignée des circuits auxiliaires et de commande (U_a)

Le paragraphe 5.9 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

5.10 Fréquence d'alimentation assignée des circuits auxiliaires et de commande

Le paragraphe 5.10 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

5.11 Pression d'alimentation assignée en gaz comprimé pour les systèmes à pression entretenue

Le paragraphe 5.11 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

5.101 Classification de la fonction de mise à la terre par l'appareil de connexion principal

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 comme définie dans l'IEC 62271-102:2018 peut être assignée à cette fonction de mise à la terre.

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

5.102 Tensions d'essai assignées des câbles (U_{ct} (AC), U_{ct} (DC))

5.102.1 Généralités

Si l'ensemble est conçu pour permettre l'essai diélectrique des câbles à haute tension raccordés alors que le ou les jeux de barres de l'unité fonctionnelle associée restent en service, une ou plusieurs tensions d'essai assignées des câbles doivent être attribuées.

5.102.2 Tension d'essai des câbles à fréquence industrielle assignée U_{ct} (AC)

La tension d'essai des câbles à fréquence industrielle assignée correspond à la tension d'essai alternative maximale d'une durée de 1 min qu'il est possible d'appliquer aux câbles lorsqu'ils sont raccordés à l'ensemble qui peut être en service.

5.102.3 Tension continue d'essai des câbles assignée U_{ct} (DC) avec durée assignée t_{ct} (DC)

La tension continue d'essai des câbles assignée correspond à la tension d'essai continue maximale qu'il est possible d'appliquer aux câbles lorsqu'ils sont raccordés à l'ensemble qui peut être en service.

Une tension continue d'essai des câbles assignée est réputée couvrir les essais à très basse fréquence (par exemple 0,1 Hz) jusqu'à une valeur de crête égale à la valeur assignée de tension continue pour la même durée assignée.

Si aucune durée assignée t_{ct} (DC) n'est spécifiée, alors par défaut cette durée est de 15 min.

NOTE Des recommandations sont données dans l'IEEE 400.2 [3].

5.103 Caractéristiques assignées de la classification d'arc interne (IAC)

5.103.1 Généralités

Lorsqu'une classification IAC est assignée par le fabricant, plusieurs caractéristiques assignées doivent être spécifiées. Ces caractéristiques doivent être indiquées au moyen d'une désignation comme suit:

- classification: IAC (classification d'arc interne);
- classe d'accessibilité: A, B;
- faces classifiées de l'enveloppe: F, L, R;
- valeurs assignées de défaut d'arc triphasé: courant I_A [kA] et durée t_A [s];
- valeurs assignées de défaut d'arc monophasé (le cas échéant): courant I_{Ae} [kA] et durée t_{Ae} [s].

5.103.2 Classes d'accessibilité

Deux classes d'accessibilité à l'enveloppe d'un ensemble sur le site de l'installation sont définies:

- classe d'accessibilité A: accessibilité limitée au personnel autorisé uniquement;
- classe d'accessibilité B: accessibilité libre, y compris au public.

NOTE 1 Pour les appareillages montés sur poteau, voir l'IEC 62271-214 [4].

NOTE 2 La classification IAC définie dans le présent document ne s'applique pas aux compartiments ouverts et à la protection d'arc entre compartiments, sauf si l'ouverture est nécessaire pour effectuer des manœuvres. La norme IEEE C.37.20.7 définit le suffixe B pour le cas des compartiments à basse tension ouverts et le suffixe C pour la protection entre compartiments en cas d'arc interne [5].

5.103.3 Faces classifiées

En cas d'IAC, au moins la face avant de l'ensemble doit être classée au moins pour la classe d'accessibilité A, par le fabricant. Les faces de l'ensemble 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 fabricant.

5.103.4 Courants de défaut d'arc assignés (I_A , I_{Ae})

Il convient de choisir la valeur des courants de défaut d'arc assignés à partir de la série R10 spécifiée dans l'IEC 60059 [6].

Il existe deux caractéristiques assignées des courants de défaut d'arc:

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

Le fabricant doit spécifier les compartiments auxquels s'applique la caractéristique assignée de courant de défaut d'arc monophasé phase-terre. Cette valeur peut être assignée à un ensemble dont la construction empêche l'arc d'évoluer en polyphasé, comme cela est démontré au cours de l'essai d'arc interne.

Lorsque tous les compartiments à haute tension ne sont conçus que pour des défauts d'arc monophasé phase-terre la caractéristique I_{Ae} doit être assignée au lieu de I_A .

NOTE Des informations sur la relation entre le type de mise à la terre du neutre du réseau et le courant de défaut d'arc monophasé phase-terre sont données en 9.103.6.

5.103.5 Durée de défaut d'arc assignée (t_A , t_{Ae})

Les valeurs 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 assignée (t_{Ae}) de défaut d'arc monophasé phase-terre doit être assignée par le fabricant.

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

6 Conception et construction

6.1 Exigences pour les liquides utilisés dans l'appareillage

Le paragraphe 6.1 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

6.2 Exigences pour les gaz utilisés dans l'appareillage

Le paragraphe 6.2 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

NOTE Pour la manipulation de SF₆ et de ses mélanges, voir l'IEC 62271-4 [7].

6.3 Raccordement à la terre de l'appareillage

Le paragraphe 6.3 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec les ajouts suivants:

6.3.101 Mise à la terre des parties conductrices à haute tension

Toutes les parties conductrices à haute tension auxquelles l'accès est fourni avec l'ensemble en service, doivent avoir la possibilité d'être mises à la terre avant de devenir accessibles. Cela ne s'applique pas aux parties amovibles qui deviennent accessibles après avoir été séparées de l'ensemble et aux parties débrochables en position d'essai ou en position de sectionnement (voir 6.101).

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

La connexion du point de court-circuit entre phases au circuit de terre peut être dimensionnée selon les spécifications du circuit de terre.

6.3.102 Mise à la terre de l'enveloppe ou des enveloppes

L'enveloppe ou les enveloppes métalliques doivent être reliées électriquement (directement ou indirectement) au point de mise à la terre prévu. Les petites parties fixées sur une ou plusieurs enveloppes métalliques, jusqu'à un diamètre maximal de 12,5 mm, par exemple les têtes de vis, n'ont pas besoin d'être reliées électriquement au point de mise à la terre prévu. Toutes les parties métalliques, prévues pour être mises à la terre et ne faisant pas partie d'un circuit à haute tension ou auxiliaire doivent être aussi raccordées électriquement au point de mise à la terre prévu.

Les interconnexions à l'intérieur de chaque unité fonctionnelle doivent être réalisées par des moyens adéquats (par exemple, fixation par boulonnage ou soudage), assurant la continuité électrique entre le châssis, les capots, les portes, les cloisons métalliques ou d'autres éléments structurels et le point de mise à la terre. Les portes des compartiments à haute tension doivent être reliées au châssis par des moyens appropriés.

NOTE 1 L'enveloppe et les portes sont traitées au 6.102.

NOTE 2 Les demandes CEM pour l'installation complète peuvent nécessiter de définir spécialement le circuit de terre de l'ensemble.

6.3.103 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 de sectionnement, ainsi que dans toutes les positions intermédiaires. Les connexions de terre dans toutes les positions doivent avoir une capacité de conduire le courant au moins égale à celle exigée pour les enveloppes (voir le 6.102.1).

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

Si les parties débrochables ou amovibles contiennent des dispositifs 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 une partie du circuit de terre avec les valeurs assignées correspondantes (se référer aux 5.6, 5.7 et 5.8).

6.3.104 Circuit de terre

Les parties du circuit de terre de l'ensemble qui relient chaque unité fonctionnelle au point de mise à la terre doivent pouvoir supporter le courant de courte durée et le courant de crête phase-terre admissible (I_{ke} , I_{pe}) et la durée (t_{ke}) assignés.

NOTE 1 Par hypothèse, le point de court-circuit entre les phases du circuit de terre se trouve à l'intérieur de chaque unité fonctionnelle.

Pour les unités de transport à assembler lors de l'installation finale, le circuit de terre qui en résulte doit pouvoir supporter ses courants de courte durée et de crête et sa durée assignés.

Des parties d'enveloppe métallique peuvent faire partie du circuit de terre.

Si un conducteur de terre dédié est utilisé comme circuit de terre de l'ensemble, sa section doit être d'au moins 30 mm².

NOTE 2 Si le circuit de terre est constitué d'un conducteur de cuivre de mise à la terre s'étendant sur toute la longueur de l'ensemble, pour le courant de courte durée admissible assigné, une densité de courant dans le conducteur de mise à la terre ne dépassant pas 200 A/mm² pour une durée assignée de 1 s ou 125 A/mm² pour une durée assignée de 3 s est généralement suffisante.

NOTE 3 Une méthode de calcul des sections de conducteurs est donnée dans l'IEC 60724 [8].

Le circuit de terre est généralement conçu pour supporter une fois un défaut de court-circuit, ce qui peut nécessiter après un tel événement de procéder à des opérations de maintenance, voir également le 9.102.

6.4 Équipements et circuits auxiliaires et de commande

Le paragraphe 6.4 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

6.5 Manœuvre dépendante à source d'énergie extérieure

Le paragraphe 6.5 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

6.6 Manœuvre à accumulation d'énergie

Le paragraphe 6.6 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

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

Le paragraphe 6.7 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

6.8 Organes de commande à manœuvre manuelle

Le paragraphe 6.8 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

6.9 Fonctionnement des déclencheurs

Le paragraphe 6.9 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

6.10 Indication de la pression/du niveau

Le paragraphe 6.10 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

6.11 Plaques signalétiques

Le paragraphe 6.11 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable est applicable, à l'exception du Tableau 9, avec les ajouts suivants:

Les ensembles doivent comporter des plaques signalétiques durables et clairement lisibles qui doivent contenir les renseignements selon le Tableau 1.

Tableau 1 – Information pour la plaque signalétique

	Abréviation	Unité	Marquage (**)	Condition: Marquage exigé seulement si
(1) ^{a,b}	(2) ^a	(3)	(4)	(5)
Nom du fabricant			X	
Désignation du type du fabricant			X	
Numéro de série			X	
Référence aux instructions du fabricant			X	
Année de construction			X	
Norme applicable			X	
Tension assignée	U_r	kV	X	
Fréquence assignée	f_r	Hz	X	
Tension de tenue assignée aux chocs de foudre	U_p	kV	X	
Tension de tenue assignée à fréquence industrielle	U_d	kV	X	
Tension d'essai des câbles à fréquence industrielle assignée	$U_{ct} (AC)$	kV	(X)	
Tension continue d'essai des câbles assignée	$U_{ct} (DC)$	kV	(X)	

	Abréviation	Unité	Marquage (**)	Condition: Marquage exigé seulement si
(1) ^{a,b}	(2) ^a	(3)	(4)	(5)
Durée assignée pour l'essai des câbles en courant continu	t_{ct} (DC)	min	(X)	
Courant permanent assigné	I_r	A	X	
Courant de courte durée admissible assigné	I_k	kA	X	
Courant de crête admissible assigné	I_p	kA	X	
Durée de court-circuit assignée	t_k	s	X	
Courant de courte durée admissible assigné phase-terre	I_{ke}	kA	Y	différent de I_k (circuit principal)
Courant de crête admissible assigné phase-terre	I_{pe}	kA	Y	différent de I_p
Durée de court-circuit assigné phase-terre	t_{ke}	s	Y	différent de t_k (circuit principal)
Niveau de remplissage pour l'isolation et/ou la connexion (*)	p_{re} , ρ_{re} , m_{re}	kPa, kg/m ³ ou kg	(X)	
Niveau d'alarme pour l'isolation et/ou la connexion (*)	p_{ae} , ρ_{ae} , m_{ae}	kPa, kg/m ³ ou kg	Y	système à pression autonome avec une pression de fonctionnement minimale supérieure à 200 kPa (abs.)
Niveau de fonctionnement minimal pour l'isolation et/ou la connexion (*)	p_{me} , ρ_{me} , m_{me}	kPa, kg/m ³ ou kg	(X)	
Niveau de remplissage pour le fonctionnement (*)	p_{rm} , ρ_{rm} , m_{rm}	kPa, kg/m ³ ou kg	(X)	
Niveau d'alarme pour le fonctionnement (*)	p_{am} , ρ_{am} , m_{am}	kPa, kg/m ³ ou kg	Y	système à pression autonome avec une pression de fonctionnement minimale supérieure à 200 kPa (abs.)
Niveau de fonctionnement minimal pour le fonctionnement (*)	p_{mm} , ρ_{mm} , m_{mm}	kPa, kg/m ³ ou kg	(X)	
Catégorie de perte de continuité de service	LSC		(X)	
Classification d'arc interne	IAC		(X)	
Classe d'accessibilité	A ou B		(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	(X)	
Tension(s) d'alimentation assignée(s) des circuits auxiliaires et de commande. Spécifier le courant alternatif/continu (avec fréquence assignée)	U_a	V	(X)	
Type et masse de fluide (liquide ou gaz) pour l'isolation	M_f	kg	(X)	
Masse de l'ensemble (y compris tout fluide)	M	kg	Y	plus de 300 kg
Température minimale et maximale de l'air ambiant		°C	Y	différent de - 5 °C et/ou de 40 °C

	Abréviation	Unité	Marquage (**)	Condition: Marquage exigé seulement si
(1) ^{a,b}	(2) ^a	(3)	(4)	(5)
(*)	Densité ou pression absolue (abs.) ou pression relative (rel.) à indiquer à 20 °C pour les gaz, et masse pour les liquides			
(**)	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).			
^a	Les abréviations de la colonne (2) peuvent être utilisées à la place des termes de la colonne (1).			
^b	Si les termes de la colonne (1) sont utilisés, le mot "assigné" n'est pas nécessaire.			

Les informations de l'ensemble complet conformes au Tableau 1, doivent être lisibles en position normale de service. Le cas échéant, une plaque signalétique commune pour l'ensemble complet peut comporter les informations générales, avec une plaque signalétique séparée pour chaque unité fonctionnelle comprenant les informations particulières.

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

Les parties amovibles, le cas échéant, doivent avoir une plaque signalétique distincte qui, si applicable, peut contenir les données relatives à l'unité ou les unités fonctionnelles pour lesquelles elles sont conçues. Ces plaques signalétiques n'ont besoin d'être lisibles que lorsque la partie amovible est en position retirée.

NOTE Les fusibles sont des dispositifs amovibles qui n'exigent pas d'informations aussi spécifiques car ils répondent à des dimensions normalisées.

6.12 Dispositifs de verrouillage

Le paragraphe 6.12 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec les ajouts suivants:

Des verrouillages entre les différents matériels de l'équipement sont prévus pour des raisons de sécurité et pour faciliter l'utilisation. Les verrouillages ne doivent pas être endommagés par des tentatives de fausses manœuvres de tout appareil de connexion associé, dans les conditions spécifiées en 7.102.2. Les dispositions suivantes sont définies pour les appareils de connexion des circuits principaux et de terre.

a) Pour les parties amovibles des ensembles

- le débroschage ou l'embroschage d'un appareil de connexion ne doit être possible que si celui-ci se trouve dans la position d'ouverture;
- la manœuvre d'un appareil de connexion ne doit être possible que si celui-ci se trouve dans la position de service, de sectionnement, de retrait, ou d'essai;
- dans la position de service, le verrouillage doit empêcher la fermeture d'un appareil de connexion sauf si tous les circuits auxiliaires prévus pour l'ouverture automatique sont raccordés. Inversement, il doit être impossible de déconnecter les circuits auxiliaires, le disjoncteur étant fermé, en position de service.

b) Pour les autres parties des ensembles

- des verrouillages doivent être prévus pour empêcher la manœuvre des sectionneurs dans des conditions pour lesquelles ils ne sont pas prévus (voir l'IEC 62271-102:2018). La manœuvre d'un sectionneur ne doit être possible que lorsque le circuit est ouvert. Sont exemptés:
 - les interrupteurs-sectionneurs;
 - les systèmes à double jeu de barres conçus pour avoir un transfert de barres sans interruption de courant.
- le fonctionnement du disjoncteur, de l'interrupteur ou du contacteur doit être empêché par des verrouillages aussi longtemps que les appareils de connexion associés, c'est-à-dire le sectionneur et/ou le sectionneur de terre, n'ont pas atteint leur position de fermeture ou d'ouverture prévue;
- 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 (ou tout dispositif de mise à la terre), le sectionneur de terre doit être verrouillé avec l'appareil de connexion principal. Des dispositions doivent être prises pour protéger l'appareil de connexion principal contre une ouverture involontaire, par exemple par déconnexion des circuits à déclencheurs et le blocage du déclenchement mécanique;
- il convient que les sectionneurs de terre ayant un pouvoir d'établissement sur court-circuit assigné inférieur à la valeur de crête du courant admissible assignée du circuit principal soient verrouillés avec les appareils de connexion associés.

En ce qui concerne les éléments de remplacement amovibles, leur retrait ou leur embrochage doit être empêché, à moins que les contacts du socle de fusible ne soient mis à la terre ou isolés de toutes les sources d'alimentation; voir également 6.101.

Le fabricant doit fournir toutes les informations nécessaires sur le but et le mode de fonctionnement des verrouillages.

NOTE Pour les verrouillages avec capots et portes, voir 6.102.2

Dans le cas de verrouillages électriques, 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 fabricant peut fournir des dispositifs complémentaires pour des manœuvres manuelles sans verrouillage. Dans ce cas, le fabricant doit clairement les identifier et doit définir les procédures de manœuvre.

6.13 Indicateur de position

Le paragraphe 6.13 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable. En complément, pour tous les dispositifs impliqués dans les fonctions de sectionnement et de mise à la terre, le 6.104.3 de l'IEC 62271-102:2018 est applicable.

6.14 Degrés de protection procurés par les enveloppes

6.14.1 Généralités

Le paragraphe 6.14.1 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

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

Le paragraphe 6.14.2 de l'IEC 62271-1:2017 n'est pas applicable. Le degré de protection minimal doit être IP2X, selon l'IEC 60529:1989, l'IEC 60529:1989/AMD1:1999 et l'IEC 60529:1989/AMD2:2013.

Des exigences supplémentaires sont spécifiées en 6.102 et 6.103.

6.14.3 Protection contre la pénétration d'eau (codification IP)

Le paragraphe 6.14.3 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

6.14.4 Protection du matériel contre les impacts mécaniques dans les conditions normales de fonctionnement (codification IK)

Le paragraphe 6.14.4 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec l'ajout suivant:

Pour l'installation à l'intérieur, le niveau d'impact minimal doit être IK07 selon l'IEC 62262 (2 J).

6.15 Lignes de fuite pour les isolateurs d'extérieur

Le paragraphe 6.15 de l'IEC 62271-1:2017 n'est pas applicable.

6.16 Étanchéité au gaz et au vide

Le paragraphe 6.16 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec l'ajout suivant:

Des exigences supplémentaires sont spécifiées en 6.103.2.3.

6.17 Étanchéité des systèmes de liquide

Le paragraphe 6.17 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec l'ajout suivant:

Des exigences supplémentaires sont spécifiées en 6.103.2.3.

6.18 Risque de feu (Inflammabilité)

Le paragraphe 6.18 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

6.19 Compatibilité électromagnétique (CEM)

Le paragraphe 6.19 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

6.20 Émission de rayons X

Le paragraphe 6.20 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

6.21 Corrosion

Le paragraphe 6.21 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

6.22 Niveaux de remplissage pour l'isolement, la coupure et/ou la manœuvre

Le paragraphe 6.22 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

6.101 Exigences générales pour les ensembles

Les ensembles doivent être conçus de façon à pouvoir réaliser en toute sécurité les manœuvres en utilisation normale. Des exemples de manœuvres qu'un fabricant peut définir comme une utilisation normale sont:

- détermination de la présence ou de l'absence de tension liée aux "conditions en service" sur le circuit principal, y compris la vérification de la séquence des phases, voir l'IEC 62271-213:2021 et l'IEC 62271-215:2021;
- la mise à la terre des câbles raccordés, la localisation des défauts dans les câbles, les essais de tension des câbles raccordés;
- la suppression des charges électrostatiques dangereuses piégées.

Dans le cas où un compartiment à haute tension peut être ouvert, c'est-à-dire un compartiment accessible, le fonctionnement sûr de l'ensemble exige (indépendamment du fait qu'il s'agisse d'un modèle fixe ou débrochable) que les parties à haute tension soient isolées de toute source d'alimentation et mises à la terre. Sont exemptées de cette exigence:

- les parties à haute tension qui sont amenées en position déconnectée avec les volets correspondants fermés;
- les parties à haute tension, si elles sont noyées dans un matériau isolant solide et si elles sont conformes au moins à la catégorie de protection PA de l'IEC 62271-201:2014.

Les dispositifs de sectionnement utilisés pour l'isolation doivent être verrouillés pour empêcher une reconnexion.

Si une partie amovible ou débrochable ne comporte pas de dispositif de mise à la terre destiné à mettre à la terre le circuit principal de cette partie amovible avant de devenir accessible, il doit être possible, par des moyens de mise à la terre manuelle, de décharger en toute sécurité les charges piégées de cette partie amovible. Le fabricant doit définir la procédure recommandée dans la référence aux instructions du fabricant.

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

Des parties amovibles et des matériels de courant et d'isolation assignés supérieur ou égal peuvent être installés à la place de parties amovibles et de matériels de courant et d'isolation assignés inférieurs ou égaux si la conception des parties amovibles, des matériels et des compartiments permet l'interchangeabilité mécanique. Ceci ne s'applique généralement pas aux dispositifs limiteurs de courant.

NOTE L'installation de parties amovibles ou de matériels de caractéristique assignée supérieure n'augmente pas nécessairement les performances de l'unité fonctionnelle ou n'implique pas que l'unité fonctionnelle soit capable de fonctionner aux valeurs assignées augmentées des parties amovibles ou des matériels.

Les composants contenus dans un ensemble doivent être conformes aux différentes normes pertinentes. Le présent document complète, voire remplace les normes des différents composants en ce qui concerne leur montage dans les ensembles.

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

6.102 Enveloppe métallique

6.102.1 Généralités

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

L'enveloppe doit être en métal. Les exceptions suivantes s'appliquent:

- des parties de l'enveloppe peuvent être constituées de matériau non métallique, à condition que toutes les parties à haute tension soient entièrement entourées par des cloisons ou des volets métalliques raccordés au circuit de terre;
- regards conformes à 6.102.4;
- la surface d'assise sous l'ensemble installé à condition qu'elle soit solide et ne permette pas l'accès au-dessous de l'ensemble.

Lorsque l'ensemble est installé, l'enveloppe doit procurer au moins le degré de protection IP2X selon l'IEC 60529:1989, l'IEC 60529:1989/AMD1:1999 et l'IEC 60529:1989/AMD2:2013. 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 fonctionnement, indépendamment du mode de maintien en position de ces portes et capots.

Les enveloppes doivent aussi assurer une protection conforme aux conditions suivantes:

- les parties métalliques des enveloppes doivent être conçues pour conduire un courant de 30 A (en courant continu) avec une chute de tension maximale de 3 V au point de mise à la terre prévu;
- les parties de l'enveloppe renfermant des compartiments à haute tension accessibles par outillage doivent comporter un étiquetage clair indiquant le risque électrique en cas de retrait ou d'ouverture;
- les surfaces horizontales de l'enveloppe, par exemple les panneaux du toit, ne sont pas conçues normalement pour supporter le poids d'une personne ou de matériel supplémentaire non fournis comme partie de l'ensemble. Si le fabricant déclare qu'il est nécessaire de monter ou marcher sur l'ensemble pour l'exploitation ou la maintenance, la conception doit être telle que les surfaces concernées puissent supporter le poids de l'opérateur. Dans ce cas, le degré IP ne doit pas être affecté et aucune déformation permanente n'est admise, et les zones de l'équipement où il n'est pas possible de se tenir debout ou de marcher en toute sécurité, par exemple les volets de décompression, doivent être clairement identifiées.

6.102.2 Capots et portes

Les capots et les portes qui font partie de l'enveloppe doivent être en métal. Toutefois, certains capots et portes peuvent être en matériau isolant, pourvu que les parties à haute tension soient entourées de cloisons ou volets en métal reliés au point de mise à la terre prévu.

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

Les capots et les portes ne doivent pas être réalisés sous forme de grillages, de métal déployé ou sous des formes similaires. Quand des orifices de ventilation et d'échappement ou des regards sont prévus dans les capots ou les portes, référence est faite à 6.102.4 ou à 6.102.5.

Les capots et 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 du présent paragraphe.

Sont distinguées plusieurs catégories de capots et de portes selon le type de compartiments à haute tension accessibles auxquels ils donnent accès:

- a) capots et portes donnant accès à des compartiments accessibles par outillage;
Ces capots et portes (capots fixes) n'ont pas besoin d'être ouverts pour l'utilisation normale telle que définie par le fabricant. Ils ne doivent pas pouvoir être ouverts, démontés ou retirés sans l'aide d'outils. Des procédures spéciales sont exigées pour garantir que l'ouverture ne peut être réalisée que si des précautions ont été prises pour assurer la sécurité électrique.
- b) capots et portes donnant accès à des compartiments accessibles contrôlés par verrouillage ou selon procédure;
Ces capots et portes doivent être fournis s'il est nécessaire d'accéder aux compartiments pour l'utilisation normale telle que définie par le fabricant. Ces capots et portes ne doivent pas nécessiter d'outils pour leur ouverture ou leur enlèvement et doivent présenter les caractéristiques suivantes:
 - les compartiments accessibles contrôlés par verrouillage doivent être équipés d'un dispositif de verrouillage tel que l'ouverture du compartiment ne doit être possible que si la partie à haute tension contenue dans le compartiment rendu accessible est isolée et à la terre, ou dans une position de sectionnement avec les volets fermés;

- les compartiments accessibles selon procédure doivent être fournis avec des dispositions de verrouillage, par exemple des cadenas. Il convient que l'utilisateur mette en place les procédures appropriées pour assurer que les compartiments accessibles selon procédure ne puissent être ouverts que si la partie à haute tension contenue dans le compartiment rendu accessible est isolée et à la terre, ou dans une position de sectionnement avec les volets fermés. Les procédures peuvent être imposées par les lois nationales d'installation ou par les documents de sécurité de l'utilisateur.

Si des compartiments accessibles contrôlés par verrouillage ou selon procédure ont d'autres capots qui peuvent être ouverts avec des outillages, il convient d'appliquer des procédures appropriées ou d'apposer des étiquettes d'avertissement particulières.

6.102.3 Cloisons ou volets faisant partie de l'enveloppe

Si les volets ou les cloisons deviennent partie de l'enveloppe avec la partie amovible dans une des positions définies de 3.6.110 à 3.6.112, ils ou elles doivent être en métal, mises ou mis à la terre et doivent procurer un degré de protection minimal IP2X.

À cet égard, il convient de noter les éléments suivants:

- un volet ou une cloison devient partie de l'enveloppe si il ou elle est accessible dans l'une des positions définies de 3.6.110 à 3.6.112 et si aucune porte n'est prévue pouvant être fermée dans les positions définies de 3.6.109 à 3.6.112;
- s'il est prévu qu'une porte peut être fermée dans les positions définies de 3.6.109 à 3.6.112, la cloison ou le volet derrière cette porte n'est pas considéré comme faisant partie de l'enveloppe.

6.102.4 Regards

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

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

L'isolation entre les parties actives à haute tension et la surface accessible des regards doit être conforme aux niveaux d'isolement assignés U_d et U_p selon 5.3.

6.102.5 Orifices de ventilation et d'échappement

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

6.103 Compartiments à haute tension

6.103.1 Généralités

Les compartiments à haute tension peuvent être de différents types, par exemple:

- isolés dans l'air;
- à remplissage de liquide (voir 6.103.2);
- à remplissage de gaz (voir 6.103.2).

Il convient que les compartiments à haute tension soient également classés comme accessibles ou non accessibles.

NOTE 1 Seuls les compartiments à haute tension accessibles sont pris en considération lors de la définition de la catégorie LSC d'une unité fonctionnelle.

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

Les connexions électriques entre le circuit principal de l'ensemble et les conducteurs extérieurs (câbles ou barres) au réseau électrique ou aux appareils à haute tension de l'installation doivent être réalisées dans un compartiment à haute tension accessible. Ce compartiment doit être désigné comme "compartiment connexions".

Lorsque d'autres composants principaux (par exemple disjoncteurs, jeux de barres) sont contenus dans le compartiment connexions, il convient alors que la désignation reste principalement celle du compartiment connexions.

Le compartiment connexions peut être identifié plus précisément en fonction des différents composants joints, par exemple le compartiment connexions/TC ou le compartiment connexions/disjoncteur. Toutefois, aux fins de la catégorisation LSC, la désignation est "compartiment connexions".

La catégorie LSC ne peut être attribuée qu'aux unités fonctionnelles qui comprennent un compartiment connexions. Cela implique qu'une unité fonctionnelle de sectionnement de barres ou de coupleur de barres, par exemple, n'a pas de catégorie LSC, voir la Figure 9.

Les compartiments jeu de barres peuvent s'étendre sur plusieurs unités fonctionnelles sans que des traversées ou autres dispositifs équivalents ne soient nécessaires. Toutefois, dans le cas d'ensembles LSC2, LSC2A, LSC2B avec compartiments jeu de barres accessibles (voir 9.101.3), chaque jeu de barres, par exemple dans les systèmes à double jeu de barres, ou chaque section sectionnable ou manœuvrable de jeu de barres, doit être dans un compartiment séparé.

NOTE 2 Le système à jeu de barres n'est pas considéré comme une unité fonctionnelle.

Les parties des systèmes de jeu de barres situées entre deux compartiments à haute tension d'unités fonctionnelles doivent être considérées comme faisant partie de leurs compartiments adjacents si l'IP2X est assuré pour ces parties "intermédiaires" par les enveloppes des deux compartiments à haute tension adjacents. Si le degré IP2X n'est pas atteint, un compartiment séparé doit être défini pour ces parties "intermédiaires".

Les parties du jeu de barres à l'extrémité du système de jeu de barres doivent être considérées comme faisant partie du compartiment adjacent si leur longueur hors de l'enveloppe du compartiment à haute tension est inférieure à 12,5 mm. Si ce critère n'est pas respecté, un compartiment séparé doit être défini pour ces éléments de prolongement de jeu de barres.

6.103.2 Compartiments à remplissage de fluide (gaz ou liquide)

6.103.2.1 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, lorsqu'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 telles que les compartiments sont remplis normalement avec un gaz stable et non corrosif dans les conditions qui prévalent dans le compartiment; comme il est fondamental pour le bon fonctionnement de l'ensemble de maintenir ce gaz dans cet état avec seulement de faibles variations de pression, et comme les compartiments ne seront pas soumis à une corrosion interne, la prise en compte de ces facteurs est inutile pour la conception des compartiments.

Les compartiments à remplissage de gaz dont la pression de calcul est supérieure à 300 kPa (pression relative) doivent être conçus conformément aux exigences de pression de l'IEC 62271-203.

NOTE Voir également l'Annexe C.

6.103.2.2 Conception

La conception d'un compartiment à remplissage de fluide doit être fondée sur la nature du fluide, la température de calcul et si applicable, le niveau de remplissage défini par le présent document.

Pour les installations intérieures, la température de calcul d'un compartiment à remplissage de fluide est généralement la température maximale de l'air ambiant, augmentée de l'échauffement du fluide dû au passage du courant permanent assigné. Pour les installations extérieures, les autres influences possibles, par exemple les radiations solaires, doivent être prises en compte.

La pression de calcul d'un compartiment doit être au moins égale à la différence de pression maximale entre le fluide à l'intérieur du compartiment à la température de calcul que le fluide utilisé pour l'isolation peut atteindre dans les conditions de service maximales spécifiées, et les fluides environnants, comme l'air ambiant ou les fluides d'isolation dans d'autres compartiments.

En plus de la température de calcul, le calcul de la pression de calcul doit tenir compte de:

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

6.103.2.3 Étanchéité

Le fabricant doit indiquer le système de pression utilisé et le taux de fuite admissible pour les compartiments à remplissage de fluide (voir 6.16 et 6.17 de l'IEC 62271-1:2017). Ceci doit tenir compte des limites relatives établies dans le Tableau 15 de l'IEC 62271-1:2017 pour les taux de fuite accrus temporairement à des températures différentes de 20 °C.

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

Pour les compartiments à remplissage de gaz dont la pression minimale de fonctionnement excède 100 kPa (pression relative), une indication doit être fournie quand la pression à 20 °C est tombée en dessous du niveau minimal de fonctionnement (voir 3.6.114).

Il convient qu'une cloison séparant un compartiment rempli de gaz isolant d'un compartiment voisin rempli avec un liquide ne présente aucune fuite pouvant affecter les qualités diélectriques des deux milieux.

6.103.2.4 Décharge de pression des compartiments à remplissage de fluide

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

6.103.3 Cloisons et volets

6.103.3.1 Généralités

Un compartiment peut comporter des barrières ou des structures conçues pour réaliser différentes fonctions de protection mécanique ou diélectrique, mais qui n'assurent pas la fonction de cloison ou d'enveloppe.

Les cloisons et les volets, lorsqu'ils sont accessibles en service, doivent offrir au moins le degré de protection IP2X selon les normes IEC 60529:1989, IEC 60529:1989/AMD1:1999 et IEC 60529:1989/AMD2:2013.

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

Les ouvertures dans l'enveloppe d'un ensemble et dans les cloisons entre des compartiments accessibles en service, par lesquelles les contacts des parties amovibles ou débrochables engagent des contacts fixes doivent comporter des volets automatiques qui assurent la protection des personnes dans chacune des positions définies de 3.6.110 à 3.6.112. 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 de la partie débrochable.

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

Si un ou plusieurs ensembles de contacts fixes peuvent être rendus accessibles par des volets ouverts (par exemple à des fins d'entretien ou d'essai), les volets doivent être équipés de moyens permettant de verrouiller chaque ensemble indépendamment en position fermée.

Si la fermeture automatique des volets peut être rendue inopérante afin de les maintenir en position ouverte (par exemple à des fins de maintenance ou d'essai), il ne doit être possible ni de remettre l'appareil de connexion en position de service ni de fermer l'appareil de connexion en position de service, tant que le fonctionnement automatique des volets n'est pas rétabli. Ceci peut être réalisé par exemple en empêchant le retour de l'appareil de connexion dans sa position de service ou par un rétablissement automatique lors du retour de l'appareil de connexion dans sa position de service.

Il est admis d'insérer de manière temporaire une cloison pour empêcher que les contacts fixes sous tension ne soient exposés (voir 11.5). L'insertion d'une telle cloison temporaire doit être possible avant que le compartiment à ouvrir n'expose les parties à haute tension qui sont destinées à être maintenues sous tension.

Pour la classe PM, les cloisons et volets entre les compartiments ouverts et les parties actives à haute tension de l'ensemble doivent être en métal; sinon la classe est PI (voir 3.6.106 à 3.6.108).

6.103.3.2 Cloisons et volets en métal

Les cloisons et volets en métal ou leurs parties métalliques doivent être raccordés au point de mise à la terre comportant une chute de tension inférieure à 3 V à 30 A (en courant continu).

Les discontinuités dans les cloisons en métal et les volets en métal quand ils sont fermés et qui peuvent devenir accessibles ne doivent pas être supérieures à 12,5 mm.

NOTE Le terme "discontinuité" concerne toute zone d'isolation ou non mise à la terre ou tout trajet, traversant la cloison.

6.103.3.3 Cloisons et volets non métalliques

Les cloisons et volets non métalliques, partiellement ou totalement en matériau isolant, et qui peuvent devenir accessibles doivent satisfaire aux exigences suivantes:

- a) l'isolation entre les parties actives à haute tension et la surface accessible des cloisons et volets isolants doit satisfaire aux essais de tension avec les tensions d'essai définies en 5.3 de l'IEC 62271-1:2017 pour l'isolation à la terre et entre pôles;
- b) le matériau isolant doit supporter les tensions d'essai à fréquence industrielle spécifiées au point a). Il convient d'appliquer les méthodes d'essai appropriées indiquées dans l'IEC 60243-1 [9];
- c) l'isolation entre les parties actives à haute tension et le côté intérieur des cloisons et volets en matériau isolant en face de ces parties doit supporter au moins 150 % de la tension assignée de l'équipement, s'il est prévu un milieu isolant séparé intermédiaire, c'est-à-dire un gaz ou un liquide;

NOTE Un isolant solide renfermant des parties conductrices à haute tension n'est pas considéré comme une cloison.

- d) les courants de fuite qui peuvent atteindre la surface accessible des cloisons et volets en matériau isolant par un trajet continu sur des surfaces isolantes ou par un trajet interrompu seulement par d'étroits espaces de gaz ou de liquide, ne doivent pas être supérieurs à 0,5 mA dans les conditions d'essai spécifiées (voir 7.104.3).

6.104 Parties amovibles

Si l'ensemble comprend des parties amovibles qui peuvent être échangées, par exemple des éléments de remplacement, le fabricant doit fournir une liste de référence.

NOTE 1 L'IEC 62271-105 fournit des informations supplémentaires relatives à la liste de référence des fusibles des combinaisons d'éléments de remplacement.

Les parties amovibles assurant la distance de sectionnement entre les conducteurs à haute tension doivent satisfaire à l'IEC 62271-102:2018, sauf en ce qui concerne les essais de fonctionnement mécanique (voir 7.102 et 8.102). 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 replacées plus fréquemment que pour des raisons de maintenance, alors les essais doivent également inclure les essais de fonctionnement mécanique conformément à l'IEC 62271-102:2018.

Les parties amovibles qui sont fixées, par exemple par des boulons et/ou des vis, ne sont pas soumises aux essais de fonctionnement mécanique conformément au 7.102.1, sauf indication contraire du fabricant.

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

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

NOTE 2 Voir l'IEC 62271-102:2018, ainsi que l'Annexe C.

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

Pour les ensembles classifiés IAC, le déplacement de parties débrochables de ou vers leur position de service doit se faire sans diminution du niveau spécifié de protection en cas d'arc interne. Ceci est obtenu par exemple quand la manœuvre n'est possible que si les portes ou les capots destinés à la protection des personnes sont fermés. D'autres conceptions assurant un niveau équivalent de protection sont admises.

6.105 Dispositions pour les essais diélectriques des câbles

Les ensembles peuvent être conçus pour permettre de réaliser les essais de câbles lorsqu'ils sont raccordés à l'ensemble. Ceci peut être réalisé soit à partir d'une connexion d'essai dédiée ou des extrémités de câbles. Dans les deux cas l'ensemble doit avoir une ou des tensions d'essai assignées des câbles telles que spécifiées en 5.102, 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.

6.106 Défaut d'arc interne

Les ensembles qui satisfont aux exigences du présent document sont conçus et construits, en principe, pour éviter les défauts d'arc interne. Cependant, lorsqu'une classification d'arc interne IAC est assignée, l'ensemble doit être conçu pour fournir un niveau défini de protection des personnes en cas d'arc interne, lorsque l'ensemble est en condition normale de fonctionnement.

Les conditions normales de fonctionnement impliquent que les portes et les capots soient fermés, sauf si l'ouverture est nécessaire pour effectuer des manœuvres.

Si une classe IAC est assignée, cette désignation doit figurer sur la plaque signalétique (voir 6.11).

Des exemples de désignations de la classification IAC sont donnés en 9.103.6.

7 Essais de type

7.1 Généralités

7.1.1 Principes fondamentaux

Le paragraphe 7.1.1 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec l'ajout suivant:

Les composants contenus dans un ensemble doivent être conformes à leurs normes individuelles de composants, en tenant compte de l'Article 7.

Il n'est pas praticable de soumettre toutes les dispositions prévues d'ensemble à des essais de type, compte tenu de la multiplicité des types, des caractéristiques assignées et des combinaisons possibles de composants. La validité des essais de type effectués sur un objet d'essai avec un ensemble défini de caractéristiques assignées par rapport à d'autres ensembles de la même famille avec un ensemble différent de caractéristiques assignées ou des dispositions différentes des composants peut être évaluée; dans ce cas, il convient d'appliquer l'IEC TR 62271-307 [10].

Les essais de type et vérifications comprennent:

des essais de type obligatoires pour vérifier:

- a) le niveau d'isolement assigné de l'équipement (voir 7.2);
- b) le mesurage de la résistance des circuits (voir 7.4);
- c) le courant permanent assigné d'une partie quelconque de l'équipement et le mesurage de la résistance des circuits (voir 7.5);
- d) l'aptitude des circuits principaux et de terre à supporter la valeur de crête du courant admissible assignée et le courant de courte durée admissible assigné (voir 7.6);
- e) le pouvoir d'établissement et le pouvoir de coupure des appareils de connexion contenus dans l'équipement (voir 7.101);
- f) le fonctionnement mécanique satisfaisant des appareils de connexion et des parties amovibles contenues dans l'équipement (voir 7.102);
- g) le code de protection IP (voir 7.7.1);
- h) le code de protection IK (voir 7.7.2);

des essais de type obligatoires, le cas échéant, pour vérifier:

- i) les circuits auxiliaires et de commande (voir 7.10);
- j) la protection des personnes contre les effets électriques dangereux (voir 7.104);
- k) la résistance à la pression des compartiments à remplissage de gaz (voir 7.103);
- l) l'étanchéité des compartiments à remplissage de gaz ou de liquide (voir 7.8);
- m) la classification IAC (voir 7.105);
- n) la compatibilité électromagnétique (CEM) (voir 7.9);
- o) le niveau des rayonnements X pour les ampoules à vide (voir 7.11);
- p) la protection de l'équipement contre les effets externes dus aux intempéries (voir 7.7.1);
- q) les tensions d'essai assignées des câbles (voir 7.2.101);

les essais de type facultatifs (faisant l'objet d'un accord entre fabricant et utilisateur):

- r) essais d'évaluation de l'isolation de l'équipement par le mesurage des décharges partielles (voir 7.2.10).

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

7.1.2 Informations pour l'identification des objets d'essai

Le paragraphe 7.1 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

7.1.3 Information à inclure dans les rapports d'essai de type

Le paragraphe 7.1.3 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec l'ajout suivant:

Pour le rapport d'essai relatif aux essais au courant permanent, voir 7.5.101.

Pour le rapport relatif aux essais de défaut d'arc interne, voir 7.105.6.

7.2 Essais diélectriques

7.2.1 Généralités

Le paragraphe 7.2.1 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

7.2.2 Conditions de l'air ambiant pendant les essais

Le paragraphe 7.2.2 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

7.2.3 Modalités des essais sous pluie

Le paragraphe 7.2.3 de l'IEC 62271-1:2017 n'est pas applicable.

7.2.4 Disposition de l'appareil

Le paragraphe 7.2.4 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec l'ajout suivant:

Les dispositifs de protection contre les surtensions doivent être déconnectés ou enlevés pour l'essai.

Pour les ensembles avec un fluide isolant (liquide ou gazeux), les essais diélectriques doivent être effectués sur les objets d'essai avec le fluide isolant spécifié par le fabricant et à la valeur minimale fonctionnelle de remplissage également spécifiée par le fabricant.

7.2.5 Conditions de réussite des essais

Le paragraphe 7.2.5 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec les modifications suivantes:

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

Pour les compartiments remplis avec un fluide soumis à l'essai avec des traversées d'essai ne faisant pas partie de l'ensemble, les chocs conduisant à un amorçage le long de la surface des traversées d'essai ne sont pas considérés comme faisant partie de la série d'essais.

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

Le paragraphe 7.2.6 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable à l'exception de 7.2.6.2 et avec les ajouts suivants:

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

a) à la terre et entre phases;

Les tensions d'essai spécifiées en 7.2.7 doivent être appliquées en connectant successivement chaque conducteur de phase du circuit principal à la borne à haute tension de la source d'essai. Tous les autres conducteurs du circuit principal et des circuits auxiliaires doivent être reliés au conducteur de terre ou au châssis et à la borne de terre de la source d'essai.

Si les conducteurs de phase sont séparés par un cloisonnement métallique, seuls des essais à la terre doivent être effectués.

Les essais diélectriques doivent être effectués avec tous les appareils de connexion fermés 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 d'ouverture ou que les parties amovibles sont dans une position de sectionnement, de retrait ou d'essai. Dans ces conditions, les essais doivent être répétés avec ce ou ces dispositifs dans ces positions spécifiques. Toutefois, les appareils de connexion n'ont pas besoin d'être soumis aux essais en position d'ouverture lorsque la norme de leur composant n'exige pas de les soumettre aux essais dans cette position, et les parties amovibles elles-mêmes ne doivent pas être soumises à ces essais diélectriques lorsqu'elles sont dans une position de sectionnement, d'essai ou de retrait. La mise à la terre des parties amovibles dans ces positions pendant les essais doit être comme en service.

Au cas où des dispositifs spécifiques, tels que les transformateurs de courant, les extrémités de câble ou les déclencheurs/indicateurs de surintensité, influencent les champs électriques, ils doivent être installés comme en service pendant ces essais. Pour les essais de tension de choc de foudre, les dispositions selon 7.2.7.3 sont admises. En cas de doute concernant la configuration la plus défavorable, les essais doivent être repris dans plusieurs configurations possibles.

Pour vérifier la conformité aux exigences de 6.102.4 et du point a) de 6.103.3.3, un feuillet métallique, de surface circulaire ou carrée aussi grande que possible mais n'excédant pas 100 cm², devant être mis à la terre, doit être appliqué à l'endroit le plus défavorable sur le côté accessible, pendant la manœuvre ou la maintenance, du regard, de la cloison ou du volet du matériau isolant. En cas de doute sur l'endroit le plus défavorable, l'essai doit être répété avec le feuillet appliqué à des endroits différents. Pour la commodité de l'essai, sous réserve d'un accord entre le laboratoire d'essai et le fabricant, il est possible d'appliquer simultanément plus d'un feuillet métallique ou de recouvrir de plus grandes parties du matériau isolant.

b) sur la distance de sectionnement;

Chaque distance de sectionnement du circuit principal doit être soumise à essai aux tensions d'essai spécifiées en 7.2.7 selon les procédures d'essai définies en 7.2.6.3 de l'IEC 62271-1:2017.

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 débroché ou retiré;
- la somme des distances d'isolement entre plusieurs espaces ouverts en série.

Si, dans la position de sectionnement ou d'essai, un volet en métal mis à la terre est interposé entre les contacts séparés en vue d'assurer un cloisonnement métallique, la distance entre le volet en métal mis à la terre et les parties actives doit tenir seulement les tensions d'essai exigées à la terre selon le point a) ci-dessus.

Si, dans la position de sectionnement, il n'y a pas de cloisonnement métallique entre la partie fixe et la partie débrochable quand une distance de sectionnement est établie, les tensions d'essai spécifiées sur la distance de sectionnement doivent être appliquées sous les conditions ci-après. 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.

c) essais complémentaires.

Pour vérifier la conformité à l'exigence du point c) de 6.103.3.3 le cas échéant, l'isolation entre les parties actives à haute tension et le côté interne des cloisons ou volets en matériau isolant doit être soumise à une tension d'essai à fréquence industrielle égale à 150 % de la tension assignée U_r pendant 1 min après avoir recouvert d'un feuillet métallique mis à la terre la surface interne de la cloison ou du volet située en face de ces parties actives comme cela est décrit au point a) ci-dessus.

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

7.2.7.1 Généralités

Le paragraphe 7.2.7.1 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

7.2.7.2 Essais de tension à fréquence industrielle

Le paragraphe 7.2.7.2 de l'IEC 62271-1:2017 est remplacé par les dispositions suivantes:

L'ensemble doit être soumis à des essais de tension de tenue de courte durée à fréquence industrielle selon 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 configuration du champ des connexions à haute tension. Un transformateur, une bobine ou un dispositif analogue normalement connecté entre phases doit être déconnecté du pôle auquel est appliquée la tension d'essai.

Lors des essais de tension à fréquence industrielle de valeur commune, une borne du transformateur d'essai doit être reliée à la terre et à l'enveloppe de l'ensemble.

Pour les essais de tension à fréquence industrielle à distance de sectionnement, le 7.2.6.3 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable, "châssis" devant être remplacé par "enveloppe".

Pour les cas spéciaux à l'étude en 7.2.6.3 de l'IEC 62271-1:2017, la distance de sectionnement peut être soumise à l'essai comme suit:

- méthode préférentielle: Dans ce cas, aucune des deux valeurs de tension appliquées aux deux bornes ne doit être supérieure à la tension de tenue assignée phase-terre;
- méthode alternative: La tension à la terre du châssis U_f n'a pas besoin d'être fixée avec autant d'exactitude et le châssis peut même être isolé à la terre.

7.2.7.3 Essais de tension de choc de foudre

Le paragraphe 7.2.7.3 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec les ajouts suivants:

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

Les enroulements secondaires des transformateurs de courant doivent être court-circuités et mis à la terre. Les enroulements primaires des transformateurs de courant peuvent aussi être court-circuités.

Lors des essais de tension de choc de foudre de valeur commune, une borne du générateur doit être reliée à la terre et à l'enveloppe de l'ensemble.

Pour les essais de tension de choc de foudre à distance de sectionnement, le 7.2.6.3 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable, "châssis" devant être remplacé par "enveloppe".

7.2.8 Essais de l'appareillage de $U_r > 245$ kV

Le paragraphe 7.2.8 de l'IEC 62271-1:2017 n'est pas applicable.

7.2.9 Essais de pollution artificielle pour les isolateurs d'extérieur

Le paragraphe 7.2.9 de l'IEC 62271-1:2017 n'est pas applicable.

7.2.10 Essais de décharges partielles

Le paragraphe 7.2.10 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec les ajouts suivants:

Si cet essai est réalisé, il doit être effectué selon l'Annexe B.

NOTE Il est de bonne pratique d'ingénierie d'effectuer un essai de type de décharge partielle sur une unité fonctionnelle ou un ensemble complet (si possible).

7.2.11 Essais diélectriques sur les circuits auxiliaires et de commande

Le paragraphe 7.2.11 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec les ajouts suivants:

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

S'il existe des dispositifs de limitation de tension dans les circuits auxiliaires et de commande, ils doivent être déconnectés.

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

7.2.12 Essai de tension comme essai de vérification d'état

Le paragraphe 7.2.12 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

7.2.101 Essais diélectriques sur les circuits d'essai des câbles

Cet essai de type ne s'applique qu'aux ensembles ayant une ou plusieurs tensions d'essai assignées des câbles.

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

- la tension assignée U_r doit être appliquée en tant que tension monophasée entre tous les conducteurs de phase du côté jeu de barres raccordés ensemble et la terre;
- la tension d'essai assignée des câbles U_{ct} (AC) ou U_{ct} (DC) doit être appliquée à tour de rôle à chaque pôle de la connexion d'essai des câbles. Les deux autres connexions d'essai des câbles doivent être connectées à la terre lors de la mise sous tension d'un pôle.

Les tensions d'essai définies en a) et b) doivent être appliquées simultanément. Si, au cours de cet essai, un cloisonnement métallique est établi entre les connexions d'essai des câbles et les jeux de barres, la tension d'essai du côté jeu de barres peut être omise.

Pour les tensions d'essai en courant alternatif, les deux tensions d'essai doivent être en opposition de phase.

Pour les tensions d'essai des câbles en courant alternatif U_{ct} (AC) , la durée de l'essai doit être de 1 min. Pour les tensions d'essai de câble en courant continu U_{ct} (DC) , sa durée assignée doit être maintenue pour chaque polarité (voir 5.102.3).

7.3 Essai de tension de perturbation radioélectrique

Le paragraphe 7.3 de l'IEC 62271-1:2017 n'est pas applicable.

7.4 Mesurage de la résistance

7.4.1 Mesurage de la résistance des contacts auxiliaires de classes 1 et 2

Le paragraphe 7.4.1 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

7.4.2 Mesurage de la résistance des contacts auxiliaires de classe 3

Le paragraphe 7.4 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

7.4.3 Essai de continuité électrique des parties métalliques reliées à la terre

Le paragraphe 7.4.3 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

7.4.4 Mesurage de la résistance des contacts et des connexions dans le circuit principal sous forme de vérification d'état

Le paragraphe 7.4.4 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec l'ajout suivant:

L'augmentation maximale admissible de la résistance des différents appareils de connexion dans l'ensemble après les essais mécaniques et/ou d'établissement et de coupure est définie dans la norme correspondante de la série IEC 62271 relative aux appareils de connexion.

7.5 Essais au courant permanent

7.5.1 État de l'objet d'essai

Le paragraphe 7.5.1 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

7.5.2 Disposition de l'appareil

Le paragraphe 7.5.2 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec les modifications suivantes:

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

Dans le cas d'une ou de plusieurs unités fonctionnelles comportant des fusibles, l'essai doit être effectué avec les éléments de remplacement produisant la dissipation de puissance la plus élevée de la liste de référence fournie par le fabricant de l'ensemble.

7.5.3 Valeur du courant d'essai et de sa durée

7.5.3.1 Essai du circuit principal

Le paragraphe 7.5.3.1 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec les modifications suivantes:

Chaque unité fonctionnelle de l'ensemble doit être soumise une fois à l'essai à son courant permanent assigné, les unités fonctionnelles adjacentes (le cas échéant) étant soumises au courant permanent maximal que le schéma électrique de l'ensemble et que le courant permanent assigné de chaque unité fonctionnelle permettent. En variante, chaque unité fonctionnelle peut être soumise à l'essai individuellement pour son courant permanent assigné, en utilisant soit un isolant thermique, soit des éléments chauffants sur les côtés reproduisant les mêmes conditions que pour la procédure d'essai précédente.

Lors des essais avec les éléments de remplacement produisant la plus forte dissipation de puissance, le courant permanent indiqué sur la liste des éléments de remplacement fournie par le fabricant de l'ensemble doit être appliqué.

7.5.3.2 Essai de l'équipement auxiliaire et de commande

Le paragraphe 7.5.3.2 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec l'exception suivante:

Il n'est pas nécessaire d'effectuer cet essai sur les circuits et les composants des équipements auxiliaires et de commande qui ont déjà démontré leur fonctionnement aux limites de température ambiante lors d'essais mécaniques avec les appareils de connexion à haute tension installés dans l'ensemble, conformément à la norme de composant correspondante, par exemple l'IEC 62271-100, l'IEC 62271-102 ou l'IEC 62271-103.

7.5.4 Mesurage de la température pendant l'essai

Le paragraphe 7.5.4 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec les modifications suivantes au 7.5.4.2:

La température des conducteurs d'essai doit être mesurée au point où elles quittent l'enveloppe et à une distance extérieure de 1 m le long des connexions d'alimentations temporaires. La différence de température ne doit pas dépasser 5 K. Toutefois, si cette différence de température dépasse 5 K, l'essai peut être considéré comme valable si le point indiqué ci-dessus à 1 m de l'ensemble est le plus chaud et si tous les critères pour réussir l'essai définis au 7.5.6 sont remplis.

7.5.5 Résistance du circuit principal

Le paragraphe 7.5.5 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec l'ajout suivant:

La résistance mesurée, avant l'essai au courant permanent, du circuit principal complet d'un ensemble indique l'état correct du cheminement du courant. Cette résistance mesurée doit être prise comme référence pour les essais individuels de série (voir 8.4).

7.5.6 Conditions de réussite des essais

Le paragraphe 7.5.6 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec les ajouts suivants au 7.5.6.1:

L'échauffement des ensembles contenant des composants qui font l'objet de spécifications de composant 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 maximales spécifiées pour les contacts, les raccords et les parties métalliques en contact avec des isolants.

7.5.101 Rapport d'essai

Outre les exigences de 7.1.3, si l'objet d'essai est équipé de fusibles haute tension, les informations suivantes sur les fusibles doivent être incluses dans le rapport d'essai:

- fabricant;
- désignation du type;
- tension assignée et courant assigné;
- puissance (en watts) dissipée par chaque élément de remplacement individuel (monophasé) juste avant la fin de la période d'essai.

NOTE 1 La puissance dissipée par l'élément de remplacement est définie par le produit du courant d'essai permanent en courant alternatif appliqué (valeur efficace) et de la chute de tension constante mesurée aux bornes de l'élément de remplacement.

NOTE 2 La chute de tension est mesurée sur les contacts des éléments de remplacement aussi près que possible du point de contact avec la pièce de contact correspondante immédiate.

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

7.6.1 Généralités

Le paragraphe 7.6.1 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec les ajouts suivants:

a) essai des circuits principaux;

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

Les parties des circuits principaux qui comportent des fusibles limiteurs de courant n'ont pas besoin d'être soumises à l'essai si l'une des conditions ci-dessous est remplie:

- les essais d'établissement et de coupure de la fonction de connexion avec fusibles ont été effectués dans l'ensemble;

NOTE 1 Un exemple de fonction de connexion incorporant des fusibles limiteurs de courant est un combiné interrupteur-fusible.

- des essais de coupure des fusibles, lorsque ceux-ci ne font pas partie d'une fonction de connexion, ont été effectués dans l'ensemble;
- un essai de tenue au courant de courte durée, avec une connexion métallique solide remplaçant l'élément de remplacement, démontrant que le courant de crête appliqué et les effets thermiques résultants (c'est-à-dire l'intégrale de Joule I^2t) sont égaux ou supérieurs à ceux qui seraient obtenus avec des fusibles à la tension assignée, a été effectué dans l'ensemble.

Dans tous les cas, les essais effectués doivent au moins couvrir les situations de courant coupé maximal (jusqu'à I_k et I_p de la branche de l'ensemble comportant des fusibles limiteurs de courant) et de courant coupé limité maximal I^2t pour les fusibles qui peuvent être utilisés dans l'ensemble selon la liste de référence fournie par le fabricant.

NOTE 2 Le courant coupé limité maximal I^2t est généralement obtenu avec un courant présumé inférieur à I_k .

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 font pas partie du circuit principal (voir 3.5.105).

b) essais des circuits de terre.

Les dispositifs de mise à la terre, les conducteurs de mise à la terre, les connexions de mise à la terre et les autres parties conductrices faisant partie du circuit de terre d'un ensemble doivent être soumis à l'essai pour vérifier leur capacité à résister à leurs courants de courte durée et de crête assignés (I_k , I_p , t_k et I_{ke} , I_{pe} , t_{ke} , le cas échéant). Ils doivent être soumis à l'essai selon leur disposition dans l'ensemble, avec tous les matériels associés qui peuvent influencer les caractéristiques de fonctionnement ou modifier le courant de court-circuit.

Les essais de tenue au courant de courte durée et au courant de crête doivent être effectués sur les parties de court-circuit de chaque circuit de terre selon le nombre de phases du dispositif de mise à la terre correspondant (I_k , I_p , t_k). En outre, des essais monophasés doivent être effectués sur toutes les parties du circuit de terre qui sont conçues pour assurer la connexion entre le dispositif de mise à la terre et le point de mise à la terre prévu, aux courants de tenue de courte durée et de crête assignés (I_{ke} , I_{pe} , t_{ke}).

En présence de dispositifs amovibles de mise à la terre, la ou les connexions de mise à la terre entre la partie fixe (de l'ensemble) et le dispositif amovible de mise à la terre doivent être soumises à l'essai aux courants de tenue de courte durée et de crête assignés (I_k , I_p , t_k et I_{ke} , I_{pe} , t_{ke} , le cas échéant). Le courant doit circuler le long du conducteur de terre entre la partie fixe et la borne de mise à la terre de la partie amovible. En outre, lorsque le dispositif de mise à la terre de l'ensemble peut être utilisé dans d'autres positions que la position de service, l'essai doit être répété pour toutes les autres positions.

Chaque essai doit être précédé d'un fonctionnement à vide de l'appareil ou des appareils de connexion mécaniques et d'un mesurage de la résistance du circuit principal conformément au 7.4.4. Le fonctionnement à vide doit être effectué à la valeur assignée de la tension d'alimentation dans le cas de dispositifs actionnés par une source d'énergie et la force/couple doit être mesuré dans le cas de dispositifs dépendants actionnés manuellement.

Les sectionneurs de terre et les circuits de terre sont dispensés du mesurage de la résistance.

7.6.2 Disposition de l'équipement et du circuit d'essai

Le paragraphe 7.6.2 de l'IEC 62271-1:2017 n'est pas applicable.

Les circuits de l'objet à l'essai doivent être sélectionnés de façon que les conditions les plus défavorables soient obtenues pour les longueurs maximales sans support des conducteurs, de la configuration des conducteurs et des connexions de l'équipement, et des valeurs assignées. Dans le cas d'ensembles comportant le même appareil de connexion en plusieurs endroits, il faut également vérifier que l'emplacement le plus défavorable de l'appareil de connexion est soumis à l'essai.

Les connexions d'essai aux bornes de l'ensemble doivent être disposées de manière à éviter des contraintes ou des efforts anormaux sur les bornes. La distance entre les bornes et les supports les plus proches des conducteurs d'essai des deux côtés de l'ensemble doit être conforme à la référence aux instructions du fabricant.

Les essais de tenue au courant de courte durée et au courant de crête doivent être effectués selon le nombre de phases du circuit en essai. Toutefois, chaque circuit de terre doit être soumis à l'essai avec son nombre de phases correspondant à I_k , I_p et t_k , et soumis à l'essai monophasé correspondant à I_{ke} , I_{pe} et t_{ke} jusqu'au point de mise à la terre prévu sur l'objet d'essai. Ces essais peuvent être effectués sur différents échantillons d'essai. Les parties du circuit de terre déjà soumises à l'essai de manière satisfaisante peuvent être remplacées entre les essais sur différents circuits de terre.

Les transformateurs de courant et les déclencheurs éventuels doivent être installés, comme dans les conditions normales de service, en empêchant toutefois le fonctionnement des déclencheurs.

Les équipements ne comprenant pas de dispositif de limitation de courant peuvent être soumis à essai à toute tension convenable. Les équipements qui comportent un dispositif limiteur de courant doivent être soumis à l'essai à la tension assignée de l'ensemble, sauf si le montage d'essai à une tension plus basse entraîne des effets mécaniques et thermiques égaux ou supérieurs à ceux qui se produisent lorsque le dispositif limiteur de courant incorporé est à la tension assignée. Voir 7.6.1 a) pour plus de détails sur le choix des éléments de remplacement et les alternatives acceptées pour démontrer cette performance.

Le cas échéant, les disjoncteurs à déclencheur autonome doivent être réglés à leur valeur maximale de déclenchement.

NOTE La définition des disjoncteurs à déclenchement autonome est donnée au 3.4.113 de l'IEC 62271-100:2021.

Les fusibles limiteurs de courant éventuels doivent être équipés d'éléments de remplacement ayant le plus grand courant assigné spécifié.

La disposition d'essai doit être indiquée dans le rapport d'essai.

7.6.3 Valeur du courant d'essai et de sa durée

Le paragraphe 7.6.3 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec les ajouts suivants:

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

La durée assignée de ces essais est t_k ou t_{ke} , selon le cas, pour le circuit soumis à l'essai.

7.6.4 État de l'objet d'essai après l'essai

Le paragraphe 7.6.4 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec les ajouts suivants:

L'augmentation maximale admissible de la résistance pour le circuit principal complet d'un ensemble en tant que vérification de l'état est considérée comme satisfaisante si cette augmentation de la résistance ne dépasse pas 20 % de la valeur mesurée avant l'essai. Si l'augmentation de la résistance dépasse 20 %, un essai au courant permanent (voir 7.5) est applicable pour déterminer si l'objet d'essai peut supporter son courant permanent assigné.

Après l'essai sur chaque circuit de terre, une certaine déformation et dégradation des dispositifs de mise à la terre, des conducteurs de terre, des connexions de terre et des autres parties conductrices faisant partie du circuit de terre est admissible, mais la continuité du circuit doit être préservée. Il convient qu'une inspection visuelle soit suffisante pour vérifier que la continuité du circuit a été conservée. En cas de doute, pour être certain que les connexions de terre sont (toujours) effectives, la mise à la terre doit être vérifiée par un essai en courant continu à 30 A jusqu'à la borne de mise à la terre prévue. La chute de tension doit être inférieure à 3 V.

7.7 Vérification de la protection

7.7.1 Vérification de la codification IP

Le paragraphe 7.7.1 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec les ajouts suivants:

Pour la vérification de la codification IP, les conditions de service sont avec toutes les portes et tous les capots fermés, indépendamment du fait que leur verrouillage soit prévu ou non.

Les cloisons et volets accessibles, tels que définis par le fabricant, doivent être vérifiés pour un IP2X.

7.7.2 Vérification de la codification IK

Le paragraphe 7.7.2 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec l'ajout suivant:

Pour la vérification de la codification IK, les conditions de service sont avec toutes les portes et tous les capots fermés, indépendamment du fait que leur verrouillage soit prévu ou non.

7.8 Essais d'étanchéité

Le paragraphe 7.8 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec les ajouts suivants à 7.8.1:

L'étanchéité de chaque compartiment étanche représentatif doit également être soumise à l'essai une fois à la température maximale de l'air ambiant dans les conditions de service spécifiées, telles que définies à l'Article 4 de l'IEC 62271-1:2017. Le taux de fuite ne doit pas dépasser les limites du Tableau 15 de l'IEC 62271-1:2017.

Pour un type défini d'appareillage, une conception de compartiment étanche est considérée comme validée si tous les types de joints d'étanchéité d'une conception donnée sont soumis à l'essai au moins une fois sur des compartiments représentatifs.

Ces essais peuvent être réalisés au cours d'autres essais à des limites de température (le cas échéant) comme cela est spécifié dans les normes relatives aux composants.

7.9 Essais de compatibilité électromagnétique (CEM)

Le paragraphe 7.9 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec les ajouts suivants à 7.9.1.2:

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

7.10 Essais complémentaires sur les circuits auxiliaires et de commande

7.10.1 Généralités

Le paragraphe 7.10.1 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec l'ajout suivant:

Lorsque cela est applicable, les essais de 7.10 doivent être effectués sur une disposition type de l'ensemble, sur la base des règles de câblage normales du fabricant.

7.10.2 Essais fonctionnels

Le paragraphe 7.10.2 de l'IEC 62271-1:2017 n'est pas applicable.

NOTE Les essais fonctionnels des circuits auxiliaires et de commande sont effectués comme des essais individuels de série, voir 8.3.2.

7.10.3 Vérification des caractéristiques de fonctionnement des contacts auxiliaires

Le paragraphe 7.10.3 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec l'ajout suivant:

Le présent paragraphe n'est pas applicable aux contacts auxiliaires déjà soumis à l'essai selon leur propre norme.

7.10.4 Essais d'environnement

Le paragraphe 7.10.4 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec les limitations suivantes:

- les essais ne s'appliquent pas aux ensembles pour l'intérieur fonctionnant dans les conditions normales de service, telles que définies en 4.1.2 de l'IEC 62271-1:2017;
- lorsque les essais spécifiés en 7.10.4 de l'IEC 62271-1:2017 ont été réalisés sur des matériels séparés d'un circuit auxiliaire et de commande représentatif, il n'est pas nécessaire de réaliser d'autres essais d'environnement.

7.10.5 Essai diélectrique

Le paragraphe 7.10.5 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

7.11 Essai des rayonnements X pour les ampoules à vide

Le paragraphe 7.11 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

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

7.101 Vérification des pouvoirs d'établissement et de coupure

7.101.1 Généralités

En vue de vérifier leurs pouvoirs assignés d'établissement et de coupure, les appareils de connexion faisant partie du circuit principal et les sectionneurs de terre des ensembles doivent être soumis à l'essai, conformément aux normes dont ils relèvent et dans les conditions propres d'installation et d'emploi, c'est-à-dire qu'ils doivent être soumis à l'essai selon leur disposition normale dans l'ensemble avec tous les matériels associés qui peuvent influencer les caractéristiques de fonctionnement, tels que connexions, supports, dispositifs d'échappement. Ces essais ne sont pas nécessaires si les essais d'établissement et de coupure ont été réalisés sur les appareils de connexion installés dans un ensemble dans des conditions identiques ou plus contraignantes.

NOTE Lors de l'examen des matériels associés susceptibles d'influencer les caractéristiques de fonctionnement, ce qui suit peut être pertinent: des forces mécaniques dues au court-circuit, l'échappement des particules produites par l'arc, la possibilité d'une décharge disruptive, etc. Il est toutefois reconnu que l'influence de ces facteurs peut être négligeable dans certains cas. L'IEC TR 62271-307 répertorie les paramètres de conception pertinents qui sont pris en considération pour établir des conditions identiques ou moins contraignantes.

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

- a) si les séries d'essais d'établissement 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 plus contraignantes;
- b) si des appareils de connexion déjà soumis à essais de type, avec ou sans enveloppe, sont utilisés et que a) n'est pas applicable, les séries d'essais indiquées en 7.101.2 et 7.101.3 ci-dessous doivent être répétées dans chacun des compartiments dans lesquels ces appareils de connexion sont installés;
- c) lorsque les compartiments sont conçus pour accepter plus d'un type ou d'un modèle d'appareils de connexion, chaque variante d'appareil de connexion doit être entièrement soumise à l'essai selon les exigences du point a) ou, lorsque cela est applicable, du point b) ci-dessus.

Dans le cas de plusieurs compartiments à haute tension, soit disposés côte à côte soit de conception multiniveau, 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.

7.101.2 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 62271-100:2021: série d'essais T100s, T100a, et essais aux courants critiques (s'ils existent), en tenant également compte des exigences de 6.103.4 de cette norme, s'il est applicable, pour l'aménagement des connexions d'essai. Pour les disjoncteurs qui sont déjà soumis aux essais de type dans des configurations alternatives pour $k_{pp} = 1,5$ et 1,3, il suffit de démontrer les T100 et T100a pour $k_{pp} = 1,5$;
- IEC 62271-103:2021: Série d'essais TD_{load2} (10 manœuvres CO). Lorsque l'interrupteur a une capacité assignée d'établissement de court-circuit, les manœuvres à 10 CO de TD_{load2} doivent être suivies d'un essai TD_{ma} selon la classe E1, E2 ou E3, selon le cas;
- IEC 62271-105:2021: Séries d'essais TD_{ISC} et la valeur la plus élevée de TD_{ltransfer} et TD_{lto};
- IEC 62271-106:2021: Vérification de la coordination avec les DPCC;
- IEC 62271-107:2019: Séries d'essais TD_{lr}, et TD_{ISC} et TD_{lto};
- IEC 62271-37-013:2015: Série d'essais 1 et 2.

Voir 7.4.4 pour l'augmentation maximale permise de la résistance le long du circuit principal après les essais d'établissement et de coupure.

7.101.3 Exigences d'essai pour la fonction de mise à la terre

Si la fonction de mise à la terre a une classe E1 ou E2 assignée, elle doit être soumise à l'essai conformément aux exigences de l'IEC 62271-102:2018 pour les manœuvres de fermeture sur 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.

Si la fonction de mise à la terre de classe E1 ou E2 est assurée par l'appareil de connexion principal en combinaison avec un sectionneur de terre de classe E0, les exigences d'essai doivent être les mêmes que pour un sectionneur de terre à fonction combinée tel que défini en 7.101 de l'IEC 62271-102:2018. Dans ce cas, les exigences de 7.101.8 et 7.101.9 de l'IEC 62271-102:2018 s'appliquent au sectionneur de terre de classe E0 et à l'appareil de connexion principal.

7.102 Essais de fonctionnement mécanique

7.102.1 Appareils de connexion et parties amovibles

Tous les appareils de connexion qui n'ont pas été soumis à l'essai précédemment tels qu'ils sont montés dans l'ensemble, doivent réaliser 50 manœuvres FO, montés dans l'ensemble. Les conditions d'essai et les critères de réussite de l'essai sont identiques à ceux définis dans chaque norme d'appareil de connexion correspondante pour les essais mécaniques.

Si une partie amovible est prévue pour être utilisée comme un sectionneur, la résistance mécanique doit être conforme à l'IEC 62271-102:2018. Sinon, 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 rester inférieur à 150 % de celui nécessaire à la première manœuvre.

Les manœuvres certaines des volets, par exemple par un entraînement mécanique pour lequel les volets sont obligés de suivre le mouvement de la partie amovible ou de la partie débrochable, doivent être vérifiées.

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 des parties amovibles, il convient de limiter le nombre de séquences à 25. Il convient de soumettre à l'essai séparément toute manœuvre non comprise dans cette séquence.

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

7.102.2 Verrouillages et dispositifs de verrouillage mécaniques et électromécaniques

Les verrouillages et les dispositifs de verrouillage doivent être placés dans toutes les positions prévues pour empêcher:

- le fonctionnement des appareils de connexion;
- l'accès aux interfaces d'exploitation;
- l'insertion ou le retrait de parties amovibles.

Les essais suivants doivent être réalisés afin de tenter de mettre en défaut l'action des fermetures et des dispositifs de verrouillage:

- a) 10 tentatives d'ouverture de toute porte ou tout capot verrouillé ou fermé;
- b) 10 tentatives d'accès à, ou de mise en place de, l'interface de manœuvre, lorsqu'un dispositif de verrouillage ou de fermeture (volet, levier sélecteur, etc.) empêche l'accès ou la mise en place;
- c) 20 tentatives de manœuvre manuelle des appareils de connexion, lorsque l'interface de manœuvre est accessible;
- d) 10 tentatives de manœuvre manuelle de l'appareil de connexion dans la mauvaise direction doivent être réalisées en complément et à tout moment de la séquence de 20 tentatives mentionnée ci-dessus;
- e) 10 tentatives d'embrochage et 10 tentatives de débrochage des parties amovibles.
- f) en cas de verrouillage électrique, couper l'alimentation électrique auxiliaire et effectuer une tentative des points a) à e);
- g) en cas de fermeture automatique des volets pouvant être rendus inopérants afin de les maintenir en position ouverte, vérifier que l'appareil de connexion ne peut pas être remis en position de service avant que le fonctionnement automatique des volets ne soit rétabli (voir 6.103.3.1).

La poignée de manœuvre manuelle normale (le cas échéant) doit être utilisée pour réaliser ces essais.

Pendant les essais, la force ou le couple présumés suivants doivent être appliqués:

- force de 400 N sur les poignées des portes, capots et organes de commande des mécanismes d'entraînement, sauf exceptions indiquées ci-dessous;
- force de 750 N sur les poignées des mécanismes d'entraînement avec un verrouillage ou une fermeture bloquant l'arbre de commande;
- force de 100 N sur les poignées des volets, sélecteurs, etc. empêchant l'accès à l'interface de commande;
- force de 100 N sur les petits organes de commande linéaires comme le bouton-poussoir, le poussoir, etc.;
- couple de 3 Nm sur les petits organes de commande rotatifs comme les boutons.

La force doit être appliquée à mi-chemin de la longueur de la partie de préhension de la poignée ou de l'organe de commande.

Lorsque les poignées de manœuvre et les organes de commande comportent un dispositif permettant de limiter la force ou le couple transmis, la force ou le couple d'essai maximal doit être limité à celui que la poignée ou l'organe de commande peut appliquer, à condition que la poignée ou l'organe de commande ne soit pas interchangeable avec d'autres poignées ou organes de commande.

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 selon 7.7.2 (vérification du code IK).

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

- 20 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 à tout moment de la séquence de 20 tentatives mentionnée ci-dessus.

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

Les verrouillages sont considérés comme satisfaisants si:

- a) les appareils de connexion ne peuvent pas être manœuvrés;
- b) il n'y a pas d'accès aux compartiments verrouillés;
- c) il n'est pas possible d'embrocher et de 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 forces 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, un endommagement 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.

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

7.103.1 Essai de tenue à la pression pour les compartiments à remplissage de gaz avec dispositifs de décharge de pression

Chaque modèle de compartiment à remplissage de gaz avec une pression de calcul inférieure ou égale à 300 kPa (pression relative) doit être soumis à un essai de pression selon la procédure suivante:

- les compartiments adjacents (le cas échéant) doivent être à la pression atmosphérique si la référence aux instructions du fabricant permet l'entretien de ce compartiment. Ils peuvent aussi être vidangés, si le fabricant le permet;

NOTE 1 L'essai est destiné à démontrer le comportement en surpression dans les conditions de service;

NOTE 2 La pression de calcul (pression relative) tient déjà compte de la situation du compartiment adjacent vidangé, si le fabricant le permet.

- la pression relative doit être augmentée jusqu'à atteindre une valeur de 1,3 fois la pression de calcul du compartiment pendant 1 min. Le dispositif de décharge de pression ne doit pas fonctionner;

- ensuite, la pression relative doit être augmentée jusqu'à une valeur maximale de trois fois la pression de calcul. Il est admis que le dispositif de décharge de pression puisse fonctionner, selon la conception prévue par le fabricant, 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;
- une inspection visuelle de l'orientation du dispositif de décharge de pression doit être effectuée pour évaluer la direction des gaz qui s'échappent.

Les compartiments à remplissage de gaz dont la pression de calcul est supérieure à 300 kPa (pression relative) doivent être conformes aux exigences d'essai de l'IEC 62271-203.

7.103.2 Essai de tenue à la pression pour les compartiments à remplissage de gaz sans dispositifs de décharge de pression

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

- les compartiments adjacents (le cas échéant) doivent être à la pression atmosphérique. Ils peuvent aussi être vidangés, si le fabricant le permet;
- la pression relative doit être augmentée jusqu'à atteindre une valeur de trois fois la pression de calcul du compartiment pendant 1 min. Après l'essai, le compartiment peut être déformé mais ne doit pas se rompre.

Les compartiments à remplissage de gaz dont la pression de calcul est supérieure à 300 kPa (pression relative) doivent être conformes aux exigences d'essai du 6.103 de l'IEC 62271-203:2011.

NOTE L'essai est destiné à vérifier la marge de sécurité pour d'éventuelles surpressions sous les conditions de service.

7.104 Essais de vérification de la protection des personnes contre les effets électriques dangereux

7.104.1 Généralités

Le paragraphe 7.104 s'applique aux cloisons et volets non métalliques prévus pour la protection contre les effets des parties sous tension. Quand ces cloisons contiennent des traversées, des essais doivent être réalisés dans les conditions appropriées, c'est-à-dire avec la partie primaire des traversées déconnectée et mise à la terre.

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 l'essai selon le 6.104 de l'IEC 62271-201:2014.

7.104.2 Essais diélectriques

- a) L'isolation entre les parties actives à haute tension et la surface accessible des cloisons et volets isolants doit satisfaire aux tensions de tenue assignées définies en 7.2.7.1 pour les essais de tension à la terre et entre pôles. Se référer au point a) de 7.2.6 pour le montage d'essai.
- b) Un échantillon représentatif du matériau isolant doit pouvoir supporter la tension d'essai à fréquence industrielle définie au point a) ci-dessus. Il convient d'appliquer les méthodes d'essai appropriées de l'IEC 60243-1 [9].
- c) L'isolation entre les parties actives à haute tension et la surface interne des cloisons et volets isolants qui leur font face doit être soumise à essai à 150 % de la tension assignée de l'équipement pendant une durée de 1 min. Pour cet essai, la surface interne de la cloison ou du volet doit être mise à la terre par une feuille conductrice d'au moins 100 cm² mise en place au point le plus contraignant. Le montage d'essai du point a) de 7.2.6 doit être respecté.

7.104.3 Mesurage des courants de fuite

Lorsqu'un ensemble contient des cloisons isolantes ou des volets isolants, les essais suivants doivent être effectués pour vérifier la conformité à l'exigence du point d) du 6.103.3.3.

Au choix du fabricant, le circuit principal doit être connecté soit à une source triphasée à fréquence industrielle dont la tension est égale à la tension assignée de l'ensemble, une phase étant mise à la terre, soit à une source monophasée dont la tension est égale à la tension assignée, les parties actives du circuit principal étant connectées entre elles. Pour les essais en triphasé, trois mesurages doivent être réalisés 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 en métal doit être appliqué à l'endroit le plus défavorable pour l'essai sur la surface accessible de l'isolant procurant la protection contre les contacts avec les parties actives. En cas de doute sur l'endroit le plus défavorable, l'essai doit être répété avec le feuillet appliqué à des endroits différents.

La surface de ce feuillet, approximativement circulaire ou carrée, doit être aussi grande que possible mais ne doit pas excéder 100 cm². L'enveloppe et le châssis de l'ensemble doivent être mis à la terre. Le courant de fuite s'écoulant à la terre par le feuillet en métal 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 sur la surface isolante est interrompu, comme cela est indiqué au point d) de 6.103.3.3, par d'étroits espaces de gaz ou de liquide, ces espaces doivent être pontés électriquement. Lorsque ces espaces sont prévus pour éviter le passage d'un courant de fuite entre les parties actives et les parties accessibles des cloisons et volets isolants, les espaces doivent tenir les tensions d'essai spécifiées en 7.2.7.1 pour les essais de tension à la terre et entre pôles.

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

7.105 Essai d'arc interne

7.105.1 Généralités

L'essai est applicable aux ensembles pour lesquels une classification d'arc interne a été assignée en cas de défaut d'arc dans l'enveloppe ou dans les matériels 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 surpression 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.

7.105.2 Conditions d'essai

L'essai doit être réalisé avec l'ensemble dans les conditions suivantes:

- la position des appareils de connexion à haute tension, des parties débrochables assurant une connexion ou une séparation, est fixée de façon à réaliser le circuit d'alimentation selon A.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;
- tous les capots et portes de l'ensemble doivent être fermés et correctement fixés. Toutefois, en cas de classe d'accessibilité A, 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;
- si les obturateurs de mise en place des leviers des appareils de connexion ne se ferment pas automatiquement après avoir retiré le levier, l'essai d'arc interne doit être effectué avec les obturateurs en position ouverte.

Chaque compartiment à haute tension d'une unité fonctionnelle représentative de l'ensemble doit être soumis à l'essai. Plus d'un objet d'essai peut être nécessaire pour effectuer tous les essais d'arc interne.

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

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 de 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. Toutefois, si le fabricant déclare que ces dispositifs font partie intégrante de la conception du compartiment ou de l'ensemble, ce qui les empêche d'être mis hors service sans modification de la construction du compartiment de l'enveloppe, le compartiment approprié de l'ensemble peut être soumis à l'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 pour la durée de court-circuit assignée du circuit principal.

NOTE 1 Pour les mesures possibles d'atténuation des effets des arcs internes, se référer à la brochure technique 686 de Cigré [11].

Si, au cours de l'essai, un arc s'amorce dans un ou plusieurs autres compartiments du même objet d'essai qui n'ont pas été préalablement soumis à l'essai d'arc, l'essai doit être considéré comme valable uniquement pour le compartiment où l'arc a été amorcé. L'autre ou les autres compartiments concernés doivent être (ou ont été) soumis à l'essai avec au moins le nombre de phases affectées lors de cet amorçage transféré.

NOTE 2 La raison pour laquelle le résultat de l'essai n'est pas accepté en cas de transfert dans un compartiment qui a déjà été soumis à l'essai d'arc électrique est que le résultat de l'essai peut être influencé par la contamination dans ce compartiment.

7.105.3 Disposition de l'appareil

L'appareil doit être disposé de la manière suivante:

- l'objet d'essai doit être complètement équipé. Il est permis d'utiliser des maquettes de matériels intérieurs à condition que leurs volumes et la matière de leurs parties externes soient identiques à ceux de l'original et qu'ils ne concernent pas le circuit principal ni le circuit de terre;
- les essais doivent être effectués sur tous les types d'unités fonctionnelles qui peuvent être combinées en un ensemble, comme cela est indiqué par le fabricant en ce qui concerne les différents schémas de montage possibles. Ce qui suit s'applique:
 - dans le cas d'ensembles constitués d'unités fonctionnelles extensibles (modulaires), l'objet d'essai doit être constitué de deux unités fonctionnelles connectées ensemble comme en service, sauf si le fabricant spécifie un nombre minimal différent d'unités fonctionnelles;
 - si, de par sa conception, un type d'unité fonctionnelle n'est pas destiné à être utilisé comme unité terminale dans des conditions de service, il doit être configuré pour l'essai dans l'ensemble le plus près possible de la face latérale, le plus éloigné de la paroi de simulation du local, dans une disposition de plus de deux unités fonctionnelles;
 - dans le cas d'ensembles comportant au moins un compartiment à haute tension appartenant à plusieurs unités fonctionnelles (par exemple, plusieurs appareils de connexion principaux dans un compartiment), l'objet d'essai doit être constitué d'unités fonctionnelles lorsque le compartiment à haute tension commun est complet;
 - les essais doivent être effectués dans tous les compartiments à haute tension d'une unité fonctionnelle, aussi près que possible de la face latérale, le plus éloigné de la paroi de simulation du local;

- dans le cas d'ensembles ayant des unités fonctionnelles qui contiennent des compartiments à haute tension identiques avec les mêmes conditions d'essai d'arc interne, un essai sur ce type de compartiment est suffisant, à condition que l'objet d'essai ait été placé aussi près que possible de la face latérale, le plus éloigné de la paroi de simulation du local, comme cela est indiqué par le fabricant concernant les différents schémas de montage possibles;
 - l'objet 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 des essais;
 - dans le cas de compartiments à remplissage de fluide (autre que le SF₆), l'essai doit être réalisé avec le fluide d'origine à sa pression de remplissage (± 10 % de la pression relative) pour l'isolation;
 - pour des raisons environnementales, il est recommandé de remplacer le SF₆ par de l'air à la pression de remplissage pour l'isolement et/ou la coupure (± 10 % de la pression relative);
- NOTE Les résultats de l'essai réalisé avec de l'air à la place de SF₆ sont considérés comme représentatifs.

7.105.4 Procédure d'essai

La méthode de vérification de la classification d'arc interne est définie à l'Article A.5.

7.105.5 Conditions de réussite des essais

La classification IAC selon la classe d'accessibilité pertinente est démontrée pour l'ensemble si les critères suivants sont respectés:

Critère N° 1

Les portes et les capots correctement verrouillés ne s'ouvrent pas. Les déformations sont acceptables, tant qu'aucune partie ne vient aussi loin que la position des indicateurs ou des murs (le plus proche des deux) sur toutes les faces et qu'aucune ouverture de dimensions supérieures à 50 mm ne se produit sur les faces classifiées, jusqu'à une hauteur de 2 000 mm. Il n'est pas demandé que l'ensemble satisfasse à son indice de protection IP après l'essai.

Pour étendre l'application du critère à une installation montée plus proche du mur que pendant l'essai, deux conditions additionnelles doivent être satisfaites:

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

Critère N° 2

- aucune fragmentation de l'enveloppe ne survient;
- aucune projection de petits morceaux ou d'autres parties de l'ensemble d'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 de l'ensemble sont acceptés (dans le cas des faces accessibles, ceci correspond à la distance entre l'ensemble 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 1 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 pendant l'essai et dans les 1 s qui suivent la durée du courant. Si les indicateurs s'enflamment après 1 s après la durée du courant et si la preuve est établie que l'inflammation a été causée par des particules incandescentes plutôt que par des gaz chauds, le critère d'évaluation est également rempli. Il convient d'utiliser des images prises par des caméras ultrarapides, par vidéo ou autre moyen adapté par le laboratoire d'essai pour en établir la preuve.

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

NOTE 2 Il est pris pour hypothèse que les dimensions physiques du laboratoire d'essai sont suffisamment grandes pour empêcher les réflexions de gaz chauds vers les indicateurs par des surfaces n'appartenant pas à la simulation du local (par exemple depuis d'autres murs ou de l'équipement de mesure).

Critère N° 5

L'enveloppe reste connectée à son point de mise à la terre. Une inspection visuelle est normalement suffisante pour établir la conformité. En cas de doute, la continuité de la connexion de mise à la terre doit être vérifiée (voir 7.6.4).

7.105.6 Rapport d'essai

En complément aux spécifications de 7.1.3, les informations suivantes doivent être incluses:

- description de l'objet 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'objet d'essai;
- la distance entre la partie supérieure de l'objet d'essai et le plafond du local ou du bâtiment. À cet effet, le fabricant doit préciser le point de l'ensemble à partir duquel cette distance est mesurée;

NOTE Dans la mesure où la distance entre la partie supérieure de l'ensemble et le plafond dans les conditions d'essai d'arc interne peut être différente de celle existant dans les conditions d'installation, les informations du rapport d'essai permettent d'établir la validité des résultats d'essai concernant la hauteur de plafond de l'installation.

- point et méthode d'amorçage du défaut d'arc interne;
- dessin du montage d'essai (simulation du local, objet d'essai et supports des indicateurs) en cohérence avec la classe d'accessibilité (A ou B), les faces classifiées (F, L ou R) et les conditions d'installation;
- tension appliquée et fréquence;
- pour le courant présumé et/ou d'essai (voir A.4.3):
 - 1) valeur efficace de la composante alternative pendant:
 - les trois premiers demi-cycles;
 - les trois derniers demi-cycles.
 - 2) valeur de crête la plus élevée (réelle et/ou présumée);
 - 3) valeur efficace moyenne de la composante alternative pendant la durée réelle de l'essai;
 - 4) durée du courant de défaut d'arc;
 - 5) valeur efficace présumée et durée du courant d'essai.
- enregistrement(s) oscillographique(s) représentant les courants et les tensions;
- en option, énergie totale de l'arc, puissance de crête de l'arc;
- en option, mesurage de la pression dans les compartiments;
- évaluation des résultats d'essai, y compris un compte rendu des observations conformément au 7.105.5 et des observations concernant les compartiments où un amorçage transféré a eu lieu (le cas échéant);
- autres informations utiles;

7.105.7 Extension de la validité des résultats d'essai

La validité des résultats des essais réalisés sur une unité fonctionnelle d'un modèle particulier d'ensemble sous enveloppe métallique peut être étendue à une autre (voir 7.1.1 et IEC/TR 62271-307:2015) à condition que la première ait été soumise à l'essai dans les conditions les plus contraignantes et que la suivante puisse être considérée comme similaire à celle soumise à l'essai pour les aspects suivants:

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

8 Essais individuels de série

8.1 Généralités

Le 8.1 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec les ajouts suivants:

- mesurage de la décharge partielle (s'il y a lieu): 8.101;
- essais de fonctionnement mécanique: 8.102;
- essais de pression des compartiments à remplissage de gaz (s'il y a lieu): 8.103;
- essais après montage sur le site: 8.104;
- mesurage de l'état du fluide après remplissage sur site (s'il y a lieu): 8.105.

8.2 Essai diélectrique du circuit principal

Le paragraphe 8.2 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec les ajouts et exceptions suivants:

L'essai de tension à fréquence industrielle doit être effectué suivant les exigences de 7.2.7.2. La tension d'essai spécifiée en 7.2.7.1 pour U_d , valeur commune, de la colonne 2 des Tableaux 1 et 2 de l'IEC 62271-1:2017 doit être appliquée en connectant successivement chaque conducteur de phase du circuit principal à la borne à haute tension de la source d'essai, les conducteurs des autres phases étant reliés à la terre et la continuité du circuit principal étant assurée (par exemple en fermant les appareils de connexion, ou d'une autre manière).

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

Les dispositifs de protection contre les surtensions doivent être déconnectés ou enlevés pendant l'essai.

8.3 Essais des circuits auxiliaires et de commande

8.3.1 Inspection des circuits auxiliaires et de commande, et vérification de la conformité aux schémas de circuit et aux schémas de câblage

Le paragraphe 8.3.1 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

8.3.2 Essais fonctionnels

Le paragraphe 8.3.2 de l'IEC 62271-1:2017 est remplacé par:

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'ensemble.

Les essais fonctionnels spécifiés dans les normes IEC pertinentes relatives aux composants doivent être effectués sur les circuits auxiliaires et de commande de chaque composant, sous-ensemble ou après montage sur l'ensemble.

En outre, tous les circuits auxiliaires et de commande existants (y compris les verrouillages électriques) doivent être vérifiés quant à leur bon fonctionnement en conjonction avec les autres parties de l'ensemble.

Les essais doivent être effectués aux valeurs limites supérieures et inférieures de la tension d'alimentation, définies en 6.9 de l'IEC 62271-1:2017.

8.3.3 Vérification de la protection contre les chocs électriques

Le paragraphe 8.3.3 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

8.3.4 Essais diélectriques

Le paragraphe 8.3.4 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

8.4 Mesurage de la résistance du circuit principal

Le paragraphe 8.4 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec l'ajout suivant:

Lorsque la configuration à soumettre à l'essai ne fait pas l'objet d'un essai au courant permanent, les conditions de l'essai et les limites des valeurs de résistance doivent être indiquées par le fabricant.

8.5 Essai d'étanchéité

Le paragraphe 8.5 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec la modification suivante:

Les essais d'étanchéité doivent être effectués après les essais de résistance à la pression selon 8.103, le cas échéant.

8.6 Contrôles visuels et de conception

Le paragraphe 8.6 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

8.101 Mesurage des décharges partielles

Cet essai est facultatif. Si un tel essai individuel de série est effectué sur l'ensemble, la procédure doit être conforme à l'Annexe B.

NOTE Le mesurage des décharges partielles, en tant qu'essai individuel de série, peut être utile pour détecter d'éventuels défauts de matériel et de fabrication, en particulier pour les composants isolants solides organiques. L'essai peut également servir d'essai de qualité de fabrication de l'ensemble.

8.102 Essais de fonctionnement mécanique

Les essais de fonctionnement doivent être effectués pour assurer que les appareils de connexion, les parties amovibles et les circuits auxiliaires satisfont aux conditions de manœuvre prescrites et que les verrouillages mécaniques fonctionnent correctement.

Les essais doivent être réalisés conformément aux spécifications de 7.102, à l'exception des éléments suivants:

- en cas de fonctionnement manuel, 5 manœuvres ou tentatives doivent être effectuées dans chaque direction avec des forces de manœuvre normales;
- dans le cas de la tension d'alimentation auxiliaire et des appareils de connexion non soumis à l'essai dans l'unité fonctionnelle, 5 manœuvres ou tentatives doivent être effectuées dans chaque direction, à la fois pour la limite supérieure et la limite inférieure spécifiées de la tension d'alimentation auxiliaire des dispositifs de manœuvre;
- les dispositifs ayant une séquence de fonctionnement prédéterminée, doivent être actionnés:
 - avec les valeurs limites les plus défavorables de la tension d'alimentation auxiliaire;
 - 5 fois de suite dans les conditions d'utilisation et de fonctionnement prévues.

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;
- l'interchangeabilité des composants amovibles de mêmes caractéristiques assignées et de même construction est vérifiée (voir 6.101);
- tous les verrouillages fonctionnent correctement;
- tous les dispositifs auxiliaires ont fonctionné correctement;
- l'effort de fonctionnement est pratiquement le même avant et après les essais.

8.103 Essais de pression des compartiments à remplissage de gaz

Chaque compartiment à remplissage de gaz ayant une pression de remplissage supérieure à 50 kPa (pression relative) et une pression de calcul inférieure ou égale à 300 kPa (pression relative) doit être soumis à l'essai à 1,3 fois la pression de calcul pendant 1 min.

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

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

Les compartiments à remplissage de gaz dont la pression de calcul est supérieure à 300 kPa (pression relative) doivent être soumis à l'essai conformément aux exigences de l'IEC 62271-203.

8.104 Essais après montage sur le site

Après son montage, l'ensemble doit être soumis à l'essai pour vérifier son bon fonctionnement.

Tous les essais individuels de série de l'Article 8 qui n'ont pas été réalisés dans les locaux du fabricant doivent être effectués sur place.

En outre, pour les parties qui sont assemblées sur place et pour les compartiments qui sont remplis de gaz ou de liquide sur place et qui ont tous été préalablement soumis aux essais individuels de série, les dispositions suivantes s'appliquent:

a) essai de tension du circuit principal:

il convient de réaliser des essais de tension à fréquence industrielle à sec sur les circuits principaux d'un ensemble, après montage sur le site, exactement de la même manière que ceux spécifiés en 8.2 pour les essais individuels de série en usine;

il convient que la tension d'essai à fréquence industrielle soit de 80 % des valeurs indiquées en 8.2 et soit 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 est reliée à la terre et à l'enveloppe de l'ensemble;

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

b) essais d'étanchéité: 8.5 s'applique;

c) mesurage de l'état du fluide après remplissage sur site: 8.105 s'applique;

8.105 Mesurage de l'état du fluide après remplissage sur site

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

9 Guide pour le choix de l'appareillage (informatif)

9.1 Généralités

Le paragraphe 9.1 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec les ajouts suivants:

Les ensembles peuvent être construits sous différentes formes qui ont évolué selon les changements de technologies et des exigences fonctionnelles. Le choix d'un ensemble nécessite principalement l'identification des exigences fonctionnelles pour le service souhaité de l'installation et l'identification de la constitution des cloisonnements internes qui satisfont au 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 4 résume les considérations à prendre en compte pour spécifier un ensemble.

9.2 Choix des valeurs assignées

Le paragraphe 9.2 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec les ajouts suivants:

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

Il convient de choisir les valeurs assignées selon le présent document en tenant compte des caractéristiques du réseau et de ses extensions présumées. La liste des caractéristiques assignées est indiquée à l'Article 5.

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'ensemble est prévue dans le réseau. Se référer à l'IEC 60909-0 pour cet aspect [12].

9.3 Considérations sur les interfaces avec les câbles

Le paragraphe 9.3 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec les ajouts suivants:

Il convient que les utilisateurs choisissent le type de raccordement dans une liste fournie par le fabricant de l'ensemble.

Il convient que les utilisateurs spécifient les valeurs des tensions d'essai assignées des câbles assurant des marges suffisantes au-dessus des valeurs réelles des tensions d'essai des câbles à appliquer.

9.4 Surcharge continue ou temporaire due à une modification des conditions de service

Le paragraphe 9.4 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

9.5 Aspects d'environnement

Le paragraphe 9.5 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

9.101 Choix du modèle et de sa construction

9.101.1 Généralités

Un ensemble est généralement identifié par sa technologie d'isolation (par exemple isolé dans l'air ou dans un gaz) et par sa structure fixe ou débrochable. La mesure dans laquelle il convient que des composants individuels soient débrochables ou extractibles dépend en premier lieu des exigences (s'il y en a) de maintenance et/ou d'essai. Il convient que les instructions d'utilisation définies par le fabricant soient prises en considération pour une utilisation normale, par exemple pour l'ouverture de la porte d'un compartiment de raccordement accessible selon procédure ou par verrouillage.

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 certaines parties mécaniques peuvent également être exigés pour certaines conceptions.

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

9.101.2 Architecture et accessibilité aux compartiments à haute tension

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

NOTE 1 Les cloisons amovibles temporaires pour prévenir un contact accidentel avec des parties sous tension lors de la réalisation de certaines procédures de maintenance sont décrites en 11.5.

NOTE 2 D'autres procédures de maintenance possibles, telles que l'établissement de distances de sécurité et/ou la mise en place et l'utilisation de barrières temporaires, sont hors du domaine d'application du présent document.

La description complète de l'ensemble comprend la liste et le type de chaque compartiment à haute tension, par exemple compartiment jeu de barres, compartiment disjoncteur, la classe d'accessibilité prévue pour chacun et la structure (débrochable ou non).

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

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

- la première, par l'utilisation de verrouillages pour assurer que toutes les parties sous tension sont isolées et mises à la terre avant ouverture ou qu'elles sont en position de sectionnement avec les volets correspondants fermés. Ces compartiments sont désignés "compartiment accessible contrôlé par verrouillage";

NOTE 3 En règle générale, il est possible d'ouvrir manuellement les volets ou les cloisons amovibles temporaires après accès au compartiment à haute tension.

- la seconde repose sur les procédures de l'utilisateur et l'utilisation de dispositifs de condamnation, le compartiment étant équipé de dispositifs pour permettre la mise en place de cadenas ou de moyens équivalents, définissant un "compartiment accessible selon procédure";
- la troisième ne prévoit aucun dispositif intégré pour assurer la sécurité électrique avant l'ouverture. Elle nécessite des outils pour l'ouverture définissant un "compartiment accessible par outillage".

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

Si un compartiment à haute tension nécessite des outils pour l'ouverture, cela indique clairement que ce compartiment n'est pas conçu pour être ouvert en utilisation normale. Il convient que l'utilisateur prenne d'autres mesures pour assurer la sécurité et, éventuellement, protection des performances, par exemple les conditions d'isolation. Lorsque rendu accessible, il convient d'accorder une attention à l'exigence 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.

Il convient que les compartiments à haute tension non accessibles ne soient pas ouverts par l'utilisateur, car l'ouverture peut détruire l'intégrité du compartiment. L'indication claire de ne pas l'ouvrir est soit prévue sur le compartiment, soit est évidente et déterminée par ses caractéristiques constructives, par exemple la soudure complète de la cuve d'un GIS.

9.101.3 Continuité de service de l'appareillage

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

La catégorie de perte de continuité de service (LSC) de chaque unité fonctionnelle de l'ensemble décrit dans quelle mesure les autres compartiments à haute tension et/ou unités fonctionnelles peuvent rester sous tension lorsqu'un compartiment à haute tension de cette unité fonctionnelle 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 la séparation complète de l'ensemble du système et l'isolement et la mise à la terre des parties conductrices à haute tension avant de procéder à l'ouverture.

Catégorie LSC2: cette conception est prévue pour permettre d'assurer au maximum la continuité de service du réseau lors de l'accès aux compartiments à haute tension internes de l'ensemble. 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, voir 11.5.

La catégorie LSC2 exige 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'ensemble qui contient des compartiments accessibles autres que les compartiments connexion à haute tension (par exemple le compartiment de l'appareil de connexion principal); ceci implique, après que le circuit à haute tension concerné a été isolé et à la terre, ou déplacé à la position déconnectée avec les volets correspondants fermés, 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 permis d'ouvrir le ou les compartiments jeu de barres sous tension, à moins que les conducteurs sous tension ne soient enrobés d'un matériau isolant solide et ne satisfassent à la catégorie de protection PA de l'IEC 62271-201:2014 au moins).

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, les ensembles peuvent être désignés 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 connexion à haute tension accessibles pour lesquelles 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 lesquelles tous les compartiments à haute tension accessibles (autres que le jeu de barres d'un ensemble ou 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 1): 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 2): une unité fonctionnelle à disjoncteur non débrochable disposant de deux compartiments à haute tension accessibles (autre 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 permise. 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 catégoriser l'unité fonctionnelle en LSC2;
- 3) LSC2 (Figure 3): 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;
- 4) LSC2 (Figure 4): À l'instar de la Figure 3, 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 catégorisée LSC2;
- 5) LSC2A (Figure 5): 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 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 exige que les câbles soient isolés et à la terre;
- 6) LSC2B (Figure 6): pour les conceptions d'appareil de connexion principale 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;
- 7) LSC2B (Figure 7): pour les modèles débrochables ne comportant pas de sectionneur de terre intégré sur la partie débrochable. Si l'appareil principal de connexion 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 principal de connexion 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 principal de connexion;
 - pour les composants raccordés d'un côté de l'appareil principal de connexion, par exemple le circuit d'alimentation;
 - pour les composants raccordés de l'autre côté de l'appareil principal de connexion, par exemple le jeu de barres.
- 8) LSC1 (Figure 8): une unité fonctionnelle de sectionneur de barres avec un compartiment accessible par outillage et les deux sections de jeu de barres dans un compartiment est classée comme LSC1;
- 9) Aucun LSC n'a été attribué (Figure 9): Unité fonctionnelle de sectionnement, chaque section de jeu de barres se trouve dans un compartiment séparé. Aucun LSC ne peut être attribué, car aucun compartiment connexions n'est présent dans cette unité fonctionnelle;

De la Figure 1 à la Figure 9, la lettre A signifie "compartiment accessible".

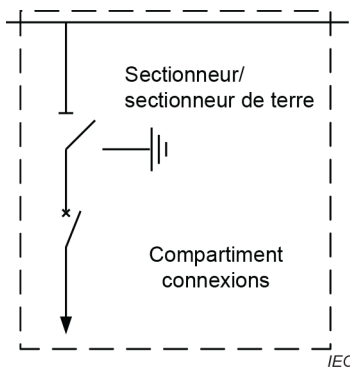


Figure 1 – LSC1

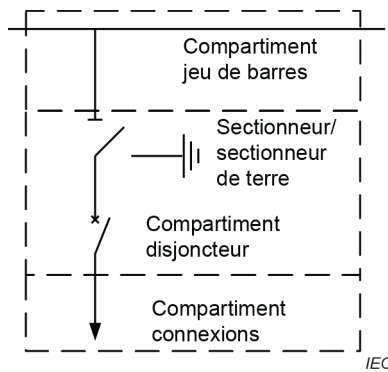


Figure 2 – LSC2

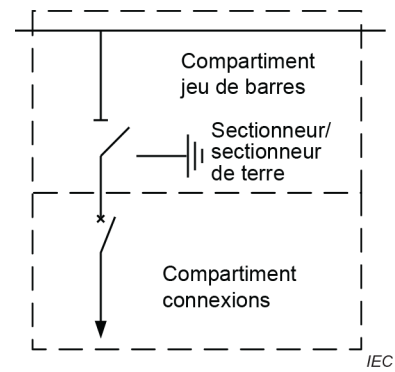


Figure 3 – LSC2

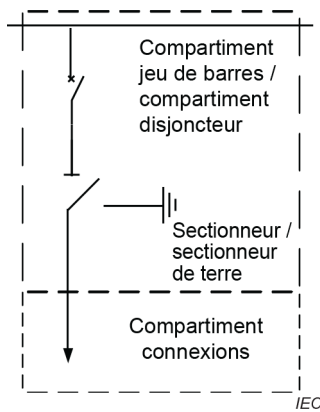


Figure 4 – LSC2

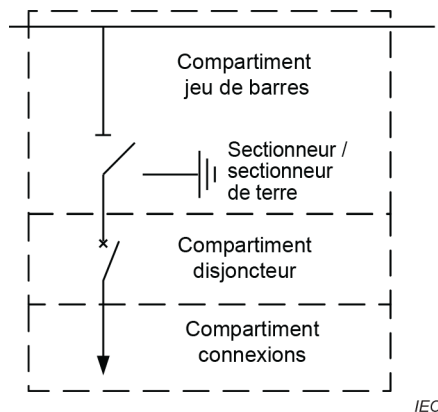


Figure 5 – LSC2A

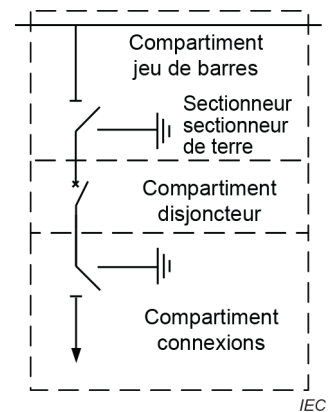


Figure 6 – LSC2B

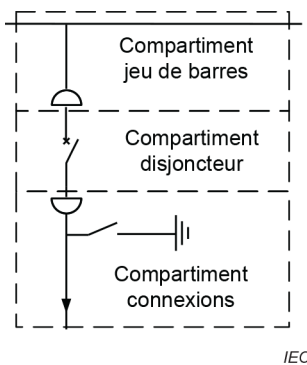


Figure 7 – LSC2B

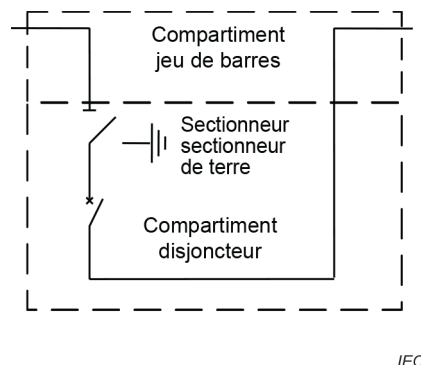


Figure 8 – LSC1

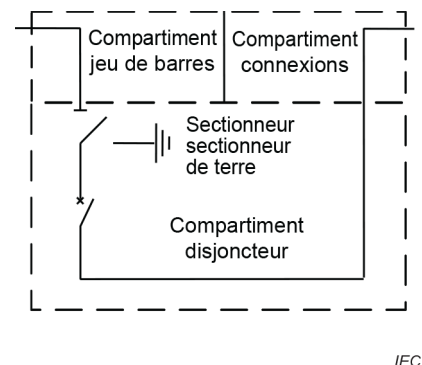


Figure 9 – Aucun LSC attribué

9.101.4 Classes de cloisonnement

Il existe deux classes de cloisonnement, la classe PM (3.6.107) et la classe PI (3.6.108).

Classe PI: un ou plusieurs compartiments à haute tension accessibles sont entourés d'au moins une cloison et/ou d'un volet en matériau isolant solide. Les aspects de sécurité sont couverts par des essais, voir 6.103.3.3.

Classe PM: les compartiments à haute tension, lorsqu'ils sont accessibles, sont entourés par des cloisons en métal et/ou des volets mis à la terre. Un volet peut être visible ou non dans le compartiment accessible ouvert lui-même.

Le but est qu'aucun champ électrique ne soit présent dans le compartiment ouvert.

NOTE Lorsqu'un volet change de position, la distribution du champ électrique autour des parties actives derrière le volet change. Ceci s'applique particulièrement à la classe PM.

9.102 Caractéristiques assignées relatives aux circuits de terre

Pour les systèmes ayant le neutre raccordé directement à la terre, le courant phase-terre maximal du circuit de terre I_{ke} peut atteindre le courant de courte durée admissible assigné du circuit principal.

Pour les systèmes autres que ceux ayant le neutre raccordé directement à la terre, le courant phase-terre maximal du circuit de terre I_{ke} peut en théorie atteindre jusqu'à 87 % du courant de courte durée admissible assigné du circuit principal (court-circuit correspondant au défaut biphasé à la terre). Cependant, la probabilité de défauts biphasés à la terre à des emplacements indépendants passant en totalité par le circuit de terre de l'ensemble est très faible. Par conséquent, cette condition peut ne pas être applicable et l'utilisateur peut choisir un courant de courte durée admissible phase-terre réduit.

9.103 Défaut d'arc interne

9.103.1 Généralités

Si l'ensemble est installé, exploité et maintenu selon la référence aux instructions du fabricant, il convient que la probabilité d'occurrence d'un arc interne soit minime, mais elle ne peut pas être complètement négligée. Une défaillance à l'intérieur d'un ensemble, due soit à un défaut soit à des conditions de service anormales ou à une fausse manœuvre peut générer un arc interne, qui représente un danger si des personnes sont présentes.

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

Cette protection est réalisée en réduisant le risque à un niveau tolérable. Selon le Guide ISO/IEC 51:2014 [13], le risque est la combinaison de la probabilité d'arrivée du dommage et de sa sévérité. (Voir l'Article 5 du Guide ISO/IEC 51:2014 [13] 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 51:2014 [13]. Cette procédure est fondée sur l'hypothèse que l'utilisateur a un rôle à jouer dans la réduction du risque.

9.103.2 Causes et mesures préventives

L'expérience démontre que la probabilité de défauts est plus grande dans certains endroits à l'intérieur de l'enveloppe que dans d'autres. À titre de recommandation, le Tableau 2 donne une liste d'emplacements pour lesquels l'expérience démontre que des défauts sont plus susceptibles de se produire. Il donne aussi la cause des défaillances et les mesures possibles pour diminuer la probabilité d'un défaut d'arc interne. Si nécessaire, il convient que l'utilisateur mette en pratique celles qui sont applicables lors de l'installation, la mise en service, la manœuvre et la maintenance.

NOTE Il est bien établi que l'énergie d'arc produite durant l'essai d'arc interne ne peut pas être prédite par I^2t .

9.103.3 Mesures de protection supplémentaires

La première mesure de protection, si le risque d'un défaut d'arc interne n'est pas négligeable, est de spécifier des ensembles classifiés IAC.

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

Des exemples de telles mesures sont les suivants:

- temps d'élimination du défaut rapide par l'utilisation de capteurs sensibles à la lumière, à la pression ou la chaleur ou par des protections différentielles de jeu de barres;
- application de dispositifs limiteurs de courant appropriés (par exemple, fusibles ou dispositifs qui utilisent des moyens pyrotechniques pour commuter le courant vers un fusible limiteur de courant) pour limiter le courant de passage et la durée du défaut;
- élimination rapide de l'arc en le dérivant sur un court-circuit métallique au moyen de dispositifs de détection et de fermeture rapide;

NOTE Les dispositifs limiteurs d'arcs ne sont pas couverts par le présent document. Pour plus d'informations sur les dispositifs limiteurs d'arcs, se référer à la brochure technique 686 de Cigré [10].

- contrôle à distance au lieu d'une manœuvre en face de l'ensemble;
- dispositif de décharge de pression;
- déplacement de la partie débrochable vers ou depuis la position de service uniquement lorsque la porte avant est fermée.

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

Emplacements les plus probables où les défauts d'arc interne peuvent s'amorcer (1)	Causes possibles des défauts d'arc interne (2)	Exemples de mesures préventives possibles (3)
Compartiments connexions	Choix inadéquat d'un câble et/ou d'une connexion de câble	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 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, si applicable.
Sectionneurs Interrupteurs Sectionneurs de terre	Fausse manœuvre	Verrouillages (voir 6.12). Réouverture retardée. Manœuvre manuelle indépendante. Pouvoir d'établissement 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. Chauffage supplémentaire pour empêcher toute condensation
	Assemblage défectueux	Contrôle de la qualité d'exécution par une méthode appropriée. Couple 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	Ferrorésonance	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 BT
Disjoncteurs	Manque d'entretien	Entretien régulier sur programme. Instructions au personnel.
Tous emplacements	Erreur commise par le personnel	Limitation d'accès par compartimentage. Enrobage isolant des parties actives. Instructions au personnel.
	Vieillesse diélectrique	Essais individuels de série en décharge partielle
	Pollution, humidité, pénétration de poussière, insectes, etc.	Mesures à prendre pour assurer que les conditions de service spécifiées sont respectées (voir Article 4). Utilisation de compartiments à remplissage de gaz.
	Surintensions	Protection contre la foudre. Coordination d'isolement convenable. Essais diélectriques sur site.

9.103.4 Considérations relatives au choix et à l'installation

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

- tous les ensembles ne sont pas classifiés IAC;
- tous les ensembles ne sont pas de conception débrochable;
- tous les ensembles ne sont pas équipés d'une porte qui peut être fermée dans les positions définies de 3.6.109 à 3.6.110;

Les critères suivants peuvent être utilisés comme guide de choix de l'ensemble adapté pour le risque d'arc interne:

- quand le risque est considéré comme négligeable, un ensemble classifié IAC n'est pas nécessaire;
- quand le risque est considéré comme significatif, il convient de n'utiliser qu'un ensemble classifié 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 à l'essai. De plus, il convient de suivre les instructions d'installation du fabricant (voir l'Article 11). En particulier, la position du personnel pendant un phénomène d'arc interne est importante. Il convient que le fabricant indique quelles faces de l'ensemble sont accessibles, et il convient que l'utilisateur suive scrupuleusement ces instructions. L'autorisation de la pénétration du personnel dans une zone non déclarée comme accessible peut exposer ce personnel à des blessures.

La protection des personnes en cas d'arc interne ne concerne pas seulement la conception et la classification IAC de l'ensemble, mais elle dépend également des conditions d'installation. Les défauts d'arc interne dans l'ensemble peuvent se présenter dans différents endroits et peuvent provoquer différents phénomènes physiques. Par exemple, l'énergie d'arc résultant d'un arc développé dans un fluide isolant quelconque à l'intérieur de l'enveloppe provoque une surpression interne et des échauffements locaux représentant pour l'équipement des contraintes mécaniques et thermiques. En outre, certains matériaux se trouvant à l'intérieur de l'enveloppe peuvent engendrer des produits de décomposition à température élevée sous forme de gaz ou de vapeur pouvant 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 exigées et il convient de prendre des mesures appropriées pour l'installation sur le site.

9.103.5 Essai d'arc interne

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

L'essai d'arc interne n'est applicable qu'aux ensembles auxquels une classification d'arc interne a été attribuée.

Les essais d'arc interne ne couvrent pas les éléments suivants:

- 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 défauts d'arc électrique à l'extérieur de l'enveloppe, par exemple dans les câbles de raccordement;
- les effets dus à une explosion des matériels à haute tension;

- la formation de gaz toxiques qui peuvent être présents, ou le danger de propagation d'incendie à des matériaux ou équipements combustibles placés au voisinage de l'ensemble;
- l'effet du changement d'état des volets lors du déplacement des parties débrochables ou amovibles;
- les défauts d'arc pendant le fonctionnement des appareils de connexion ou pendant la connexion ou la déconnexion des composants amovibles;
- les défauts d'arc électrique lors des travaux de maintenance;
- les effets de surpression à l'intérieur du bâtiment dans lequel les gaz chauds sont libérés.

NOTE 1 La norme IEEE C.37.20.7 traite de la classification IAC avec la définition du suffixe B pour le cas des compartiments à basse tension ouverts et du suffixe C pour la protection entre compartiments en cas d'arc interne [5].

NOTE 2 Il n'est généralement pas possible de calculer la durée d'arc permise pour un courant différent du courant d'essai. La pression maximale pendant l'essai ne diminue généralement pas avec la diminution de la durée d'arc et il n'existe pas de règle générale d'après laquelle la durée d'arc admissible peut être augmentée en cas de courant d'essai plus faible.

NOTE 3 Un niveau de courant plus faible peut influencer le comportement des dispositifs de décharge de pression et la performance de tenue à la perforation.

9.103.6 Classification IAC

9.103.6.1 Généralités

La classification IAC procure un niveau de protection des personnes validé dans les conditions indiquées en 7.105.2. 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 assignée selon 5.103, l'ensemble est désigné de la façon suivante:

- généralités: classification IAC (pour Internal Arc Classified);
- accessibilité: A ou B (selon 5.103.2 et A.2.2);
- faces classifiées: F, L ou R (selon 5.103.2 et A.2.2);
- valeurs assignées: courant de défaut d'arc en kiloampères (kA), et durée en secondes (s). Des valeurs monophasées peuvent être assignées à l'ensemble 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 du réseau et le courant de défaut d'arc monophasé phase-terre est donnée dans le Tableau 3. Il convient que les utilisateurs spécifient une valeur assignée de courant de défaut d'arc monophasé phase-terre lorsqu'ils exigent une valeur supérieure à 87 % de la valeur assignée triphasée, ou peuvent accepter une valeur inférieure, selon la mise à la terre du neutre du réseau.

**Tableau 3 – Courant de défaut d'arc monophasé phase-terre
selon 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	jusqu'à 100 % du courant de défaut d'arc triphasé assigné
<p>NOTE 1 Si le courant de défaut d'arc monophasé assigné phase-terre couvre la condition de neutre raccordé directement à la terre, toutes les autres conditions de mise à la terre du réseau sont également couvertes.</p> <p>NOTE 2 Pour les systèmes 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 ensemble soumis à un défaut monophasé phase-terre. Par conséquent, cette condition peut ne parfois pas s'appliquer et l'utilisateur peut spécifier une caractéristique assignée réduite de courant de défaut d'arc monophasé phase-terre.</p>	

La désignation est indiquée dans la documentation du produit (voir 6.11).

9.103.6.2 Exemples

EXEMPLE 1

Un ensemble assigné à un courant de défaut (valeur efficace) de 12,5 kA, pendant une durée de 0,5 s, et pour une installation sur un site accessible au public et soumis à l'essai avec des indicateurs placés sur les faces avant, latérales et arrière, est désigné comme:

IAC	BFLR
Courant de défaut d'arc	12,5 kA
Durée de défaut d'arc	0,5 s

Désignation: IAC BFLR 12,5 kA, 0,5 s

EXEMPLE 2

Un ensemble assigné à un courant de défaut (valeur efficace) de 16 kA, pendant 1 s et pour une installation dans les conditions suivantes:

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

est désigné comme:

IAC	BF-AR
Courant de défaut d'arc	16 kA
Durée de défaut d'arc	1 s

Désignation: IAC BF-AR 16 kA, 1 s

EXEMPLE 3

Un ensemble, restreint à être utilisé 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. Si assigné pour un courant de défaut (valeur efficace) de 20 kA pendant 0,5 s, mais uniquement de 2 kA pour le compartiment connexions pendant 1 s, avec accès assigné aux faces avant, latérales et arrière au personnel autorisé uniquement, 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 (compartiment connexions I_{Ae} : 2 kA, 1 s)

EXEMPLE 4

Un ensemble avec une isolation solide enveloppant les conducteurs à haute tension, assigné à un courant monophasé de défaut (valeur efficace) de 12,5 kA, pendant une durée de 0,5 s, et pour une installation sur un site accessible au public et soumis à l'essai avec des indicateurs placés sur les faces avant, latérales et arrière, est désigné comme:

IAC	BFLR
Courant de défaut d'arc monophasé phase-terre	12,5 kA
Durée de défaut d'arc monophasé phase-terre	0,5 s

Désignation: IAC BFLR I_{Ae} : 12,5 kA, 0,5 s

EXEMPLE 5

Un ensemble avec un compartiment supérieur pour les transformateurs de tension, protégé par des fusibles qui sont situés dans un autre compartiment.

L'unité fonctionnelle est soumise à l'essai à un courant de défaut de 20 kA pendant 1 s, sauf le compartiment des transformateurs de tension qui est soumis à l'essai avec le type de fusible (factice) qui provoque le courant de coupure le plus élevé (voir 7.105.2).

L'ensemble destiné à être installé dans des pièces réservées au personnel autorisé, avec accès aux faces frontales et latérales, est désigné comme suit:

IAC	AFL
Courant de défaut d'arc	20 kA
Durée de défaut d'arc	1 s

Désignation: IAC AFL 20 kA, 1 s (compartiment TT: protégé par fusibles)

EXEMPLE 6

Un ensemble avec des dispositifs limiteurs d'arc faisant partie intégrante de la conception sans possibilité de les rendre inopérants, tel que déclaré par le fabricant, sont soumis à l'essai avec le courant de court-circuit de 16 kA et un réglage du relais de protection de 1 s. La durée de l'arc est définie par les caractéristiques du dispositif limiteur d'arc à 45 ms (voir 7.105.2).

L'ensemble destiné à être installé dans des pièces réservées au personnel autorisé seulement, avec accès aux faces frontales, latérales et arrières, est désigné comme suit:

IAC	AFLR
Courant de défaut d'arc	16 kA
Durée de défaut d'arc	0,045 s

Désignation: IAC AFLR 16 kA, 0,045 s

9.104 Résumé des exigences techniques, des caractéristiques assignées et des essais facultatifs

Les exigences techniques, les caractéristiques assignées et les essais facultatifs relatifs à l'ensemble sont résumés dans le Tableau 4.

Tableau 4 – Résumé des exigences techniques, des caractéristiques assignées et des essais facultatifs pour l'ensemble

Information	Article/paragraphe du présent document	Indication des exigences à préciser par l'utilisateur si nécessaire (laisser en blanc si inconnu ou non pertinent)
Particularité du réseau (ne faisant pas partie des caractéristiques assignées de l'équipement)		
Tension nominale kV		
Fréquence Hz		
Nombre de phases		
Type de mise à la terre du neutre du réseau	9.102	
Caractéristiques de l'ensemble		
Nombre de pôles		
Classe – intérieure, extérieure (ou conditions spéciales de service)	4	
Type du compartiment (à spécifier pour chaque compartiment à haute tension) si applicable:	3.5.109	Compartiment jeu de barres:
Compartiment accessible contrôlé par verrouillage	3.5.110	Compartiment appareil principal:
Compartiment accessible selon procédure	3.5.111	Compartiment connexions:
Compartiment accessible par outillage	3.5.112	Compartiment TC:
Compartiment non accessible	3.5.113	Compartiment TT:
		Compartiment connexions/TC:
		Compartiment Appareil de connexion principal /TC:
		Autre compartiment (à définir):
Classe de cloisonnement	3.6.106	
classe PM	3.6.107	
classe PI	3.6.108	

Information	Article/paragraphe du présent document	Indication des exigences à préciser par l'utilisateur si nécessaire (laisser en blanc si inconnu ou non pertinent)
Débrochable/non débrochable (appareil principal)	3.5.120	(Débrochable/non débrochable):
Catégorie perte de continuité de service (LSC) par type d'unité fonctionnelle		
LSC2	3.6.102	
LSC2A	3.6.103	
LSC2B	3.6.104	
LSC1	3.6.105	
Tension assignée U_r 3,6 kV; 7,2 kV; 12 kV; 17,5 kV; 24 kV; 36 kV, etc.	5.2	
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	5.3	(Valeur commune/sur la distance de sectionnement) a) / b) /
Fréquence assignée f_r	5.4	
Courant permanent assigné I_r Arrivée Jeu de barres Départ	5.5	a) b) c)
Courant de courte durée admissible assigné Circuit principal (arrivée/jeu de barres/départ) I_k Circuit de terre phase-terre I_{ke}	5.6 9.102	a) b)
Courant de crête admissible assigné Circuit principal (arrivée/jeu de barres/départ) I_p Circuit de terre phase-terre I_{pe}	5.7 9.102	a) b)
Durée de court-circuit assignée Circuit principal (arrivée/jeu de barres/départ) t_k Circuit de terre phase-terre t_{ke}	5.8 9.102	a) b)
Tension d'alimentation assignée des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires et de commande U_a a) Fermeture et déclenchement b) Indication c) Contrôle	5.9	a) b) c)
Fréquence d'alimentation assignée des circuits de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires	5.10	
Défaut d'arc interne IAC Classe d'accessibilité à l'ensemble (spécifier la ou les faces qui sont exigées) A limité aux personnes autorisées seulement B accès libre (y compris le public)	3.6.106 5.103.2 Exemples en 9.103.6	O/N F pour la face avant: L pour les faces latérales:

Information	Article/paragraphe du présent document	Indication des exigences à préciser par l'utilisateur si nécessaire (laisser en blanc si inconnu ou non pertinent)
Valeur du courant de cette classe en kA et durée en s	5.103.4 et 5.103.5	R pour la face arrière:
Tensions d'essai assignées des câbles U_{ct}	5.102	En courant alternatif ou continu
Dispositifs de verrouillage et de surveillance basses et hautes pressions (Indiquer les exigences, par exemple verrouillage si indication d'une basse pression, etc.)	6.10	
Dispositifs de verrouillage (indiquer toute exigence additionnelle à celle de 5.11)	6.12	
Degré de protection procuré par l'enveloppe (si différente de IP2X): Portes fermées Portes ouvertes Essai de protection contre les intempéries	6.14.2 (voir 6.102.1 et 6.102.3) 6.14.3	a) b)
Essais de décharges partielles	7.2.10	Accord avec le fabricant pour les valeurs d'essai
Mesurage des décharges partielles	8.101	Accord avec le fabricant pour les valeurs d'essai
Information complémentaire, par exemple conditions d'installation		

10 Renseignements à donner dans les appels d'offres, les soumissions et les commandes (informatif)

10.1 Généralités

Le paragraphe 10.1 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

10.2 Renseignements dans les appels d'offres et les commandes

Le paragraphe 10.2 de l'IEC 62271-1:2017 n'est pas applicable.

En faisant un appel d'offres ou en passant commande d'un ensemble, il convient que les renseignements suivants soient fournis par le demandeur.

a) Caractéristiques propres au réseau:

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

b) Conditions de service, si elles sont différentes des conditions normales de service (voir Article 4):

Doivent être traitées toutes conditions divergeant des conditions normales de service telles que, par exemple, l'exposition à une vapeur inhabituelle, à l'humidité, aux fumées, aux gaz explosifs, à la poussière excessive ou au sel; le rayonnement thermique, par exemple solaire, l'altitude, le risque de tremblements de terre ou d'autres vibrations dues à des causes extérieures à l'équipement à livrer.

c) Spécifications de l'ensemble:

- 1) installation pour l'intérieur ou l'extérieur;
- 2) nombre de phases;
- 3) nombre de jeux de barres, comme cela est indiqué dans le schéma unifilaire;
- 4) tension assignée;
- 5) fréquence assignée;
- 6) niveau d'isolement assigné;
- 7) courants permanents assignés des jeux de barres et des circuits d'alimentation;
- 8) courant de courte durée assigné admissible (I_k);
- 9) durée de court-circuit assignée (si elle est différente de 1 s);
- 10) valeur de crête du courant admissible assignée (si elle est différente de $2,5 I_k$);
- 11) tensions d'essai assignées des câbles, si exigées;
- 12) valeurs assignées des composants;
- 13) degré de protection procuré par l'enveloppe et les cloisons;
- 14) schémas des circuits;
- 15) désignation des appellations et catégories (accessibilité) des différents compartiments, si exigés;
- 16) catégorie de perte de continuité de service (LSC1, LSC2, LSC2A ou LSC2B) pour chaque type d'unité fonctionnelle, le cas échéant;
- 17) classe de cloisonnement (PM ou PI), le cas échéant;
- 18) classification IAC, si exigé, avec les informations correspondantes de classe d'accessibilité, de courant de défaut d'arc et de durée, selon le cas.

d) Caractéristiques des dispositifs de manœuvre:

- 1) type des dispositifs de manœuvre;
- 2) tension d'alimentation assignée (si nécessaire);
- 3) tension d'alimentation assignée (si nécessaire);
- 4) tension d'alimentation assignée (si nécessaire);
- 5) exigences spéciales de verrouillage.

En plus de ces renseignements, il convient que le demandeur indique toute condition qui peut influencer la soumission ou la commande, par exemple les conditions particulières de montage ou d'installation, les règles pour les réservoirs de pression, les exigences pour les essais des câbles, le traitement des gaz d'échappement, les dimensions spécifiques.

Il convient que le demandeur indique toute demande d'informations, de documentation ou de procédure d'évaluation de la conformité. Il convient d'indiquer si des essais de type spéciaux et/ou des essais individuels de série sont exigés.

10.3 Renseignements pour les soumissions

Le paragraphe 10.3 de l'IEC 62271-1:2017 n'est pas applicable.

Il convient que les renseignements suivants, si applicables, soient donnés par le fabricant avec les notices descriptives et les plans:

- a) valeurs et caractéristiques assignées telles qu'énumérées au point c) de 10.2;
- b) preuve de l'évaluation de la conformité, telle que demandée;

- c) caractéristiques de construction, par exemple:
 - 1) masse de l'unité de transport la plus lourde;
 - 2) dimensions hors tout de l'installation;
 - 3) disposition des connexions aux conducteurs externes;
 - 4) dispositifs pour le transport et le montage;
 - 5) mesures à prévoir pour le montage;
 - 6) désignation des appellations et catégories des différents compartiments;
 - 7) faces classifiées;
 - 8) renseignements concernant l'installation, le fonctionnement et la maintenance;
 - 9) type du système de pression de gaz ou de liquide;
 - 10) niveau de remplissage et niveau minimal de fonctionnement;
 - 11) volume de liquide ou masse de gaz ou de liquide pour les différents compartiments;
 - 12) spécification de l'état du gaz ou du liquide.
- d) caractéristiques des dispositifs de manœuvre:
 - 1) types et valeurs assignées tels qu'énumérés au point d) de 10.2;
 - 2) courant ou puissance nécessaire pour la manœuvre;
 - 3) durées de manœuvre;
 - 4) liste des parties détachées recommandées qu'il convient que l'utilisateur se procure.

11 Transport, stockage, installation, instructions de fonctionnement et maintenance

11.1 Généralités

Le paragraphe 11.1 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

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

Le paragraphe 11.2 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

11.3 Installation

Le paragraphe 11.3 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec les ajouts suivants à 11.3.4:

Il convient que l'acheteur (utilisateur) évalue les risques de l'installation et décide comment installer l'ensemble. Toutefois, il convient de noter que dans le cas des ensembles classifiés IAC, tout écart par rapport aux instructions d'installation, qui doivent être fournies par le fabricant, peut dégrader la performance de tenue à l'arc interne.

Il convient d'envisager une éventuelle surpression à l'intérieur du bâtiment, due à un défaut d'arc interne dans l'ensemble.

11.4 Instructions de fonctionnement

Le paragraphe 11.4 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec les ajouts suivants:

Les différents compartiments à haute tension de chaque type d'unité fonctionnelle doivent être définis à partir des quatre types de compartiments à haute tension qui sont distingués; trois qui peuvent être ouverts, appelés accessibles, et un qui n'est pas conçu pour être ouvert, appelé non accessible, voir 3.5.110 à 3.5.113.

Le fabricant doit indiquer dans la référence aux instructions du fabricant quel type est applicable pour chaque compartiment de l'ensemble.

- Pour les compartiments accessibles par verrouillage, voir 6.12 et 6.102.2.
- Pour les compartiments accessibles selon procédure ou par outillage, voir 6.102.2.
- Des procédures spéciales sont exigées pour ouvrir les compartiments accessibles par outillage.
- Il convient que les compartiments non accessibles ne soient pas ouverts par l'utilisateur, car l'ouverture peut détruire l'intégrité du compartiment.

La catégorie LSC de chaque type d'unité fonctionnelle doit être indiquée, le cas échéant (voir 3.6.101 et 6.103).

Les instructions de fonctionnement sont fournies comme des "Instructions d'utilisation" qui doivent être définies dans la référence aux instructions du fabricant. Celles-ci définissent une "utilisation normale". Voir 3.1.107.

11.5 Maintenance

Le paragraphe 11.5 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec les ajouts suivants:

Si, pour certaines opérations de maintenance, des cloisons isolantes provisoires sont exigées pour éviter tout contact accidentel avec les parties sous tension, alors:

- le fabricant doit proposer de fournir les cloisons exigées ou leur conception;
- le fabricant doit fournir des renseignements sur les procédures de maintenance et sur l'utilisation des cloisons;
- lorsqu'elles sont installées conformément aux instructions du fabricant, les exigences IP2X (selon l'IEC 60529:1989, l'IEC 60529:1989/AMD1:1999 et l'IEC 60529:1989/AMD2:2013) doivent être satisfaites;
- ces cloisons doivent satisfaire à l'exigence de 6.103.3;
- ces cloisons et leurs supports doivent avoir une tenue mécanique suffisante pour éviter le contact accidentel avec des parties actives.

NOTE Les écrans et supports isolants prévus seulement pour la protection mécanique ne sont pas soumis au présent document.

Après l'occurrence d'un court-circuit en service, il convient d'examiner le circuit de terre à la recherche d'éventuels dommages et de le remplacer en tout ou partie si nécessaire.

12 Sécurité

L'Article 12 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec les ajouts suivants:

12.101 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 quand les parties du circuit principal présentes dans le compartiment rendu accessible sont isolées et mises à la terre, ou dans une position débrochée avec les volets associés en position fermée, ou que les parties restant actives sont enrobées d'un matériau isolant solide conforme à la classe PA de l'IEC 62271-201:2014 au moins. 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 [14]).

12.102 Aspects liés à l'arc interne

En ce qui concerne la protection des personnes, la performance correcte de l'ensemble dans le cas d'un arc interne n'est pas seulement une question de conception de l'équipement lui-même, mais également des conditions d'installation et des procédures d'utilisation voir 9.103 et 11.3.

13 Influence du produit sur l'environnement

L'Article 13 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

Annexe A **(normative)**

Défaut d'arc interne – Méthode de vérification de la classification arc interne (IAC)

A.1 Simulation du local

A.1.1 Simulation du local pour les ensembles pour l'intérieur

Le local doit être représenté par un plancher, le plafond et deux murs perpendiculaires l'un à l'autre. Lorsqu'ils sont destinés à l'évacuation des gaz de l'arc interne, des caniveaux de câbles et/ou des conduits d'évacuation simulés doivent également être construits.

NOTE 1 Les dimensions du dispositif de simulation du local établissent les conditions d'essai définies; cependant, les conditions d'installation réelles sont généralement différentes, voir 11.3.

Plafond

L'essai doit être réalisé avec la hauteur de plafond spécifiée par le fabricant.

La hauteur de plafond est toujours indiquée à partir du plancher ou du faux plancher où est installé réellement l'ensemble, voir la

Figure A.8. Il s'agit également du niveau où les dispositifs indicateurs sont placés lors de l'essai IAC.

Cependant, le plafond doit être placé au minimum:

- à une distance non inférieure à 200 mm (± 50 mm) au-dessus de la hauteur de l'objet d'essai; et
- à une distance de 2 000 mm (± 50 mm) par rapport au plancher ou au faux plancher, si la hauteur de l'objet d'essai est inférieure à 1 800 mm, voir la Figure A.5.

La hauteur de l'objet d'essai est déterminée par sa partie la plus haute ayant une incidence sur le débit gazeux, y compris les clapets de détente (le cas échéant) 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'objet d'essai et le plafond plus importantes que celles soumises à l'essai.

EXEMPLE Un essai réalisé à une distance entre l'objet d'essai et le plafond de 600 mm est valide pour cette valeur et toutes les distances supérieures.

Si le fabricant spécifie une distance entre le plafond et la hauteur de l'objet 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 (± 30 mm) de la face latérale gauche ou droite de l'objet d'essai. Une marge plus faible peut être choisie sous réserve qu'il puisse être démontré que toute déformation permanente de la face latérale de l'objet 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'objet d'essai et le mur latéral plus importantes que celles soumises à l'essai, à condition que les gaz ne soient pas dirigés vers les murs.

Mur arrière

L'objet d'essai doit être placé à une distance du mur arrière qui est fonction de l'accessibilité de la face arrière de l'ensemble. Les objets d'essai constitués d'unités fonctionnelles ayant différentes profondeurs doivent être placés aux distances exigées de l'unité fonctionnelle présentant la profondeur la plus importante.

Dans tous les cas, la distance entre le mur arrière et l'ensemble est mesurée à partir de la surface de l'enveloppe, en ignorant les éléments protubérants non prévus pour avoir une incidence sur l'évacuation des gaz chauds (par exemple, les poignées).

Face arrière non accessible

Sauf si le fabricant indique un espace minimum par rapport au mur plus important, le mur doit être placé à une distance de la face arrière de l'objet d'essai de 100 mm (± 30 mm). Une distance plus faible peut être choisie sous réserve qu'il puisse être démontré que toute déformation permanente de la face arrière de l'objet d'essai n'interfère pas avec le mur, ou n'est pas limitée par lui.

L'installation d'essai est considérée comme valide pour une installation plus proche du mur, dans la mesure où deux conditions complémentaires sont remplies (voir 7.105.5, Critère No.1).

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

Si l'essai est réalisé avec une distance au mur arrière plus importante, sur indication du fabricant, cette distance doit être déclarée comme distance minimale admissible dans les instructions d'installation. Les instructions d'installation doivent également contenir des recommandations relatives à l'obligation d'adopter des mesures empêchant l'accès de cette zone aux personnes.

Face arrière accessible

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

L'essai couvre également les conditions d'installation avec la face arrière à une distance au mur de 300 mm et plus, pour l'essai de la classe d'accessibilité A, ou de 100 mm et plus pour l'essai de la classe d'accessibilité B, bien que ces conditions d'installation puissent empêcher l'accès effectif à la face arrière. Une distance inférieure à 300 mm par rapport au mur arrière peut être couverte par l'essai de classe A pour la face arrière accessible, lorsque les indicateurs de la classe A sont montés à l'arrière comme pour la classe d'accessibilité B.

Cas particulier, utilisation de conduits d'échappement

Si le fabricant déclare que la conception exige que les caniveaux de câbles et/ou tout autre conduit d'échappement n'appartenant pas à l'ensemble doivent être utilisés pour évacuer les gaz durant l'arc interne, les dimensions minimales de leur section, leur position, et les dispositifs de sortie (clapets ou grilles, avec leurs caractéristiques) doivent être spécifiés par le fabricant. 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 mm de distance de l'ensemble en essai.

Si les essais sont effectués avec le conduit d'échappement installé au-dessus de l'objet, la distance recommandée de l'objet d'essai par rapport au plafond est de 100 mm (± 50 mm), afin de documenter dans le rapport d'essai les déformations permanentes du conduit d'échappement. Les résultats de l'essai réalisé avec ces distances sont valides pour toutes les distances entre l'objet d'essai et le plafond plus importantes que celles soumises à l'essai.

Si le conduit d'échappement est monté sous l'ensemble, le faux plancher simulé doit être placé à une hauteur permettant l'installation du conduit spécifié, voir la Figure A.8 b).

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 du présent document.

A.1.2 Simulation du local pour les ensembles pour l'extérieur

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

Du point de vue de l'arc interne, un assemblage extérieur avec des performances IAC validées dans des conditions d'installation intérieures est considéré comme valide également pour une application extérieure avec les mêmes exigences d'accessibilité, les mêmes chemins d'accès aux câbles et la même disposition au sol.

Dans le cas où les ensembles pour application extérieure sont prévus pour être placés sous un abri (par exemple pour être protégé de la pluie) qui est à moins de 1 500 mm au-dessus de l'ensemble, un plafond équivalent doit être placé pour l'essai d'arc interne. Si un tel ensemble a déjà été soumis à l'essai pour des conditions d'installation à l'intérieur, l'application à l'extérieur est déjà couverte à cet égard. La hauteur de plafond utilisée pour l'essai intérieur est considérée comme la hauteur minimale pour l'abri.

A.2 Indicateurs (pour évaluer l'effet thermique des gaz)

A.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'objet d'essai.

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

NOTE De la cretonne noire (tissu de coton d'environ 150 g/m²) est considérée comme représentative des tissus de vêtements de travailleur, alors que de la doublure coton (environ 40 g/m²) est considérée comme représentative des vêtements légers d'été du public.

Il doit être évité que les indicateurs verticaux ne s'enflamment les uns les autres. Cela peut être obtenu en les plaçant dans des châssis de montage en tôle d'acier, avec une profondeur de

$2 \times 30 \text{ mm} \left(\begin{smallmatrix} 0 \\ -3 \end{smallmatrix} \text{ mm} \right)$ (voir la Figure A.1).

Pour les indicateurs horizontaux, vérifier que des particules incandescentes ne peuvent pas s'accumuler. Cela peut être obtenu en montant les indicateurs sans châssis (voir la Figure A.2).

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

A.2.2 Disposition des indicateurs

Les indicateurs doivent être placés sur toutes les faces classifiées, sur un support de montage, à des distances dépendant des classes d'accessibilité. Les indicateurs verticaux et horizontaux doivent être régulièrement répartis, organisés en damier couvrant 40 % à 50 % des surfaces à contrôler.

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

Les exigences relatives aux indicateurs sont les suivantes:

a) classe d'accessibilité A (personnel autorisé);

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

Les indicateurs doivent être montés verticalement sur toutes les faces classifiées de l'ensemble jusqu'à une hauteur de 2 000 mm (± 50 mm), voir la Figure A.3 et la Figure A.4.

La distance des indicateurs à l'ensemble doit être de 300 mm (± 15 mm).

Des indicateurs doivent également être installés horizontalement à une hauteur de 2 000 mm (± 50 mm) au-dessus du plancher comme cela est représenté à la Figure A.3 et à la Figure A.4 de façon à couvrir toute la surface entre 300 mm (± 30 mm) et 800 mm (± 30 mm) de l'ensemble. Si le plafond est placé à une hauteur de 2 000 mm (± 50 mm) au-dessus du plancher (voir A.1.1), aucun indicateur horizontal n'est exigé, voir la Figure A.3 et la Figure A.5.

Une condition spéciale d'accessibilité est lorsque l'utilisation normale exige de se tenir ou de marcher sur l'équipement, des indicateurs horizontaux doivent être placés au-dessus de la surface accessible, comme cela est représenté à la Figure A.7 (par exemple un cas particulier de classe d'accessibilité B), quelle que soit la hauteur de l'ensemble; une doublure coton noire (d'environ 40 g/m²) doit être utilisée pour ces indicateurs horizontaux.

b) classe d'accessibilité B (public).

De la doublure coton noire (environ 40 g/m²) doit être utilisée pour les indicateurs des faces classifiées de type B.

La distance des indicateurs à l'ensemble doit être de 100 mm (± 5 mm).

– Pour les objets d'essai supérieurs ou égaux à 1 900 mm:

les indicateurs verticaux doivent être montés verticalement sur toutes les faces classifiées de l'ensemble jusqu'à une hauteur de 2 000 mm (± 50 mm) au-dessus du plancher, voir la Figure A.3 et la Figure A.6;

les indicateurs horizontaux doivent être disposés à une hauteur au-dessus du plancher et couvrir toute la surface entre 100 mm (± 5 mm) et 800 mm (± 50 mm) de l'ensemble, voir la Figure A.6.

– Pour les objets d'essai dont la hauteur réelle est inférieure à 1 900 mm:

les indicateurs verticaux doivent être montés jusqu'à une hauteur de 100 mm (± 50 mm) au-dessus de l'objet d'essai, voir la Figure A.3 et la Figure A.7;

les indicateurs horizontaux doivent être placés au-dessus de la surface supérieure accessible, à une distance de 100 mm (± 5 mm), voir la Figure A.7.

La distance des indicateurs installés verticalement à l'ensemble est mesurée de la surface de l'enveloppe de l'unité fonctionnelle en essai, en ignorant les éléments protubérants non prévus pour avoir une incidence sur l'évacuation des gaz chauds (par exemple, les poignées).

Si la surface de l'ensemble n'est pas régulière, les indicateurs pour la classe d'accessibilité A doivent être placés comme cela est représenté à la Figure A.9, et dans le cas de la classe d'accessibilité B, les indicateurs doivent être placés à 100 mm de la surface de la protubérance.

Dans le cas où un conduit d'échappement inférieur fait partie de l'ensemble et est praticable comme partie intégrante du faux plancher simulé, des indicateurs horizontaux supplémentaires doivent être placés à 100 mm au-dessus du conduit d'échappement inférieur dans une zone située entre les indicateurs verticaux et à 800 mm de l'ensemble, voir la Figure A.10.

A.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 exigées):

distance entre objet d'essai et plafond:	± 50 mm
distance entre objet d'essai et mur latéral:	± 30 mm
distance entre objet d'essai et mur arrière (non accessible):	± 30 mm
distance entre objet d'essai et mur arrière (accessible):	0/+100 mm
dimensions des indicateurs:	0/+15 mm
profondeur du châssis en acier des indicateurs:	-3/0 mm
hauteur des indicateurs:	± 50 mm
distance entre objet d'essai et indicateurs	
classe d'accessibilité A:	± 30 mm
classe d'accessibilité B:	± 5 mm

A.4 Paramètres d'essai

A.4.1 Généralités

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

A.4.2 Tension

L'essai doit être réalisé à toute tension appropriée jusqu'à et y compris la tension assignée. Si une tension plus faible que la tension assignée 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 de courant de A.4.3.1;
- 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 A.4.3.1 pour la phase concernée.

A.4.3 Courant

A.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 ± 5 %. Si la tension appliquée est égale à la tension assignée, la tolérance ne s'applique qu'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 allongée jusqu'au moment auquel l'intégrale de la composante alternative du courant (I^*t) devient égale à la valeur spécifiée avec une tolérance de $(\begin{smallmatrix} +10 \\ 0 \end{smallmatrix} \%)$. 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.

Si une valeur de I_{Ae} est assignée à l'ensemble et est supérieure à 87 % de I_A , tous les essais en biphasé doivent utiliser la valeur de I_{Ae} pour le courant d'essai.

NOTE Cette valeur de 87 % est justifiée par l'essai de défaut d'arc avec amorçage en biphasé.

A.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 parcourt 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 assignée, 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 50 Hz et 60 Hz) la valeur efficace de la composante alternative définie en A.4.3.1 avec une tolérance de $(\begin{smallmatrix} +5 \\ 0 \end{smallmatrix} \%)$. Si une constante de temps continue est spécifiée par le fabricant, il convient d'utiliser une valeur standard de 2,7 fois la valeur efficace de la composante alternative comme valeur assignée pour les applications 50 Hz et 60 Hz.

Si la tension est inférieure à la tension assignée, la valeur de crête du courant présumé n'est pas significative mais la valeur de crête du courant d'essai ne doit pas être inférieure à 90 % de la valeur de crête assignée.

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

A.4.4 Fréquence

Pour une fréquence assignée de 50 Hz ou 60 Hz, la fréquence des trois premiers demi-cycles de l'essai doit se situer entre 48 Hz et 62 Hz. Pour d'autres fréquences, elle ne doit pas dévier de la valeur assignée de plus de $\pm 10 \%$.

A.5 Procédure d'essai

A.5.1 Circuit d'alimentation

A.5.1.1 Essais en triphasé et en biphasé

Le circuit d'alimentation doit être triphasé et les trois phases de l'ensemble 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 reste inférieur à 100 A. De cette manière, l'essai couvre tous les cas de mise à la terre du neutre.

A.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'ensemble, l'autre à la phase en essai.

Les deux phases restantes de l'objet d'essai doivent être mises sous tension à la tension assignée phase-terre. Aucune différence d'angle de phase n'est nécessaire. La ou les sources peuvent être de faible puissance et ne sont pas destinées à fournir un courant de court-circuit important en cas d'amorçage.

Si l'une des phases restantes s'amorce, l'essai doit être répété comme un essai en triphasé.

A.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 fonctionnelle d'alimentation appropriée, à partir de l'extrémité opposée de l'ensemble. Dans le cas de conceptions dissymétriques du compartiment jeu de barres, il convient de rechercher les conditions d'amorçage de l'arc les plus sévères, en fonction de l'énergie d'arc et des risques de perforation;
- pour le compartiment de l'appareil de connexion principal: alimentation à partir du jeu de barres, avec l'appareil en position fermée;
- pour un compartiment avec plusieurs composants du circuit principal à l'intérieur: alimentation à travers un jeu de traversées disponible, avec tous les appareils de connexion en position fermée à l'exception des sectionneurs de terre, le cas échéant, qui doivent être ouverts.

A.5.2 Amorçage de l'arc

A.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 limiteurs de courant (par exemple, des fusibles), le point d'amorçage doit être choisi en amont du dispositif limiteur.

Le nombre de phases à soumettre à l'essai, les dispositions des connexions et l'action à entreprendre si d'autres phases sont affectées, doivent être conformes au Tableau A.1, selon la construction du compartiment en essai.

Si une valeur de I_{Ae} est assignée à l'ensemble, au moins un compartiment doit être soumis à l'essai en monophasé phase-terre.

Dans le cas d'amorçage en monophasé phase-terre, l'arc doit être initié entre la phase intermédiaire et la terre la plus proche.

Dans le cas d'un amorçage biphasé, l'arc doit être amorcé entre la phase intermédiaire et la phase extrême, la phase extrême étant déterminée comme étant la plus éloignée du côté alimentation et la plus proche des indicateurs des faces classifiées IAC, le cas échéant.

A.5.2.2 Compartiments avec isolation 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;
- b) par perforation à des joints isolants confectionnés sur le site lorsque des parties isolantes préfabriquées ne sont pas utilisées;
- c) lorsque a) et b) ne sont pas applicables, par perforation ou retrait partiel de l'isolation solide des conducteurs.

A.5.2.3 Compartiments connexions

A.5.2.3.1 Compartiments 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.

Pour les prises à cône intérieur, l'amorçage doit être réalisé par perforation ou retrait partiel de leur isolation juste sous la ou les prises des câbles de la ou des phases à amorcer.

L'autre ou les autres phases doivent être équipées d'un connecteur embrochable, pouvant être utilisé en service, apte à être mis sous tension avec au moins la tension utilisée pour l'essai réel.

A.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.

A.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 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.

A.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.

Tableau A.1 – Paramètres de l’essai d’arc interne
selon 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	Max. de (87 % I_A et I_{Ae})	Deux	Répéter en tant qu'essai triphasé dans le compartiment où l'affectation a eu lieu
		I_{Ae}	Une phase et terre.	
Compartiments monophasés:		I_{Ae}	Une phase et terre.	
Compartiments connexions:	connexions non isolées ou avec isolation solide constituée sur site	I_A	Trois	N/A
	connexions utilisant des prises à cône extérieur ou intérieur (blindées ou non blindées)	Max. de (87 % I_A et I_{Ae})	Deux	Répéter en tant qu'essai triphasé dans le compartiment où l'affectation a eu lieu
		I_{Ae}	Une phase et terre.	

Dimensions en millimètres

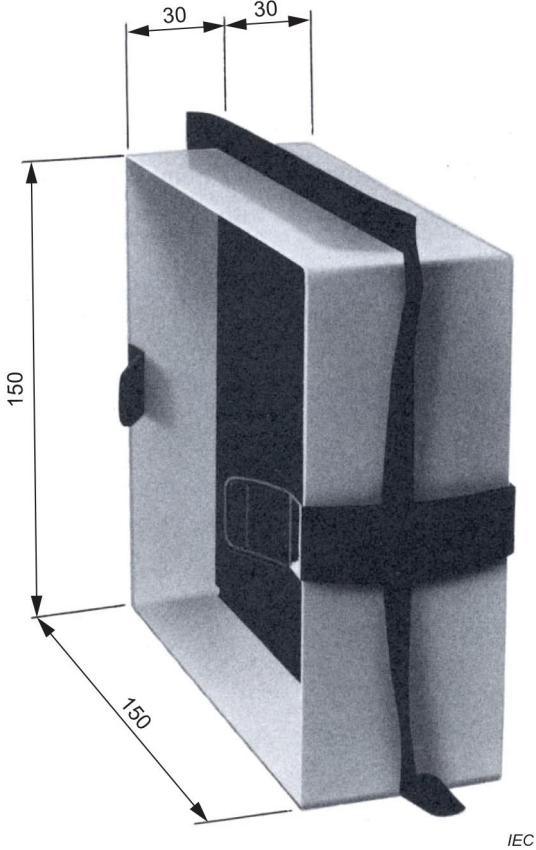
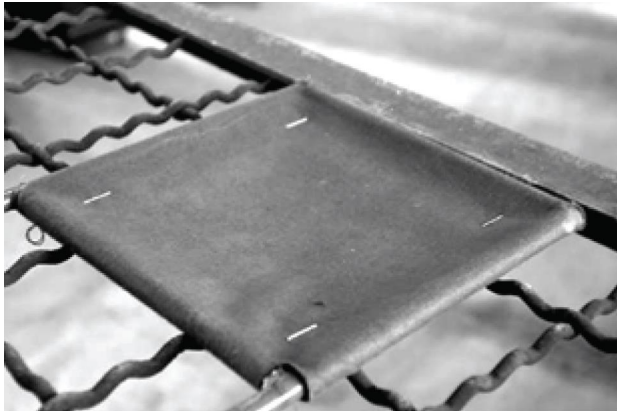


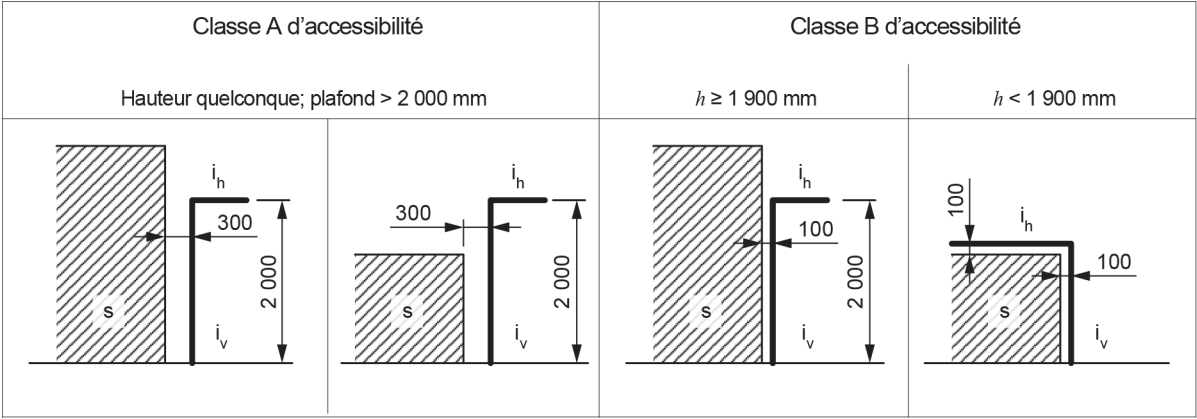
Figure A.1 – Châssis de montage pour les indicateurs verticaux



IEC

Figure A.2 – Indicateur horizontal

Dimensions en millimètres



IEC

Légende

- S Ensemble d'appareillage
- h hauteur de l'appareillage
- i_h indicateurs horizontaux
- i_v indicateurs verticaux

Figure A.3 – Position des indicateurs

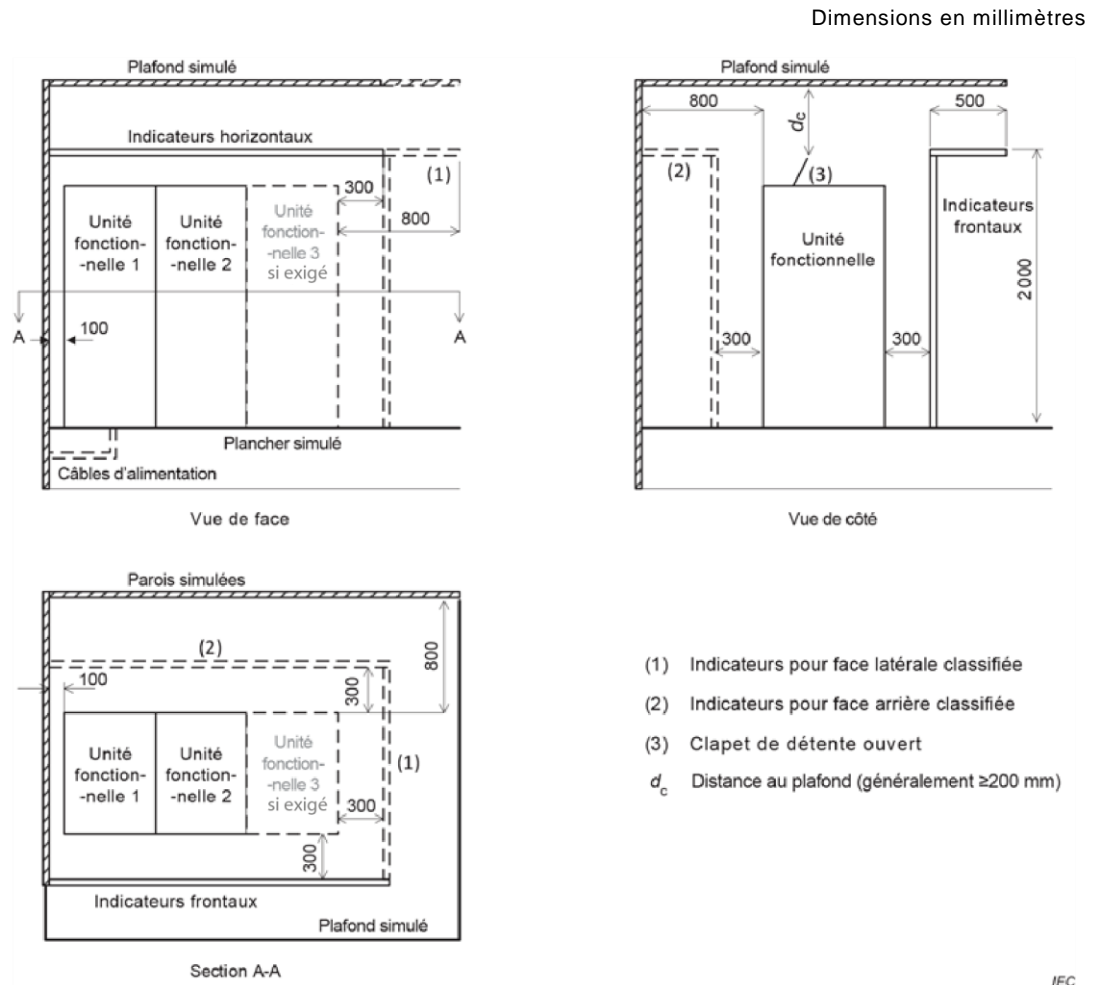


Figure A.4 – Simulation du local et position des indicateurs pour classe d'accessibilité A, face arrière classifiée, plafond supérieur à 2 000 mm, unité fonctionnelle de toute hauteur

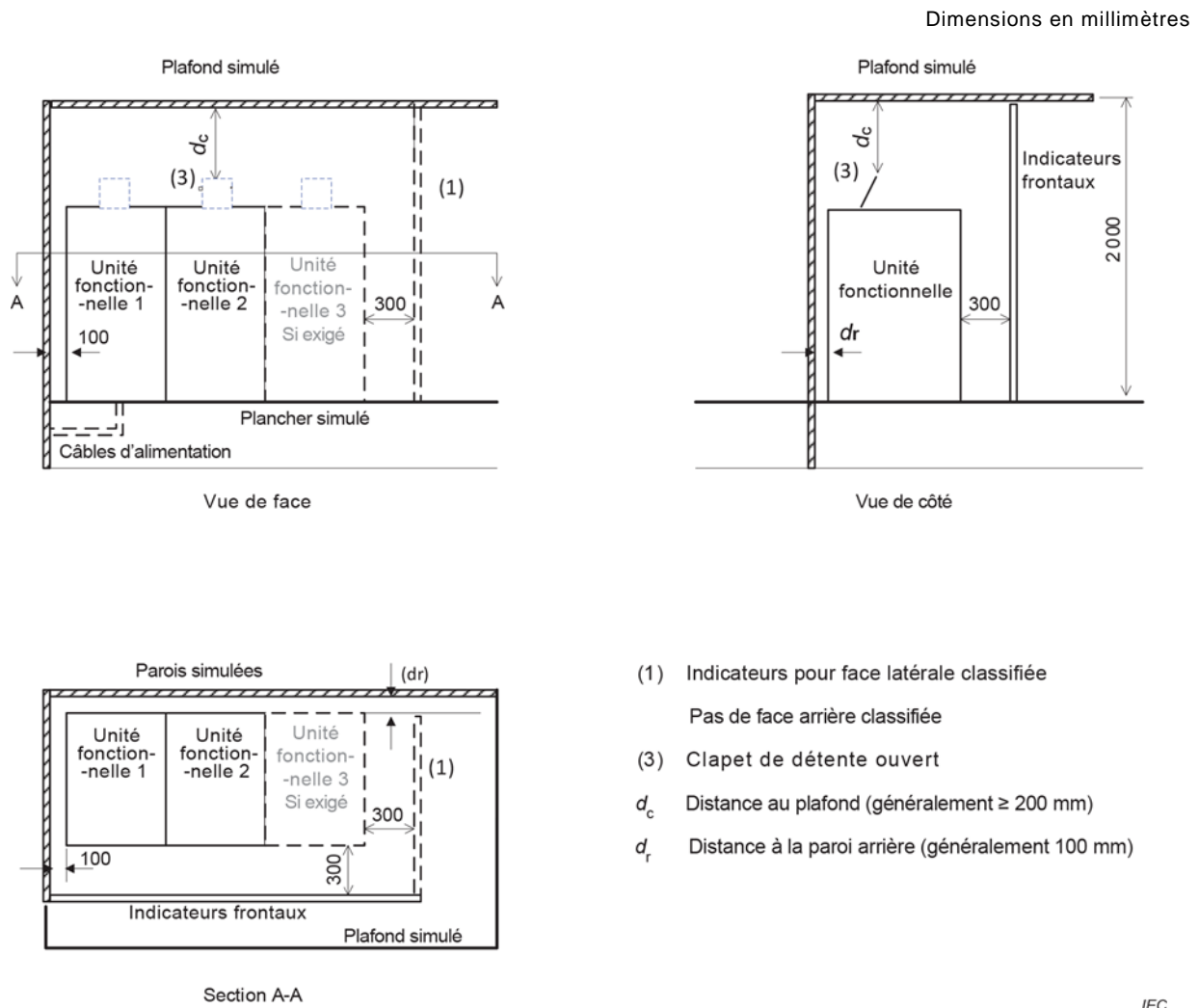
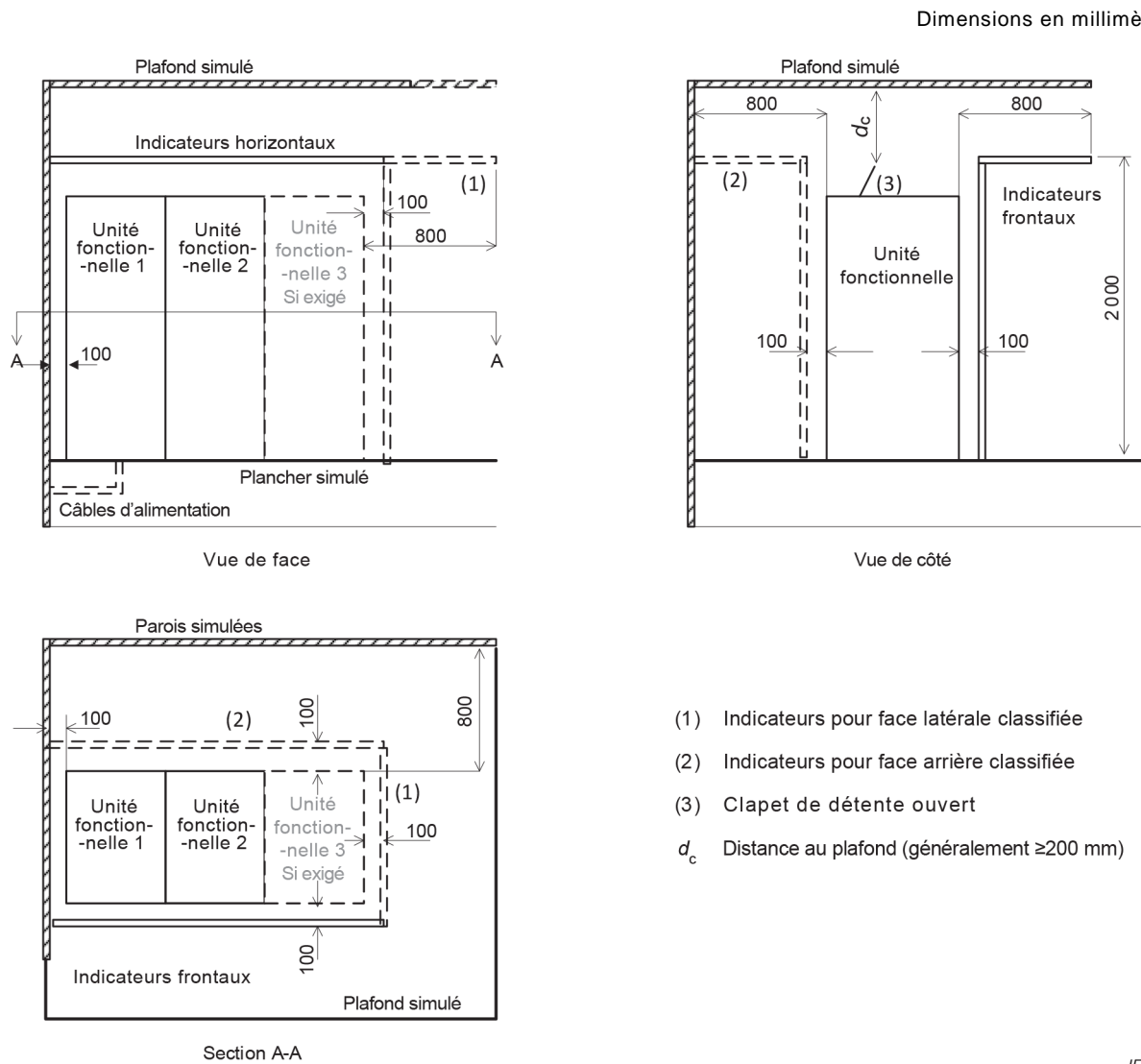


Figure A.5 – Simulation du local et position des indicateurs pour classe d'accessibilité A, face arrière non accessible, plafond à 2 000 mm, unité fonctionnelle ≤ 1 800 mm de hauteur



IEC

Figure A.6 – Simulation du local et position des indicateurs pour classe d'accessibilité B, face arrière classifiée, unité fonctionnelle $\geq 1\,900$ mm de hauteur

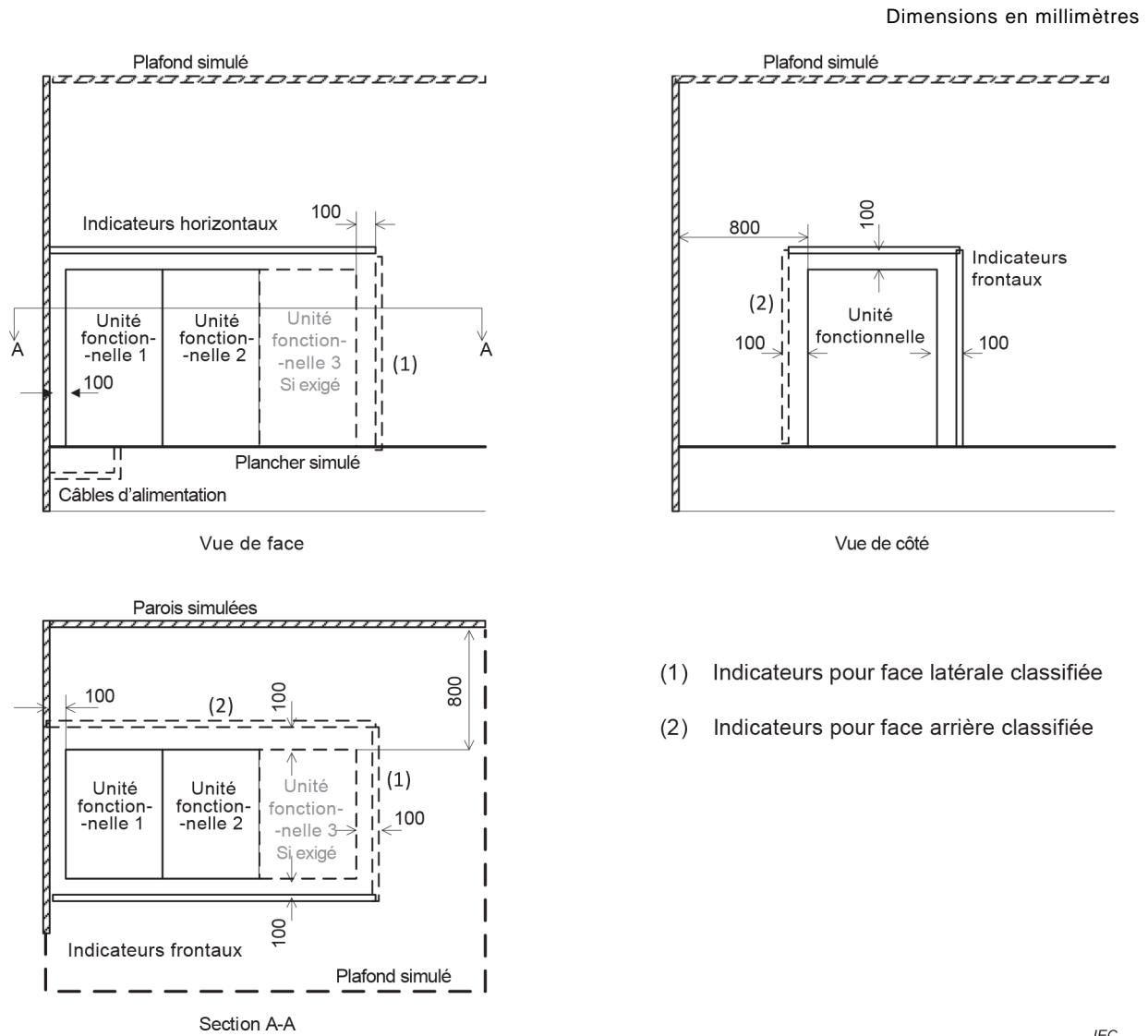
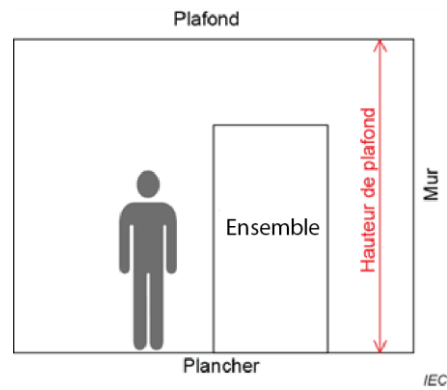
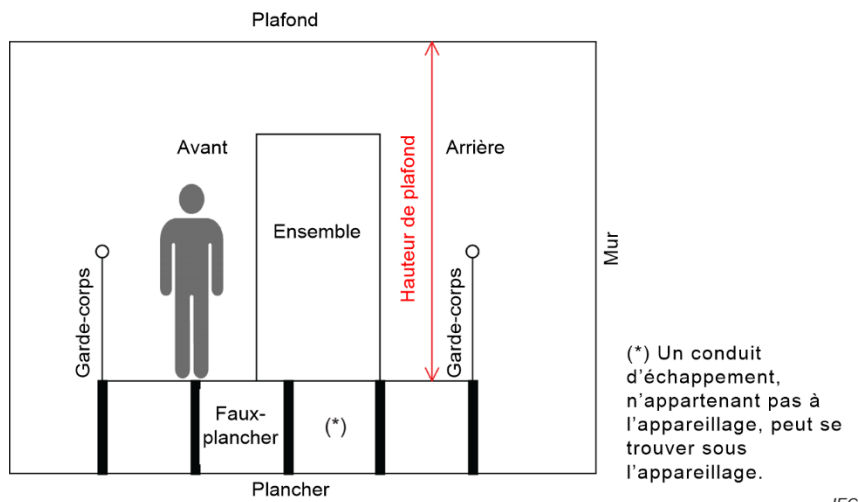


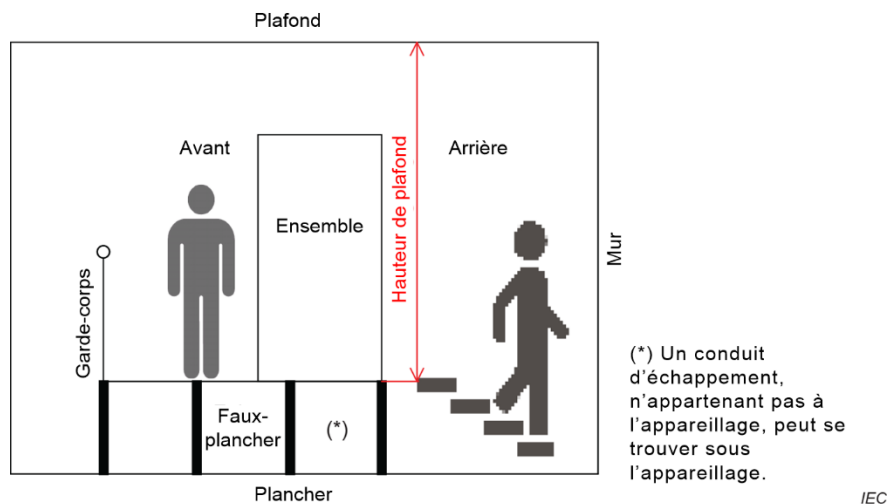
Figure A.7 – Simulation du local et position des indicateurs pour classe d'accessibilité B, face arrière classifiée, unité fonctionnelle < 1 900 mm de hauteur



a) Ensemble posé sur le plancher

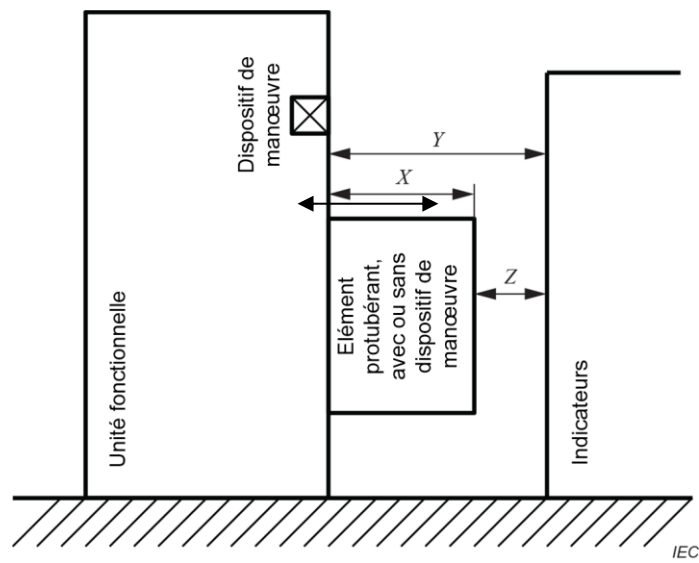


b) Ensemble posé sur le faux-plancher



c) Ensemble posé sur le faux-plancher, niveaux du plancher différents sur la face avant et la face arrière

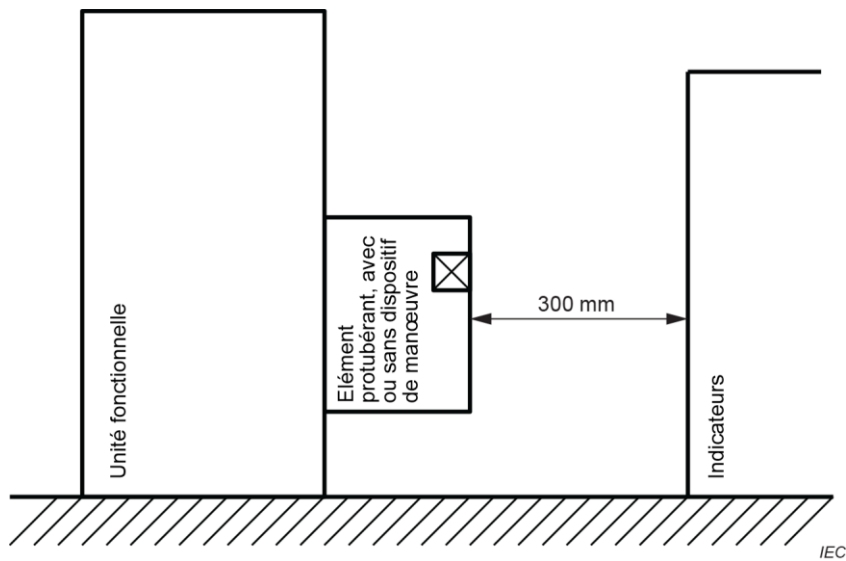
Figure A.8 – Hauteur du plafond établie à partir du plancher ou du faux-plancher sur lequel est installé l'ensemble



a) Au moins un dispositif de manœuvre (organe de commande) ne se trouvant pas sur la protubérance de la face classifiée:

$X < 200 \text{ mm}$: $Y = 300 \text{ mm}$

$X \geq 200 \text{ mm}$: $Z = 100 \text{ mm}$



b) Protubérance avec ou sans dispositif de manœuvre (organe de commande).
 Aucun dispositif de manœuvre ailleurs sur la face classifiée

Figure A.9 – Positionnement de l'indicateur en cas de protubérance à une hauteur < 2 000 mm, sur une face classifiée

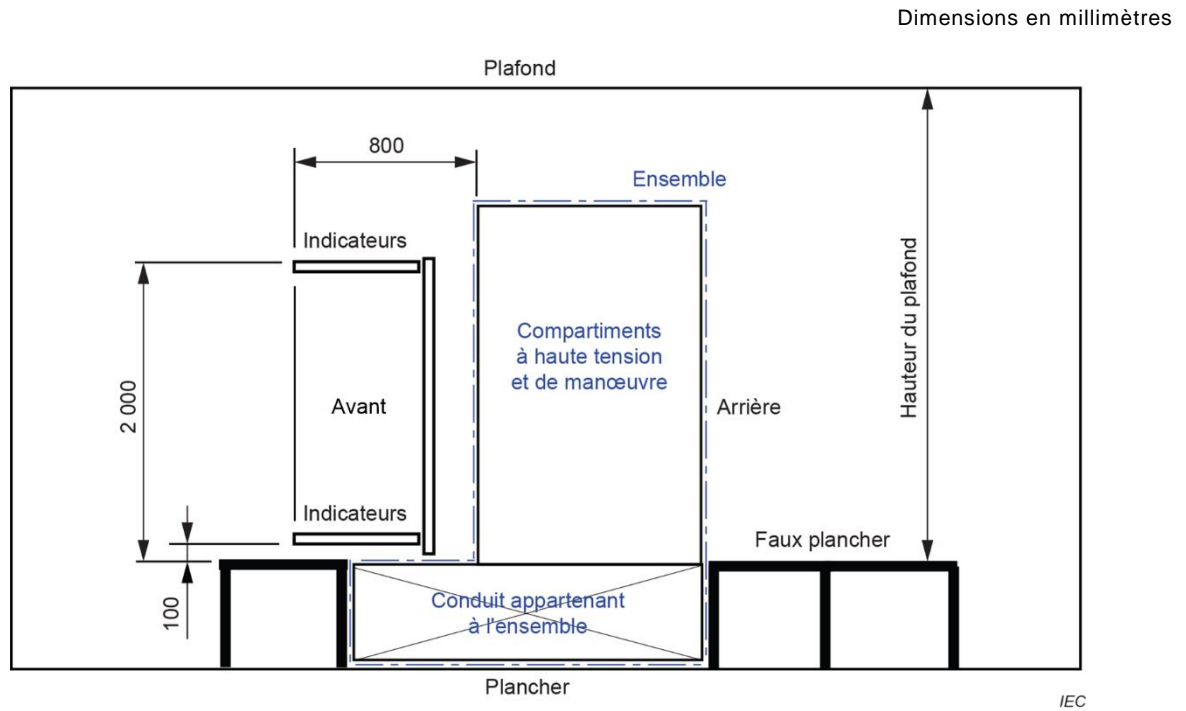


Figure A.10 – Positionnement de l'indicateur dans le cas où un conduit d'échappement inférieur appartenant à l'ensemble est défini comme une partie intégrante du faux plancher sur laquelle il est possible de marcher

Annexe B **(normative)**

Mesurage des décharges partielles

B.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 démontre que, dans des dispositions particulières, les décharges partielles peuvent conduire à une dégradation progressive de la tenue diélectrique du matériau intérieur de l'isolation solide, mais aussi de la surface des matériaux isolants solides lorsque les décharges partielles mesurées correspondent à des décharges corona dans des compartiments isolés à l'air ambiant ainsi que dans des compartiments à remplissage de fluide où le fluide (gaz ou liquide) peut se décomposer.

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

B.2 Conditions d'application

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

Les objets d'essai sur ensembles complets doivent être préférentiels. Dans le cas d'un ensemble intégré, notamment quand les différentes parties sous tension et les connexions sont enrobées d'un isolant solide, les essais sont nécessairement réalisés sur un ensemble complet.

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

Il est recommandé, pour des raisons techniques et économiques, d'effectuer les essais de décharges partielles sur les mêmes ensembles ou sous-ensembles que ceux utilisés pour les essais diélectriques obligatoires. Les transformateurs de mesure, de puissance ou les fusibles peuvent être remplacés par des maquettes reproduisant la configuration du champ des connexions à haute tension. Les dispositifs de protection contre les surtensions doivent être déconnectés ou enlevés pendant l'essai.

Cet essai peut être réalisé sur des ensembles ou des sous-ensembles. Vérifier que le mesurage n'est pas perturbé par des décharges partielles externes. Pour éviter ces décharges partielles externes, des électrodes de répartition ou de protection peuvent être appliquées.

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

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

B.3 Circuits d'essai et instruments de mesure

Les essais de décharges partielles doivent être réalisés conformément à l'IEC 60270.

L'appareil triphasé est soumis à essai soit sur un circuit d'essai monophasé, soit sur un circuit d'essai triphasé (voir le Tableau B.1), comme suit:

a) circuit d'essai monophasé;

– Procédure A

À utiliser comme méthode générale.

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.

– Procédure B

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

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

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

Un mesurage complémentaire doit être réalisé à la tension d'essai réduite de $1,1 U_r/\sqrt{3}$ 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 des moyens d'essai convenables sont disponibles, le mesurage des décharges partielles peut être effectué en triphasé.

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

Pour étalonner le détecteur sur une position de mesure de la disposition triphasée, des impulsions de courant de courte durée et de charge connue sont injectées 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, l'étalonnage donnant la plus petite déviation est utilisé.

Dans le cas d'un équipement conçu pour une utilisation dans des réseaux à neutre non directement relié à la terre, un essai supplémentaire doit être réalisé (en tant qu'essai de type uniquement). Pour cet essai, chaque phase de l'objet d'essai et la phase correspondante de la source de tension doivent être mises à la terre successivement (voir la Figure B.2).

B.4 Procédure d'essai

Lorsqu'ils sont réalisés dans le cadre d'un essai de type, les essais de décharges partielles doivent être réalisés après les essais de tension de choc de foudre et à fréquence industrielle de 7.2.7.

Lorsqu'ils sont réalisés dans le cadre d'un essai individuel de série ou d'un essai sur site, les essais de décharges partielles doivent être réalisés après les essais de tension à fréquence industrielle de 8.2.

La tension d'essai appliquée est élevée à une valeur de précontrainte d'au moins $1,3 U_r$ ou $1,3 U_r/\sqrt{3}$ suivant le circuit d'essai (voir le Tableau B.1) et est maintenue à cette valeur pendant au moins 10 s.

Les décharges partielles apparaissant durant cette période ne doivent pas être prises en considération. Puis la tension est abaissée sans interruption 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 après 10 s (voir le Tableau B.1).

Il convient que la tension d'essai soit conforme au 6.2.1.1 de l'IEC 60060-1:2010. Les essais effectués à 50 Hz couvrent également les essais à 60 Hz et inversement.

Il convient que les transformateurs de tension soient connectés pendant les essais de décharge partielle, s'ils sont effectués comme des essais individuels de série.

Lorsque l'essai de type est effectué, les composants (par exemple, les fusibles, les transformateurs de mesure) peuvent être remplacés par des répliques reproduisant la configuration de leur champ électrique. Les dispositifs de protection contre les surtensions peuvent être déconnectés ou enlevés.

Lorsqu'une tension d'essai est appliquée successivement sur chaque phase, un transformateur, une bobine ou un dispositif analogue normalement connecté entre phases doit être déconnecté du pôle auquel est appliquée la tension d'essai.

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

En général, 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 de réaliser un mesurage complémentaire 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 de remplissage, selon celui qui est le plus sévère. Pour les essais individuels de série, le niveau de remplissage doit être utilisé.

B.5 Intensité maximale admissible des décharges partielles

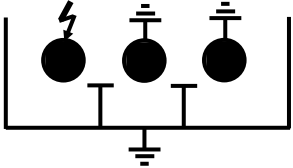
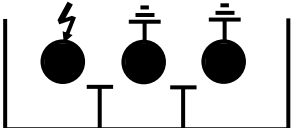
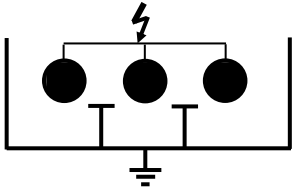
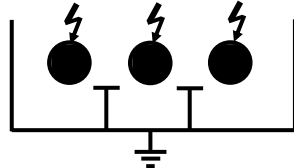
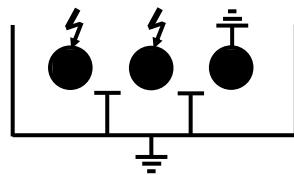
L'intensité caractéristique des décharges partielles recommandée est la charge apparente, qui est exprimée en picocoulombs (pC).

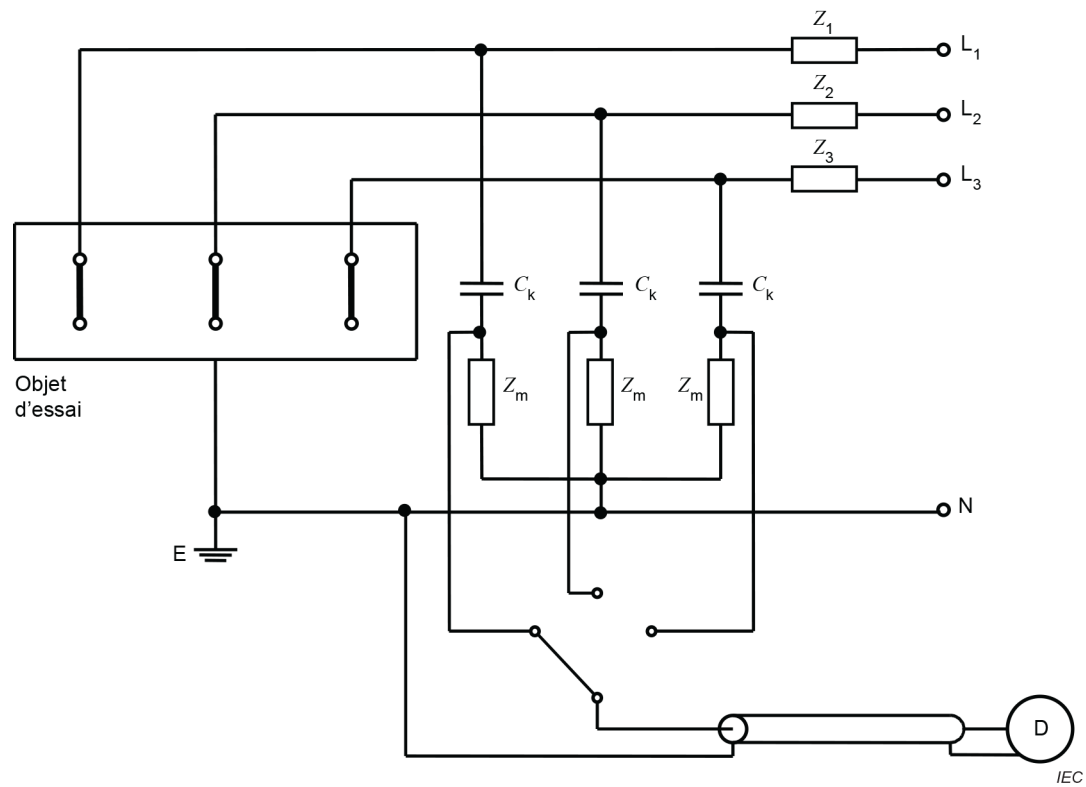
L'intensité maximale admissible des décharges partielles à $1,1 U_r$ et/ou $1,1 U_r/\sqrt{3}$ doit faire l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

NOTE 1 Des valeurs limites de l'intensité de décharges partielles ne seront pas spécifiées avant de disposer de renseignements complémentaires bien établis. Les composants de l'ensemble peuvent utiliser une ou plusieurs technologies d'isolation (par exemple solide, gazeuse ou liquide), chacune ayant des exigences différentes. Il serait donc très difficile et controversé de spécifier des niveaux maximaux admissibles pour une utilisation générale sur un ensemble complet, ou une partie de cet ensemble. Pour l'instant, ces valeurs sont données sous la responsabilité du fabricant ou, pour les essais de réception, font l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

NOTE 2 Pour l'isolation solide, des limites acceptables semblent être de 20 pC pour les essais à $1,1 U_r$ de tension entre phases (à $1,1 U_r/\sqrt{3}$ de tension phase-terre) et en cas de système avec un neutre non directement raccordé à la terre, également 100 pC à $1,1 U_r$ de tension phase-terre avec les autres phases mises à la terre).

Tableau B.1 – Circuits et procédures d'essai

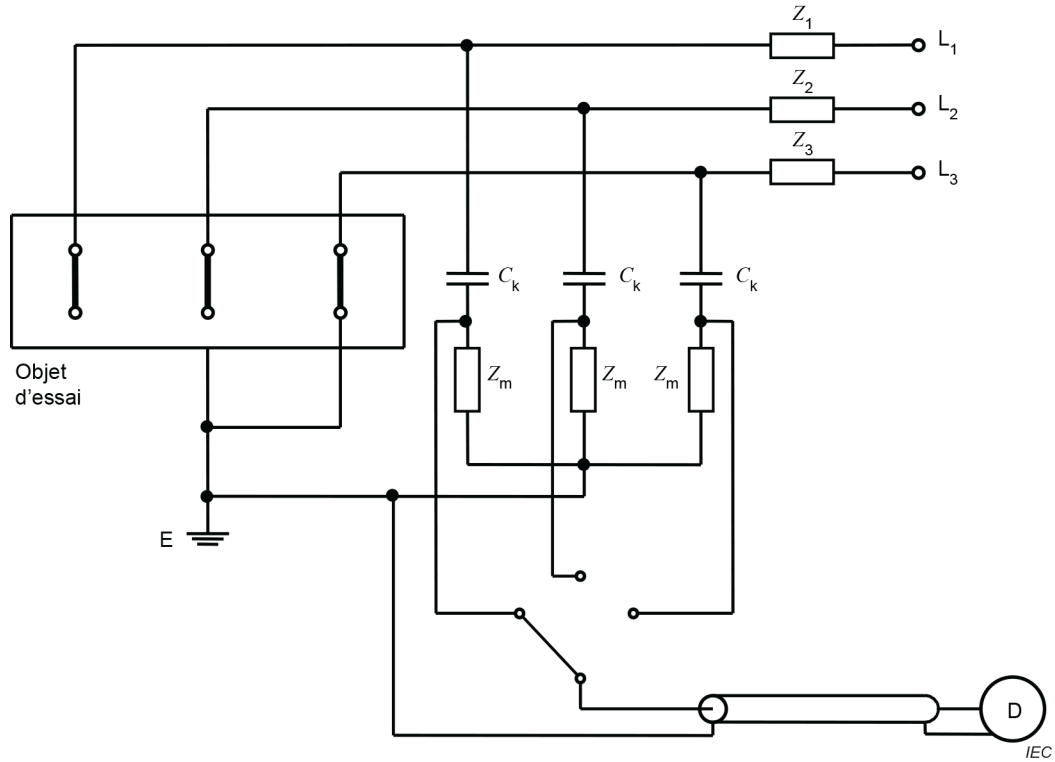
	Essai monophasé			Essai triphasé
	Procédure A	Procédure B		
Source de tension connectée à	Chaque phase successivement	Chaque phase successivement	Trois phases simultanément	Trois phases (Figure B.1 et Figure B.2)
Éléments connectés à la terre	Deux autres phases et toutes les parties mises à la terre en service	Deux autres phases	Toutes les parties mises à la terre en service	Toutes les parties mises à la terre en service
Tension minimale de précontrainte	$1,3 U_r$	$1,3 U_r$	$1,3 U_r / \sqrt{3}$	$1,3 U_r^a$
Tension d'essai	$1,1 U_r$	$1,1 U_r$	$1,1 U_r / \sqrt{3}$	$1,1 U_r^a$
Schéma de base				 
^a Tension entre phases. ^b Essai complémentaire dans le cas d'un neutre non directement connecté à la terre (essais de type seulement).				



Légende

N	connexion du neutre
E	connexion de mise à la terre
L ₁ , L ₂ , L ₃	bornes pour la connexion des trois phases de la source de tension
Z ₁ , Z ₂ , Z ₃	impédances du circuit d'essai
C _k	capacité de couplage
Z _m	impédance de mesure
D	détecteur de décharges partielles

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

**Légende**

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

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

Annexe C (informative)

Liste des notes concernant certains pays

6.104 Au Canada, les réglementations exigent que la distance de sectionnement soit visible.

5.11 En Italie, le code sur les réservoirs sous pression pour les appareillages électriques DM 1^{er} décembre 1980 et DM 10 septembre 1981 publié dans la Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n° 285 du 16.10.1981 s'applique:

Pour les appareillages sous enveloppe métallique contenant des compartiments à remplissage de gaz, la pression de calcul est limitée à un maximum de 0,5 bar (jauge) et le volume est limité à un maximum de 2 m³. Les compartiments à remplissage de gaz dont la pression de calcul est supérieure à 0,5 bar (jauge) ou dont le volume est supérieur à 2 m³ doivent être conçus conformément au code italien sur les réservoirs sous pression pour les appareillages électriques.

Annexe D (normative)

Ordinogramme de catégorisation LSC pour une unité fonctionnelle donnée UF1 avec compartiment connexions

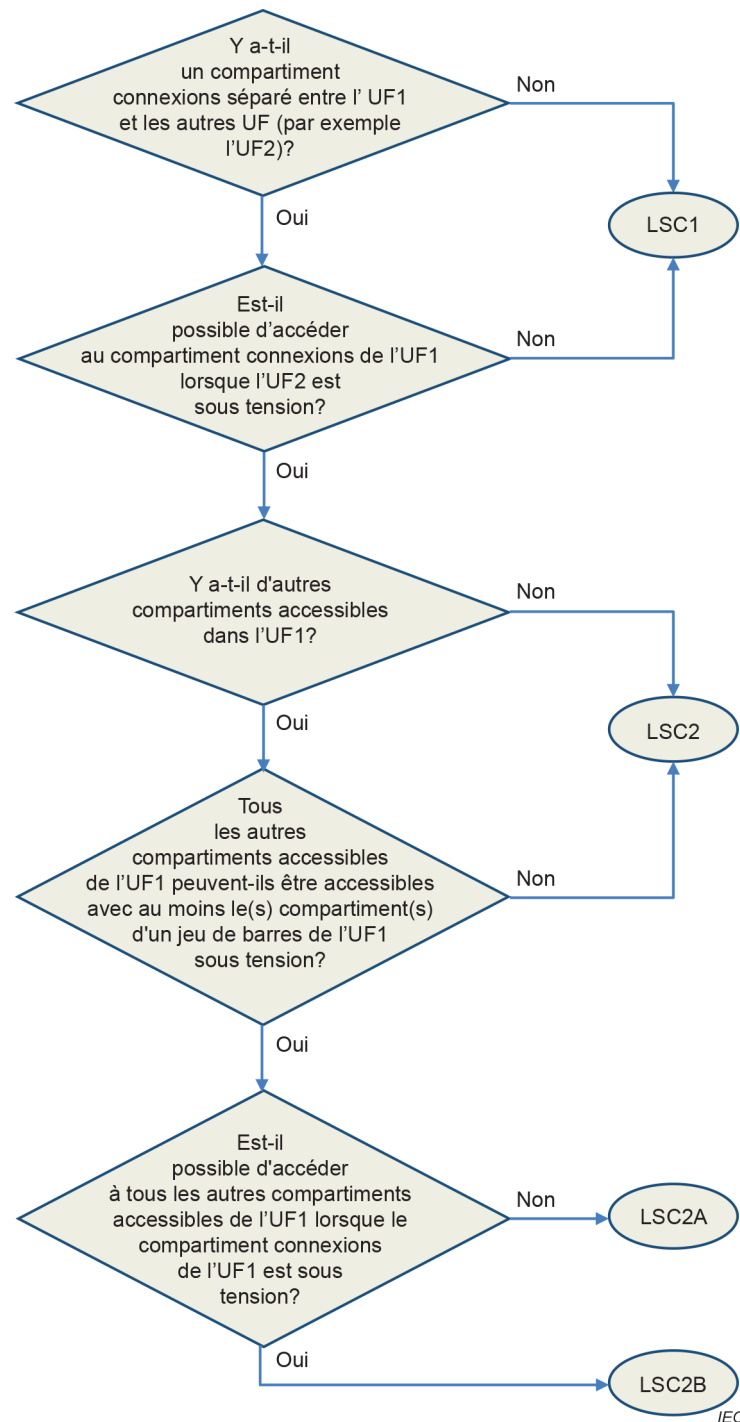


Figure D.1 – Ordinogramme de catégorisation LSC pour une unité fonctionnelle donnée UF1 avec compartiment connexions

Annexe ZA (normative)

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

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

NOTE 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.

<u>Publication</u>	<u>Année</u>	<u>Titre</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Année</u>
IEC 60050-151	-	Vocabulaire Electrotechnique International - Partie 151: Dispositifs électriques et magnétiques	-	-
IEC 60050-441	-	Vocabulaire Electrotechnique International. Appareillage et fusibles	-	-
IEC 60060-1	2010	Technique des essais à haute tension - Partie 1: Définitions et exigences générales	EN 60060-1	2010
IEC 60270	2000	Techniques des essais à haute tension - Mesures des décharges partielles	EN 60270	2001
+ A1	2015		+ A1	2016
IEC 60529	1989	Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)	EN 60529	1991
-	-		+ corrigendum May	1993
+ A1	1999		+ A1	2000
+ A2	2013		+ A2	2013
IEC 62262	2002	Degrés de protection procurés par les enveloppes de matériels électriques contre les impacts mécaniques externes (Code IK)	EN 62262	2002
IEC 62271-1	2017	Appareillage à haute tension - Partie 1: Spécifications communes pour appareillage à courant alternatif	EN 62271-1	2017
IEC 62271-100	2021	Appareillage à haute tension - Partie 100: Disjoncteurs à courant alternatif	EN IEC 62271-100	2021
IEC 62271-102	2018	Appareillage à haute tension - Partie 102: Sectionneurs et sectionneurs de terre à courant alternatif	EN IEC 62271-102	2018

<u>Publication</u>	<u>Année</u>	<u>Titre</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Année</u>
IEC 62271-103	2021	Appareillage à haute tension - Partie 103: Interrupteurs à courant alternatif pour tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV	-	-
IEC 62271-105	2021	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	2021	Appareillage à haute tension - Partie 106: Contacteurs, combinés de démarrage à contacteurs et démarreurs de moteurs, pour courant alternatif	EN IEC 62271-106	2021
IEC 62271-107	2019	Appareillage à haute tension - Partie 107: Circuits-switchers à fusibles pour courant alternatif de tension assignée supérieure à 1 kV et jusqu'à 52 kV inclus	EN IEC 62271-107	2019
IEC 62271-201	2014	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	EN 62271-201	2014
IEC 62271-203	2011	Appareillage à haute tension - Partie 203: Appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse de tensions assignées supérieures à 52 kV	EN 62271-203	2012
IEC 62271-213	2021	Appareillage à haute tension - Partie 213: Système détecteur et indicateur de tension	EN IEC 62271-213	2021
IEC 62271-215	2021	Appareillage à haute tension - Partie 215: Comparateur de phase utilisé avec un VDIS	EN IEC 62271-215	2021
IEC IEEE 62271-37-013	2015	High-voltage switchgear and controlgear - Part 37-013: Alternating-current generator circuit-breakers		

Bibliographie

- [1] IEC 60050-601, *Vocabulaire électrotechnique international (IEV) – Chapitre 601: Production, transport et distribution de l'énergie électrique – Généralités* (disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org>)
- [2] IEC 62271-304:2019, *Appareillage à haute tension – Partie 304: Classification de l'appareillage d'intérieur sous enveloppe pour tensions assignées supérieures à 1 kV et jusqu'à 52 kV inclus relatives à l'utilisation dans des conditions spéciales de service en ce qui concerne la condensation et la pollution*
- [3] IEEE 400.2:2013, *IEEE Guide for Field Testing of Shielded Power Cable Systems Using Very Low Frequency (VLF) (less than 1 Hz)*(disponible en anglais seulement)
- [4] IEC 62271-214:2019, *Appareillage à haute tension – Partie 214: Classification arc interne des appareillages sous enveloppe métallique de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV montés sur poteau*

NOTE Harmonisée comme EN IEC 62271-214:2019 (non modifiée).

- [5] IEEE C37.20.7:2017, *IEEE Guide for Testing Metal-Enclosed Switchgear Rated Up to 38 kV for Internal Arcing Faults* (disponible en anglais seulement)
- [6] IEC 60059:1999, *Caractéristiques des courants normaux de la CEI*
IEC 60059:1999/AMD1:2009

NOTE Harmonisée comme EN 60059:1999 (non modifiée).

- [7] IEC 62271-4:2013, *Appareillage à haute tension – Partie 4: Utilisation et manipulation de l'hexafluorure de soufre (SF₆) et des mélanges contenant du SF₆*
- [8] 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)*
IEC 60724:2000/AMD1:2008

- [9] 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 (non modifiée).

- [10] IEC TR 62271-307:2015, *Appareillage à haute tension – Partie 307: Lignes directrices pour l'extension de validité des essais de type d'appareillages en courant alternatif sous enveloppe métallique et d'isolation solide pour tensions assignées supérieures à 1 kV et jusqu'à 52 kV inclus*

NOTE Harmonisée comme CLC IEC/TR 62271-307:2019 (non modifiée).

- [11] Cigré Technical Brochure 686:2017, *Mitigating the Effects of Arcs in M.V. Switchgear*, ISBN 978-2-85873-389-7(disponible en anglais seulement)

- [12] IEC 60909-0:2016, *Courants de court-circuit dans les réseaux triphasés à courant alternatif – Partie 0: Calcul des courants*

NOTE Harmonisée comme EN 60909-0:2016 (non modifiée).

- [13] Guide ISO/IEC 51: 2014, *Aspects liés à la sécurité – Principes directeurs pour les inclure dans les normes*
- [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*
