

AOÛT 2022

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

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.



**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.

Contacter :  
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**

AFNOR

Pour : VINCI ENERGIES

Email: ayoub.elbannany@cegelec.com

Identité: VINCI ENERGIES - ELBANNANY Ayoub

Code siren : 39163584400023

Client : 3610200

Le : 02/10/2023 à 13:02

Diffusé avec l'autorisation de l'éditeur

Distributed under licence of the publisher



ISSN 0335-3931

## AFNOR UF 17 : Appareillage haute tension

# Normalisation française

## Norme française homologuée et publiée par Afnor

**NF EN IEC 62271-202**

### Appareillage à haute tension

Partie 202 : postes préfabriqués pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV

Date de publication : août 2022

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

Le cas échéant, 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. Pour les méthodes d'essai, l'utilisation de l'infinitif correspond à une exigence.

Des informations complémentaires sont disponibles sur votre espace client AFNOR (Relations avec normes Européennes et internationales, indice de classement, descripteurs, Etc.)

---

Éditée et diffusée par l'Association Française de Normalisation (AFNOR) - 11, rue Francis de Pressensé -

93571 La Plaine Saint-Denis Cedex Tél.: + 33 (0)1 41 62 80 00 - Fax : + 33 (0)1 49 17 90 00 - [www.afnor.org](http://www.afnor.org)

## **Avant-propos national**

Par rapport à la version précédente, incorporation du Corrigendum AC:2023 et du Corrigendum IEC COR1:2023, placés en fin de document.

NORME EUROPÉENNE  
EUROPÄISCHE NORM  
EUROPEAN STANDARD

EN IEC 62271-202

Août 2022

ICS 29.130.10

Remplace l'EN 62271-202:2014; EN 62271-  
202:2014/AC:2014; EN 62271-202:2014/AC:2015

Version française

Appareillage à haute tension - Partie 202: Postes préfabriqués  
pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV  
et inférieures ou égales à 52 kV  
(IEC 62271-202:2022)

Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen -  
Teil 202: Fabrikfertige Wechselstrom-Stationen für  
Bemessungsspannungen über 1 kV bis einschließlich 52 kV  
(IEC 62271-202:2022)

High-voltage switchgear and controlgear - Part 202: AC  
prefabricated substations for rated voltages above 1 kV and  
up to and including 52 kV  
(IEC 62271-202:2022)

La présente Norme Européenne a été adoptée par le CENELEC le 2022-07-27. 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

## Avant-propos européen

Le texte du document 17C/843/FDIS, future édition 3 de IEC 62271-202, 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 62271-202:2022.

Les dates suivantes sont fixées:

- date limite à laquelle ce document doit être mis en application au niveau national par publication d'une norme nationale identique ou par entérinement (dop) 2023-04-27
- date limite à laquelle les normes nationales conflictuelles doivent être annulées (dow) 2025-07-27

Ce document remplace l'EN 62271-202:2014 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 être tenu pour responsable 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
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>12</b>
1    Domaine d'application .....	13
2    Références normatives .....	14
3    Termes et définitions .....	16
3.1    Termes et définitions généraux .....	16
3.2    Ensembles d'appareillage .....	16
3.3    Parties d'ensembles.....	16
3.4    Appareils de connexion .....	18
3.5    Parties d'appareillage .....	18
3.6    Caractéristiques opérationnelles de l'appareillage .....	18
3.7    Grandeurs caractéristiques .....	19
3.8    Index des définitions .....	19
4    Conditions normales et spéciales de service.....	19
4.1    Conditions normales de service .....	20
4.1.1    Généralités.....	20
4.1.2    Appareillage pour l'intérieur .....	20
4.1.3    Appareillage pour l'extérieur .....	20
4.1.101    Appareillage à basse tension .....	20
4.1.102    Transformateur de puissance .....	20
4.2    Conditions spéciales de service .....	21
4.2.1    Généralités .....	21
4.2.2    Altitude .....	21
4.2.2.101    Isolation.....	21
4.2.2.102    Échauffement .....	21
4.2.3    Exposition à la pollution.....	22
4.2.3.101    Appareillage à basse tension .....	22
4.2.3.102    Transformateur de puissance .....	22
4.2.4    Température et humidité .....	22
4.2.5    Exposition aux vibrations, chocs ou basculements anormaux .....	22
4.2.6    Vitesse du vent .....	22
4.2.7    Autres paramètres .....	22
5    Caractéristiques assignées .....	23
5.1    Généralités .....	23
5.2    Tension assignée ( $U_r$ ).....	23
5.3    Niveau d'isolement assigné ( $U_d$ , $U_p$ , $U_s$ ) .....	24
5.4    Fréquence assignée ( $f_r$ ) .....	24
5.5    Courant permanent assigné ( $I_r$ ) .....	25
5.6    Courant de courte durée admissible assigné ( $I_k$ ) .....	25
5.6.101    Courant de courte durée admissible assigné de l'appareillage à haute tension et de l'interconnexion haute tension ( $I_k$ ) .....	25
5.6.102    Courant de courte durée admissible assigné phase-terre ( $I_{ke}$ ) .....	25
5.6.103    Courants de courte durée admissibles assignés de l'appareillage à basse tension et de l'interconnexion basse tension ( $I_{cw}$ ) .....	25
5.7    Valeur de crête du courant admissible assigné ( $I_p$ ).....	26

5.7.101	Courant phase-terre de crête admissible assigné ( $I_{pe}$ ) .....	26
5.7.102	Valeurs de crête du courant admissible assigné de l'appareillage à basse tension et de l'interconnexion basse tension ( $I_{pk}$ ) .....	26
5.8	Durée de court-circuit assignée ( $t_k$ ) .....	26
5.8.101	Durée de court-circuit assignée ( $t_k$ ) .....	26
5.8.102	Durée de court-circuit phase-terre assignée ( $t_{ke}$ ) .....	26
5.8.103	Durée de court-circuit assignée de l'appareillage à basse tension et de l'interconnexion basse tension .....	27
5.8.104	Durée de court-circuit assignée des transformateurs de puissance .....	27
5.9	Tension d'alimentation assignée des circuits auxiliaires et de commande ( $U_a$ ) .....	27
5.10	Fréquence d'alimentation assignée des circuits auxiliaires et de commande .....	27
5.11	Pression d'alimentation assignée en gaz comprimé pour les systèmes à pression entretenue .....	27
5.101	Puissance assignée du poste préfabriqué et classe assignée d'enveloppe .....	27
5.101.1	Puissance assignée du poste préfabriqué .....	27
5.101.2	Classe assignée d'enveloppe .....	27
5.102	Caractéristiques assignées de la classe de tenue à l'arc interne (IAC) .....	28
5.102.1	Généralités .....	28
5.102.2	Types d'accessibilité (A, B, AB) .....	28
5.102.3	Courants de défaut d'arc assignés ( $I_A$ , $I_{Ae}$ ) .....	28
5.102.4	Durée de défaut d'arc assignée ( $t_A$ , $t_{Ae}$ ) .....	29
6	Conception et construction .....	29
6.1	Exigences pour les liquides utilisés dans l'appareillage .....	29
6.2	Exigences pour les gaz utilisés dans l'appareillage .....	30
6.3	Raccordement à la terre de l'appareillage .....	30
6.4	Équipements et circuits auxiliaires et de commande .....	31
6.4.1	Généralités .....	31
6.4.2	Protection contre les chocs électriques .....	32
6.4.3	Composants installés dans les enveloppes .....	32
6.5	Manœuvre dépendante à source d'énergie extérieure .....	33
6.6	Manœuvre à accumulation d'énergie .....	33
6.7	Manœuvre indépendante sans accrochage mécanique (manœuvre indépendante manuelle ou manœuvre indépendante à source d'énergie extérieure) .....	33
6.8	Organes de commande à manœuvre manuelle .....	33
6.9	Fonctionnement des déclencheurs .....	33
6.10	Indication de la pression/du niveau .....	33
6.11	Plaques signalétiques .....	33
6.12	Dispositifs de verrouillage .....	34
6.13	Indicateur de position .....	34
6.14	Degrés de protection procurés par les enveloppes .....	34
6.15	Lignes de fuite pour les isolateurs d'extérieur .....	34
6.16	Étanchéité au gaz et au vide .....	34
6.17	Étanchéité des systèmes de liquide .....	34
6.18	Risque de feu (inflammabilité) .....	35
6.19	Compatibilité électromagnétique (CEM) .....	35
6.20	Émission de rayons X .....	35

6.21	Corrosion .....	35
6.22	Niveaux de remplissage pour l'isolation, la coupure et/ou la manœuvre .....	35
6.101	Protection du poste préfabriqué contre les contraintes mécaniques .....	35
6.102	Protection de l'environnement contre les conséquences des défauts internes .....	36
6.103	Défaut d'arc interne .....	36
6.104	Enveloppe .....	37
6.104.1	Généralités .....	37
6.104.2	Tenue au feu .....	38
6.104.2.1	Généralités .....	38
6.104.2.2	Matériaux conventionnels .....	38
6.104.2.3	Matériaux synthétiques .....	38
6.104.2.4	Autres matériaux .....	39
6.104.3	Considérations environnementales .....	39
6.104.3.1	Généralités .....	39
6.104.3.2	Béton .....	39
6.104.3.3	Métaux .....	39
6.104.3.4	Matériaux synthétiques et composites .....	39
6.104.4	Capots et portes .....	40
6.104.5	Ouvertures de ventilation .....	40
6.104.6	Cloisons .....	40
6.105	Autres dispositions .....	41
6.105.1	Dispositions pour les essais diélectriques des câbles .....	41
6.105.2	Accessoires .....	41
6.105.3	Couloir de manœuvre .....	41
6.105.4	Étiquettes .....	41
6.105.5	Dispositions pour assemblage sur site du poste préfabriqué .....	41
6.106	Émission de bruit .....	41
6.107	Champs électromagnétiques .....	42
6.108	Rayonnement solaire .....	42
7	Essais de type .....	42
7.1	Généralités .....	42
7.1.1	Principes fondamentaux .....	42
7.1.2	Informations pour l'identification des objets d'essai .....	43
7.1.3	Information à inclure dans les rapports d'essai de type .....	43
7.2	Essais diélectriques .....	44
7.2.1	Généralités .....	44
7.2.2	Conditions de l'air ambiant pendant les essais .....	44
7.2.3	Modalités des essais sous pluie .....	44
7.2.4	Disposition de l'appareil .....	44
7.2.5	Conditions de réussite des essais .....	44
7.2.6	Application de la tension d'essai et conditions d'essai .....	44
7.2.7	Essais de l'appareillage de $U_r \leq 245$ kV .....	44
7.2.8	Essais de l'appareillage de $U_r > 245$ kV .....	44
7.2.9	Essais de pollution artificielle pour les isolateurs d'extérieur .....	45
7.2.10	Essais de décharges partielles .....	45
7.2.11	Essais diélectriques sur les circuits auxiliaires et de commande .....	45
7.2.12	Essai de tension comme essai de vérification d'état .....	45
7.2.101	Essais des composants à haute tension .....	45

7.2.101.1	Conditions générales .....	45
7.2.101.2	Application de la tension d'essai .....	46
7.2.101.2.1	Application sur les composants à haute tension .....	46
7.2.101.2.2	Dans le cas d'une enveloppe non conductrice .....	46
7.2.101.3	Essais de tension aux chocs de foudre .....	46
7.2.101.4	Essais de tenue à la tension à fréquence industrielle .....	46
7.2.102	Essais de l'interconnexion basse tension .....	47
7.2.102.1	Conditions générales .....	47
7.2.102.2	Essais de tension aux chocs de foudre .....	47
7.2.102.3	Essais de tenue à la tension à fréquence industrielle .....	47
7.2.102.4	Vérification des lignes de fuite .....	47
7.3	Essais de tension de perturbation radioélectrique .....	48
7.4	Mesurage de la résistance .....	48
7.4.1	Mesurage de la résistance des contacts auxiliaires de classes 1 et 2 .....	48
7.4.2	Mesurage de la résistance des contacts auxiliaires de classe 3 .....	48
7.4.3	Essais de continuité électrique des parties métalliques reliées à la terre .....	48
7.4.4	Mesurage de la résistance des contacts et des connexions dans le circuit principal sous forme de vérification d'état .....	48
7.5	Essais au courant permanent .....	48
7.5.101	Généralités .....	48
7.5.102	Conditions d'essai .....	49
7.5.103	Méthodes d'essai .....	50
Généralités .....	50	
7.5.103.2	Transformateurs de puissance immergés dans un liquide .....	50
7.5.103.2.1	Généralités .....	50
7.5.103.2.2	Méthode préférentielle .....	50
7.5.103.2.2.1	Généralités .....	50
7.5.103.2.2.2	Connexion des alimentations .....	51
7.5.103.2.2.3	Application des courants d'essai .....	52
7.5.103.2.3	Méthode alternative .....	52
7.5.103.2.3.1	Généralités .....	52
7.5.103.2.3.2	Connexion des alimentations .....	52
7.5.103.2.3.3	Application des courants d'essai .....	53
7.5.103.3	Transformateurs de puissance de type sec .....	54
7.5.104	Mesurages .....	55
7.5.104.1	Mesurage de la température de l'air ambiant .....	55
7.5.104.2	Transformateur de puissance .....	56
7.5.104.3	Appareillage à basse tension et interconnexion basse tension .....	56
7.5.104.4	Appareillage à haute tension et interconnexion haute tension .....	56
7.5.104.5	Température de l'air à l'intérieur du poste préfabriqué .....	56
7.5.105	Critères d'acceptation .....	58
7.5.106	Essai au courant permanent sous rayonnement solaire .....	58
7.6	Essais au courant de courte durée admissible et à la valeur de crête du courant admissible .....	59
7.7	Vérification de la protection .....	59
7.8	Essais d'étanchéité .....	60
7.9	Essais de compatibilité électromagnétique (CEM) .....	60
7.10	Essais complémentaires sur les circuits auxiliaires et de commande .....	60
7.10.1	Généralités .....	60

7.10.2	Essais fonctionnels .....	60
7.10.3	Vérification des caractéristiques de fonctionnement des contacts auxiliaires .....	60
7.10.4	Essais d'environnement .....	60
7.10.5	Essais diélectriques .....	61
7.11	Essai des rayonnements X pour les ampoules à vide .....	61
7.101	Calculs et essais mécaniques .....	61
7.101.1	Pression du vent .....	61
7.101.2	Charges sur la toiture .....	61
7.101.3	Impacts mécaniques .....	61
7.101.4	Manutention .....	61
7.102	Essai d'arc interne .....	61
7.102.1	Généralités .....	61
7.102.2	Conditions d'essai .....	62
7.102.3	Disposition de l'appareil .....	63
7.102.4	Procédure d'essai .....	63
7.102.5	Conditions de réussite des essais .....	63
7.102.5.1	Poste préfabriqué de classe IAC-A .....	63
7.102.5.2	Poste préfabriqué de classe IAC-B .....	64
7.102.5.3	Poste préfabriqué de classe IAC-AB .....	64
7.102.6	Rapport d'essai .....	65
7.102.7	Extension des résultats d'essai .....	65
7.103	Mesurage ou calcul des champs électromagnétiques .....	66
8	Essais individuels de série .....	66
8.1	Généralités .....	66
8.2	Essai diélectrique sur le circuit principal .....	66
8.3	Essais des circuits auxiliaires et de commande .....	66
8.3.1	Inspection des circuits auxiliaires et de commande, et vérification de la conformité aux schémas de circuits et schémas de câblage .....	66
8.3.2	Essais fonctionnels .....	67
8.3.3	Vérification de la protection contre les chocs électriques .....	67
8.3.4	Essais diélectriques .....	67
8.4	Mesurage de la résistance du circuit principal .....	67
8.5	Essai d'étanchéité .....	67
8.6	Contrôles visuels et de conception .....	67
8.101	Autres essais fonctionnels .....	67
8.102	Essais après assemblage sur site .....	68
9	Guide pour le choix de l'appareillage (informatif) .....	68
9.101	Généralités .....	68
9.102	Choix des valeurs assignées .....	68
9.103	Choix de la classe d'enveloppe .....	69
9.104	Défaut d'arc interne .....	69
9.104.1	Généralités .....	69
9.104.2	Causes et mesures préventives .....	70
9.104.3	Mesures de protection supplémentaires .....	70
9.104.4	Considérations relatives au choix et à l'installation .....	72
9.104.5	Classe de tenue à l'arc interne .....	72
9.105	Résumé des exigences techniques et des caractéristiques assignées .....	73

10 Informations à donner dans les appels d'offres, les offres et les commandes (informative) .....	79
10.1 Généralités .....	79
10.2 Informations dans les appels d'offres et les commandes .....	80
10.3 Informations avec les offres .....	80
11 Transport, stockage, installation, instructions de fonctionnement et maintenance .....	81
11.1 Généralités .....	81
11.2 Conditions à respecter pendant le transport, le stockage et l'installation .....	81
11.3 Installation .....	81
11.3.1 Généralités .....	81
11.3.2 Déballage et manutention .....	82
11.3.3 Assemblage .....	82
11.3.4 Montage .....	82
11.3.5 Raccordements .....	82
11.3.6 Informations relatives au gaz et aux mélanges de gaz pour les systèmes à pression entretenue et à pression autonome .....	82
11.3.7 Inspection finale de l'installation .....	83
11.3.8 Données d'entrée de base fournies par l'utilisateur .....	83
11.3.9 Données d'entrée de base fournies par le constructeur .....	83
11.4 Instructions de fonctionnement .....	83
11.5 Maintenance .....	83
12 Sécurité .....	83
12.101 Généralités .....	83
12.102 Aspects électriques .....	84
12.103 Aspects mécaniques .....	84
12.104 Aspects thermiques .....	84
12.105 Aspects liés à un arc interne .....	84
13 Influence du produit sur l'environnement .....	84
Annexe A (normative) Défaut d'arc interne – Méthode de vérification de la classe de tenue à l'arc interne (IAC) .....	85
A.1 Généralités .....	85
A.2 Simulation du local .....	85
A.3 Indicateurs (pour évaluer les effets thermiques des gaz) .....	86
A.3.1 Généralités .....	86
A.3.2 Disposition des indicateurs .....	87
A.4 Tolérances pour les dimensions géométriques des montages d'essai .....	94
A.5 Paramètres d'essai .....	95
A.6 Procédure d'essai .....	95
Annexe B (normative) Essais de vérification du niveau de bruit d'un poste de transformation préfabriqué haute tension/basse tension .....	100
B.1 Objet .....	100
B.2 Objet d'essai .....	100
B.3 Méthode d'essai .....	100
B.4 Mesurages .....	100
B.5 Présentation et calcul des résultats .....	101
Annexe C (normative) Essai d'impact mécanique .....	102
C.1 Essai de contrôle de la résistance aux impacts mécaniques .....	102

C.2 Appareil de contrôle de la protection contre les dommages mécaniques .....	102
Annexe D (informative) Caractéristiques assignées des transformateurs de puissance dans une enveloppe .....	104
D.1 Généralités .....	104
D.2 Transformateur de puissance immergé dans l'huile minérale .....	104
D.3 Transformateur de puissance de type sec .....	105
D.4 Exemple .....	109
Annexe E (informative) Exemples d'installations de mise à la terre .....	112
Annexe F (informative) Caractéristiques des matériaux de l'enveloppe .....	115
F.1 Métaux .....	115
F.1.1 Revêtements .....	115
F.1.2 Peintures .....	115
F.2 Béton .....	116
Annexe G (informative) Évaluation de l'impact du rayonnement solaire – Essai au courant permanent avec rayonnement solaire simulé .....	117
G.1 Généralités .....	117
G.2 Méthode d'essai .....	117
G.2.1 Généralités .....	117
G.2.2 Paramètres d'essai, équipements et préparation .....	117
G.2.3 Mode opératoire et application des courants d'essai .....	120
G.2.4 Mesurages .....	120
G.2.4.1 Mesurages de la température .....	120
G.2.4.2 Température de l'air ambiant .....	120
G.3 Évaluation des effets du rayonnement solaire .....	121
G.3.1 Évaluation des effets du rayonnement solaire sur l'échauffement du transformateur de puissance .....	121
G.3.2 Évaluation des effets du rayonnement solaire sur l'échauffement des composants autres que le transformateur de puissance .....	121
G.4 Considérations d'application .....	122
Annexe H (informative) Conditions d'installation du matériel électronique .....	123
H.1 Généralités .....	123
H.2 Accessibilité .....	123
H.3 Application des mesurages de la température de l'air à l'intérieur du poste préfabriqué .....	124
Annexe ZA (normative) Références normatives à d'autres publications internationales avec les publications européennes correspondantes .....	125
Bibliographie .....	128
 Figure 1 – Mesurage de l'échauffement du transformateur de puissance à l'air ambiant: $\Delta t_1$ .....	49
Figure 2 – Mesurage de l'échauffement du transformateur de puissance dans une enveloppe: $\Delta t_2$ .....	49
Figure 3 – Schéma de la méthode préférentielle pour l'essai au courant permanent .....	51
Figure 4 – Schéma de la méthode alternative pour l'essai au courant permanent .....	53
Figure 5 – Schéma pour l'essai en circuit ouvert .....	54

Figure 6 – Exemple d'emplacements de mesure de la température de l'air à l'intérieur d'un poste préfabriqué sans aire de manœuvre .....	57
Figure A.1 – Cadre de montage pour les indicateurs verticaux .....	86
Figure A.2 – Indicateurs horizontaux .....	87
Figure A.3 – Disposition des indicateurs .....	94
Figure A.4 – Sélection des essais sur l'appareillage à haute tension pour la classe IAC-A .....	95
Figure A.5 – Sélection des essais sur l'appareillage à haute tension pour la classe IAC-B .....	96
Figure A.6 – Sélection des essais sur les interconnexions haute tension pour la classe IAC-A .....	97
Figure A.7 – Sélection des essais sur les interconnexions haute tension pour la classe IAC-B .....	98
Figure C.1 – Appareil d'essai d'impact .....	103
Figure D.1 – Facteur de charge de transformateur de puissance immergé dans l'huile minérale à l'intérieur de l'enveloppe en relation avec l'air ambiant sur le site et limites d'échauffement de l'huile en partie supérieure et dans les enroulements .....	105
Figure D.2 – Facteur de charge d'un transformateur de puissance de type sec à l'extérieur de l'enveloppe .....	105
Figure D.3 – Facteur de charge de transformateurs de puissance de type sec de classe d'isolation de 105 °C (A) dans une enveloppe .....	106
Figure D.4 – Facteur de charge de transformateurs de puissance de type sec de classe d'isolation de 120 °C (E) dans une enveloppe .....	107
Figure D.5 – Facteur de charge de transformateurs de puissance de type sec de classe d'isolation de 130 °C (B) dans une enveloppe .....	107
Figure D.6 – Facteur de charge de transformateurs de puissance de type sec de classe d'isolation de 155 °C (F) dans une enveloppe .....	108
Figure D.7 – Facteur de charge de transformateurs de puissance de type sec de classe d'isolation de 180 °C (H) dans une enveloppe .....	108
Figure D.8 – Facteur de charge de transformateurs de puissance de type sec de classe d'isolation de 200 °C (H) dans une enveloppe .....	109
Figure D.9 – Facteur de charge de transformateurs de puissance de type sec de classe d'isolation de 220 °C (H) dans une enveloppe .....	109
Figure E.1 – Exemple d'installation de mise à la terre .....	112
Figure E.2 – Exemple d'installation de mise à la terre .....	113
Figure E.3 – Exemple de châssis utilisé comme partie intégrante du conducteur principal de terre .....	114
Figure G.1 – Montage indicatif des sources de rayonnement de laboratoire (par exemple, lampes à chaleur rayonnante) pour l'essai au courant permanent avec rayonnement solaire simulé .....	119

Tableau 1 – Caractéristiques des matériaux synthétiques .....	38
Tableau 2 – Essais de type .....	43
Tableau 3 – Emplacements, causes et exemples de mesures de diminution de la probabilité d'arcs internes .....	71
Tableau 4 – Courant de défaut d'arc monophasé phase-terre en fonction de la mise à la terre du neutre du réseau .....	73
Tableau 5 – Résumé des exigences techniques, des propriétés et des caractéristiques assignées propres aux postes préfabriqués .....	74
Tableau F.1 – Traitement des revêtements .....	115
Tableau F.2 – Essais des revêtements .....	115
Tableau F.3 – Essai du béton .....	116

## INTRODUCTION

Un poste préfabriqué est défini comme un ensemble à haute tension soumis à des essais de type et qui comprend une enveloppe contenant au moins un transformateur de puissance et/ou un appareillage à haute tension et, généralement, la totalité ou certains des composants principaux suivants: appareillage à basse tension, et interconnexions électriques haute tension et basse tension. Le poste préfabriqué peut inclure tous les équipements auxiliaires et de commande nécessaires pour son fonctionnement. L'objet d'un poste préfabriqué est de fournir de l'énergie basse tension à partir d'un réseau haute tension et/ou inversement (poste de transformation haute tension/basse tension) ou de distribuer l'énergie électrique dans un réseau haute tension (poste de connexion haute tension).

Ces postes préfabriqués peuvent se trouver dans des emplacements accessibles au public et il convient que la sécurité des personnes autorisées, mais également du grand public, soit assurée dans les conditions de service spécifiées.

Par conséquent, outre les propriétés spécifiées, les caractéristiques assignées et les procédures d'essai applicables, une attention particulière a été portée aux spécifications relatives à la protection des personnes, tant les exploitants que le grand public. L'utilisation de composants soumis à des essais de type ainsi que la conception et la construction adéquates de l'ensemble contribuent à cette protection. La conception correcte et les performances du poste préfabriqué sont vérifiées au moyen d'essais de type et d'essais individuels de série appropriés décrits dans le présent document, qui incluent les essais d'arc interne (le cas échéant).

## APPAREILLAGE À HAUTE TENSION –

### Partie 202: Postes préfabriqués 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 spécifie les conditions de service, les caractéristiques assignées, les exigences structurelles générales et les méthodes d'essai applicables aux postes préfabriqués haute tension sous enveloppe. Ces postes préfabriqués sont connectés par câble à des réseaux haute tension à courant alternatif avec une tension de service inférieure ou égale à 52 kV et des fréquences de puissance inférieures ou égales à 60 Hz. Ces postes peuvent être manœuvrés de l'intérieur (à aire de manœuvre) ou de l'extérieur (sans aire de manœuvre). Ils sont conçus pour une installation extérieure en des emplacements accessibles au public et ils assurent la protection du personnel.

Ces postes préfabriqués peuvent être situés au niveau du sol ou partiellement ou complètement au-dessous du niveau du sol. Ces derniers postes sont également appelés postes préfabriqués souterrains.

En général, le présent document prend en considération deux types de postes préfabriqués:

- postes préfabriqués de connexion haute tension;
- postes de transformation préfabriqués haute tension/basse tension (élévateur et abaisseur).

Un poste préfabriqué de connexion haute tension est composé d'une enveloppe qui contient généralement les composants électriques suivants:

- appareillage à haute tension;
- équipements et circuits auxiliaires.

Un poste de transformation préfabriqué haute tension/basse tension est composé d'une enveloppe qui contient généralement les composants électriques suivants:

- transformateur(s) de puissance;
- appareillage à haute tension et à basse tension;
- interconnexions haute tension et basse tension;
- équipements et circuits auxiliaires.

Toutefois, les dispositions pertinentes du présent document sont applicables aux conceptions pour lesquelles tous ces composants électriques ne sont pas présents (par exemple, un poste préfabriqué composé d'un transformateur de puissance et d'un appareillage à basse tension).

Les composants électriques énumérés d'un poste de transformation préfabriqué haute tension/basse tension peuvent être intégrés à ce dernier soit comme composants séparés, soit comme un ensemble de type ECEPD conformément à l'IEC 62271-212.

Le présent document couvre uniquement les conceptions qui utilisent une ventilation naturelle. Toutefois, les dispositions pertinentes du présent document sont applicables aux conceptions qui utilisent d'autres moyens de ventilation à l'exception de la puissance assignée du poste préfabriqué et la classe d'enveloppe associée (voir le paragraphe 5.101), des essais au courant permanent (voir le paragraphe 7.5) et de toutes exigences liées à l'échauffement, lesquels nécessiteraient un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

NOTE 1 L'IEC 61936-1 [1]<sup>1</sup> fournit des règles générales pour la conception et le montage des installations de puissance haute tension. De même, elle spécifie des exigences supplémentaires pour les connexions externes, le montage et l'exploitation sur le lieu d'installation des postes préfabriqués haute tension conformes à l'IEC 62271-202, qui sont considérés comme un élément de ce type d'installation. Les postes haute tension non préfabriqués sont généralement couverts par l'IEC 61936-1 [1].

NOTE 2 Les postes préfabriqués de connexion haute tension peuvent inclure des transformateurs de mesure, conformément à l'IEC 61869 (toutes les parties). Ces postes ne sont pas des postes de transformation préfabriqués haute tension/basse tension.

<sup>1</sup> Les chiffres entre crochets renvoient à la Bibliographie.

## 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 60050-441, *Vocabulaire électrotechnique international (IEV) – Chapitre 441: Appareillage et fusibles* (disponible à l'adresse [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org))

IEC 60050-461:2008, *Vocabulaire électrotechnique international (IEV) – Partie 461: Câbles électriques*

IEC 60068-2-5:2018, *Essais d'environnement – Partie 2-5: Essais – Essai S: Rayonnement solaire simulé au niveau du sol et recommandations pour les essais de rayonnement solaire et le vieillissement aux intempéries*

IEC 60071-1:2019, *Coordination de l'isolement – Partie 1: Définitions, principes et règles*

IEC 60076-1:2011, *Transformateurs de puissance – Partie 1: Généralités*

IEC 60076-2:2011, *Transformateurs de puissance – Partie 2: Échauffement des transformateurs immersés dans le liquide*

IEC 60076-5:2006, *Transformateurs de puissance – Partie 5: Tenue au court-circuit*

IEC 60076-7:2018, *Power transformers – Part 7: Loading guide for mineral-oil-immersed power transformers* (disponible en anglais seulement)

IEC 60076-10:2016, *Transformateurs de puissance – Partie 10: Détermination des niveaux de bruit*

IEC 60076-11:2018, *Transformateurs de puissance – Partie 11: Transformateurs de type sec*

IEC 60076-12:2008, *Transformateurs de puissance – Partie 12: Guide de charge pour transformateurs de puissance de type sec*

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

IEC 60529:1989/AMD1:1999

IEC 60529:1989/AMD2:2013

IEC 60664-1:2020, *Coordination de l'isolement des matériels dans les réseaux d'énergie électrique à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

IEC 60721-1:1990, *Classification des conditions d'environnement – Partie 1: Agents d'environnement et leurs sévérités*

IEC 60721-1:1990/AMD1:1992

IEC 60721-1:1990/AMD2:1995

IEC 60721-2-2:2012, *Classification des conditions d'environnement – Partie 2-2: Conditions d'environnement présentes dans la nature – Précipitations et vent*

IEC 60721-2-4:2018, *Classification des conditions d'environnement – Partie 2-4: Conditions d'environnement présentes dans la nature – Rayonnement solaire et température*

IEC 60721-3-4, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3-4: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Utilisation à poste fixe, non protégé contre les intempéries*

IEC TS 60815-1:2008, *Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions – Part 1: Definitions, information and general principles* (disponible en anglais seulement)

IEC 60947-1, *Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

IEC 61180-1:1992, *Techniques des essais à haute tension pour matériels à basse tension – Partie 1: Définitions, prescriptions et modalités relatives aux essais*<sup>2</sup>

IEC 61439 (toutes les parties), *Ensembles d'appareillage à basse tension*

IEC 61439-1:2020, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

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 62271-200:2021, *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 62271-201:2014, *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 62271-212:2016, *Appareillage à haute tension – Partie 212: Ensemble Compact d'Équipement pour Postes de Distribution (ECEPD)*

ISO 1182:2010, *Essais de réaction au feu de produits – Essai d'incombustibilité*

ISO 1716:2018, *Essais de réaction au feu de produits – Détermination du pouvoir calorifique supérieur (valeur calorifique)*

ISO 6508-1:2016, *Matériaux métalliques – Essai de dureté Rockwell – Partie 1: Méthode d'essai*

EN 10025-2:2019, *Produits laminés à chaud en aciers de construction – Partie 2: Conditions techniques de livraison pour les aciers de construction non alliés*

<sup>2</sup> Cette publication a été remplacée partiellement par l'IEC 61180:2016.

### 3 Termes et définitions

L'Article 3 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas sauf indication contraire.

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

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>

NOTE Les termes et définitions sont classés conformément à l'IEC 62271-1:2017. Les références aux parties autres que l'IEC 60050-441 sont classées de manière à être alignées sur la classification utilisée dans l'IEC 60050-441.

#### 3.1 Termes et définitions généraux

#### 3.2 Ensembles d'appareillage

##### 3.2.101

##### poste préfabriqué

ensemble haute tension préfabriqué et soumis aux essais de type qui comprend une enveloppe contenant au moins un transformateur de puissance et/ou un appareillage à haute tension, ainsi que généralement un ou plusieurs des composants suivants: appareillage à basse tension, interconnexion haute tension et interconnexion basse tension et équipements et circuits auxiliaires et de commande

Note 1 à l'article: Un poste préfabriqué inclut tous les circuits principaux et de mise à la terre à relier par le biais d'interfaces appropriées aux câbles haute tension et basse tension externes, ainsi qu'au réseau de terre externe et au conducteur d'équipotentialité (le cas échéant).

##### 3.2.102

##### unité de transport

<d'un poste préfabriqué> partie d'un poste préfabriqué adaptée à une expédition sans démontage

#### 3.3 Parties d'ensembles

##### 3.3.101

##### enveloppe

<d'un poste préfabriqué> partie d'un poste préfabriqué procurant une protection du poste contre les influences externes et un degré de protection spécifié pour les exploitants et pour le grand public contre l'approche des parties actives ou le contact avec elles ou contre le contact avec des pièces en mouvement

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-13-01, modifié – "ensemble" remplacé par "poste préfabriqué"; et la définition traite spécifiquement des "exploitants" et du "grand public".]

##### 3.3.102

##### compartiment

<d'un poste préfabriqué> partie ou zone d'un poste préfabriqué qui contient un ou plusieurs composants principaux

Note 1 à l'article: Un compartiment d'un poste préfabriqué peut être désigné par le matériel qu'il contient, par exemple, transformateur de puissance, appareillage à haute tension, appareillage à basse tension respectivement.

Note 2 à l'article: Un compartiment d'un poste préfabriqué peut être fermé, à l'exception des orifices nécessaires aux interconnexions, à la commande ou à la ventilation.

### **3.3.103**

#### **composant principal**

<d'un poste préfabriqué> partie essentielle du poste préfabriqué qui remplit une ou plusieurs fonctions spécifiques

EXAMPLE Transformateur de puissance, appareillage à haute tension, appareillage à basse tension, etc.

### **3.3.104**

#### **interconnexion haute tension**

connexion électrique entre les bornes de l'appareillage à haute tension et les bornes haute tension du transformateur de puissance haute tension/basse tension

Note 1 à l'article: Dans les postes préfabriqués sans appareillage à haute tension, l'interconnexion haute tension fait référence à la connexion électrique entre le réseau externe, y compris le dispositif de protection (le cas échéant) et les bornes haute tension du transformateur de puissance.

### **3.3.105**

#### **interconnexion basse tension**

connexion électrique entre les bornes basse tension du transformateur de puissance haute tension/basse tension et les bornes d'entrée de l'appareillage à basse tension

### **3.3.106**

#### **cloison**

<d'un poste préfabriqué> partie d'un poste préfabriqué séparant un compartiment des autres compartiments et procurant un degré de protection spécifié

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-13-06, modifié – "ensemble" remplacé par "poste préfabriqué"; "et procurant un degré de protection spécifié" ajouté.]

### **3.3.107**

#### **circuit principal**

<d'un poste préfabriqué> ensemble des pièces conductrices d'un poste préfabriqué inséré dans un circuit destiné à transmettre de l'énergie électrique

### **3.3.108**

#### **circuit auxiliaire**

<d'un poste préfabriqué> toutes les pièces conductrices d'un poste préfabriqué insérées dans un circuit, autre que le circuit principal, destinées à la commande, la mesure, la signalisation, la régulation, l'éclairage, etc.

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-13-03, modifié – "ensemble" remplacé par "poste préfabriqué"; "l'éclairage, etc." ajouté; note supprimée.]

### **3.3.109**

#### **valeur assignée**

<d'un poste préfabriqué> valeur d'une grandeur fixée, généralement par le constructeur, pour un fonctionnement spécifié d'un poste préfabriqué

[SOURCE: IEC 60050-441:2000, 441-18-35, modifié – "d'un composant, d'un dispositif ou d'un matériel" remplacé par "d'un poste préfabriqué"; note à l'article supprimée.]

### **3.3.110**

#### **conducteur principal de terre**

<d'un poste préfabriqué> conducteur qui fait partie intégrante de l'installation de mise à la terre d'un poste et qui permet la connexion électrique à la terre de tous les conducteurs de terre de chaque élément et composant principal d'un poste préfabriqué destinés à être mis à la terre

### **3.4 Appareils de connexion**

Le paragraphe 3.4 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

### **3.5 Parties d'appareillage**

Le paragraphe 3.5 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

### **3.6 Caractéristiques opérationnelles de l'appareillage**

#### **3.6.101**

##### **degré de protection**

niveau de protection procuré par une enveloppe contre l'accès aux parties dangereuses, contre la pénétration de corps solides étrangers et/ou la pénétration de l'eau et vérifié par des méthodes d'essai normalisées

#### **3.6.102**

##### **température de l'air ambiant**

<d'un poste préfabriqué> température déterminée dans des conditions prescrites de l'air qui entoure l'enveloppe du poste préfabriqué

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-11-13, modifié – "la totalité de l'appareil de connexion ou du fusible" remplacé par "l'enveloppe du poste préfabriqué"; note supprimée.]

#### **3.6.103**

##### **classe d'enveloppe**

<d'un poste préfabriqué> différence entre l'échauffement du transformateur de puissance dans l'enveloppe et l'échauffement du même transformateur de puissance à l'extérieur de l'enveloppe, dans des conditions normales de service, telles que définies au paragraphe 4.1

Note 1 à l'article: Les valeurs assignées du transformateur de puissance (puissance et pertes) correspondent aux valeurs assignées les plus élevées de puissance et de pertes totales associées, pour lesquelles le poste préfabriqué est conçu et soumis à l'essai.

#### **3.6.104**

##### **poste préfabriqué de classe d'arc interne**

##### **poste préfabriqué IAC**

poste préfabriqué pour lequel les critères prescrits de protection des personnes sont satisfait en cas d'arc interne de composants d'un poste préfabriqué à haute tension, à l'exception des transformateurs de puissance, comme le démontrent les essais de type

Note 1 à l'article: L'abréviation "IAC" est dérivée du terme anglais développé correspondant "internal arc classified".

#### **3.6.105**

##### **type d'accessibilité**

caractéristique liée au niveau de protection assuré aux personnes qui ont accès à une zone définie à l'intérieur ou autour du poste préfabriqué en cas d'arc interne, comme le démontrent les essais de type

#### **3.6.106**

##### **degré de protection contre les impacts mécaniques**

étendue (niveau) de la protection du matériel procurée par une enveloppe contre les impacts mécaniques nuisibles, et vérifiée par des méthodes d'essai normalisées

#### **3.6.107**

##### **exploitation normale**

<d'un poste préfabriqué> exploitation du poste préfabriqué telle que définie par les instructions d'utilisation du constructeur, correspondant aux conditions et exploitations normales en service

Note 1 à l'article: L'"exploitation normale" n'inclut pas la maintenance, le transport et le stockage.

### 3.7 Grandeurs caractéristiques

#### 3.7.101

##### courant de défaut d'arc

<d'un poste préfabriqué IAC> valeur efficace triphasée et, le cas échéant, monophasée phase-terre du courant de court-circuit pour laquelle le poste préfabriqué est conçu pour protéger les personnes en cas d'arc interne

#### 3.7.102

##### durée de défaut d'arc

<d'un poste préfabriqué IAC> durée du courant de court-circuit pour laquelle le poste préfabriqué est conçu pour protéger les personnes en cas d'arc interne

#### 3.7.103

##### facteur de charge de transformateur de puissance

rapport par unité de courant constant issu d'un transformateur de puissance à sa tension assignée sur le courant assigné de ce transformateur de puissance

Note 1 à l'article: Ce terme est également exprimé comme le rapport courant de charge/courant assigné à la tension assignée. Voir l'IEC 60076-7 et l'IEC 60076-12.

### 3.8 Index des définitions

#### A-C

circuit auxiliaire (d'un poste préfabriqué) .....	3.3.108
circuit principal (d'un poste préfabriqué) .....	3.3.107
classe d'enveloppe (d'un poste préfabriqué) .....	3.6.103
cloison (d'un poste préfabriqué) .....	3.3.106
compartiment (d'un poste préfabriqué) .....	3.3.102
composant principal (d'un poste préfabriqué) .....	3.3.103
conducteur principal de terre (d'un poste préfabriqué) .....	3.3.110
courant de défaut d'arc .....	3.7.101

#### D-M

degré de protection .....	3.6.101
degré de protection contre les impacts mécaniques .....	3.6.106
durée de défaut d'arc .....	3.7.102
enveloppe (d'un poste préfabriqué) .....	3.3.101
exploitation normale (d'un poste préfabriqué) .....	3.6.107
facteur de charge de transformateur de puissance .....	3.7.103
interconnexion haute tension .....	3.3.104
interconnexion basse tension .....	3.3.105

#### N-Z

poste préfabriqué .....	3.2.101
poste préfabriqué de classe d'arc interne .....	3.6.104
température de l'air ambiant (d'un poste préfabriqué) .....	3.6.102
type d'accessibilité .....	3.6.105
unité de transport (d'un poste préfabriqué) .....	3.2.102
valeur assignée (d'un poste préfabriqué) .....	3.3.109

### 4 Conditions normales et spéciales de service

L'Article 4 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable, à l'exception de ce qui suit.

#### **4.1 Conditions normales de service**

##### **4.1.1 Généralités**

Le paragraphe 4.1.1 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable, avec le complément suivant.

Sauf spécification contraire dans le présent document, le poste préfabriqué est destiné à être utilisé conformément à ses caractéristiques assignées et aux emplacements conformes aux conditions normales de service définies pour l'appareillage pour l'extérieur au paragraphe 4.1.3 de l'IEC 62271-1:2017.

À l'intérieur de l'enveloppe du poste préfabriqué, les conditions normales de service d'intérieur définies pour l'appareillage pour l'intérieur au paragraphe 4.1.2 de l'IEC 62271-1:2017 prévalent par hypothèse.

Généralement, la température de l'air à l'intérieur de l'enveloppe du poste préfabriqué est différente de la température de l'air ambiant définie au paragraphe 3.6.102.

Lorsque la température de l'air à l'intérieur du poste préfabriqué est supérieure aux limites fixées pour les composants par leurs normes de produits respectives, un déclassement peut être nécessaire.

Un fonctionnement dans les conditions normales de service est considéré comme couvert par les essais de type selon le présent document.

##### **4.1.2 Appareillage pour l'intérieur**

Le paragraphe 4.1.2 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable à l'appareillage à haute tension, à l'interconnexion haute tension, aux équipements et circuits auxiliaires et de commande, ainsi qu'à l'interconnexion basse tension à l'intérieur du poste préfabriqué.

##### **4.1.3 Appareillage pour l'extérieur**

Le paragraphe 4.1.3 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable au poste préfabriqué.

###### **4.1.101 Appareillage à basse tension**

Le paragraphe 7.1 de l'IEC 61439-1:2020 est applicable à l'appareillage à basse tension avec le complément suivant.

Le macroenvironnement correspond aux conditions normales de service à l'intérieur du poste préfabriqué, et le microenvironnement correspond aux conditions proches des parties isolantes de l'appareillage à basse tension.

Sauf stipulation contraire du constructeur, par hypothèse, le degré de pollution 1 défini au paragraphe 7.1.2 de l'IEC 61439-1:2020 s'applique pour le microenvironnement à l'intérieur de l'appareillage à basse tension.

###### **4.1.102 Transformateur de puissance**

L'IEC 60076-1:2011 est applicable pour les transformateurs de puissance immergés dans un liquide et l'IEC 60076-11:2018 est applicable pour les transformateurs de puissance de type sec.

Un transformateur de puissance chargé à son courant assigné, à l'intérieur d'une enveloppe a un échauffement qui est généralement supérieur à l'échauffement en environnement ouvert, et les limites de température définies dans l'IEC 60076-2:2011 ou l'IEC 60076-11:2018 peuvent être dépassées.

Les conditions de service du transformateur de puissance sont déterminées selon les conditions locales de service pour l'extérieur et selon la classe de l'enveloppe (voir le paragraphe 5.101.2).

Cette disposition permet au constructeur ou à l'utilisateur du transformateur de puissance de calculer son déclassement possible (voir l'Annexe D).

## 4.2 Conditions spéciales de service

### 4.2.1 Généralités

Le paragraphe 4.2.1 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable, à l'exception de ce qui suit.

Le poste préfabriqué peut être exposé à des agents d'environnement et leurs sévérités plus forts que ceux définis par les conditions de service définies au paragraphe 4.1. Les classifications à l'air libre définies par l'IEC 60721-3-4 peuvent être utilisées pour définir des conditions spéciales de service pour le poste préfabriqué.

### 4.2.2 Altitude

Le paragraphe 4.2.2 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable, avec les compléments et précisions suivants.

L'altitude de l'installation peut également avoir une influence sur l'effet de refroidissement de l'air ambiant et de ce fait sur l'échauffement des composants du poste préfabriqué.

#### 4.2.2.101 Isolation

Pour l'installation de l'appareillage à haute tension et/ou de l'interconnexion haute tension à une altitude de plus de 1 000 m, se reporter au paragraphe 4.2.2 de l'IEC 62271-1:2017.

Pour l'installation de l'appareillage à basse tension et/ou de l'interconnexion basse tension à une altitude de plus de 2 000 m, se reporter au paragraphe 7.2 de l'IEC 61439-1:2020.

Pour l'installation du transformateur de puissance à une altitude supérieure à 1 000 m, se reporter à l'IEC 60076-2:2011 ou à l'IEC 60076-11:2018.

#### 4.2.2.102 Échauffement

Pour l'installation de l'appareillage à haute tension et de l'interconnexion haute tension, ainsi que de l'appareillage à basse tension et de l'interconnexion basse tension à une altitude comprise entre 2 000 m et 4 000 m, les limites d'échauffement du Tableau 14 de l'IEC 62271-1:2017 doivent être réduites de 1 % tous les 100 m au-delà d'une altitude de 2 000 m afin de ne pas dépasser les limites de température exigées à une température de l'air de 40 °C à l'intérieur du poste préfabriqué. Il convient d'appliquer ces limites réduites d'échauffement au cours de l'essai de type au courant permanent à une altitude inférieure à 2 000 m. Toutefois, cette correction est généralement inutile en raison de la température maximale réduite de l'air ambiant à des altitudes au-delà de 2 000 m. Voir l'IEC TR 60943 [2].

Pour l'installation du transformateur de puissance à une altitude supérieure à 1 000 m, se reporter à l'IEC 60076-2:2011 ou à l'IEC 60076-11:2018.

#### **4.2.3 Exposition à la pollution**

Le paragraphe 4.2.3 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable, à l'exception de ce qui suit.

Lorsque l'isolation peut être altérée par la pollution à l'intérieur de l'enveloppe, il convient de sélectionner la classe de sévérité de pollution de site en prenant en considération le fait que la pluie ne nettoie pas une atmosphère salée ou une pollution industrielle, introduite par les ventilations de l'enveloppe. La classe de sévérité de pollution de site à l'intérieur de l'enveloppe, dans de telles circonstances, peut être plus défavorable que celle existante à l'extérieur de l'enveloppe.

Pour les postes préfabriqués prévus pour être installés dans des environnements avec les classes de sévérité de pollution de site c (moyenne), d (élevée) et e (très élevée) conformément à l'IEC TS 60815-1:2008, il convient que l'isolation exposée, le cas échéant, soit conçue pour résister à ces niveaux de pollution. Le Tableau K.1 de l'IEC 62271-1:2017 donne des exemples de niveaux d'environnement typiques. En variante, il convient de prendre des mesures afin d'empêcher le cumul de pollution sur les surfaces exposées de l'isolation conformément à l'Annexe C de l'IEC TS 62271-304:2019 [3].

Pour l'installation du poste préfabriqué dans un air ambiant pollué, il convient que les agents d'environnement qui définissent le degré de pollution soient spécifiés conformément à l'IEC 60721-3-4.

##### **4.2.3.101 Appareillage à basse tension**

Se reporter à l'IEC 60664-1:2020 et au paragraphe 7.1.7.2 de l'IEC 61439-1:2020.

##### **4.2.3.102 Transformateur de puissance**

Se reporter au paragraphe 5.5 de l'IEC 60076-1:2011, à l'exception des transformateurs de puissance de type sec pour lesquels il convient de se reporter aux paragraphes 4.2 f) et 12.2 de l'IEC 60076-11:2018 afin de sélectionner une classe d'environnement appropriée.

#### **4.2.4 Température et humidité**

Le paragraphe 4.2.4 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable, avec le complément suivant.

Si les conditions de service sur le site prévu d'installation ne sont pas dans les limites des "conditions normales de service", alors les limites de l'échauffement du transformateur de puissance et/ou le facteur de charge doivent être modifiés en conséquence, compte tenu de la classe de l'enveloppe. Voir le paragraphe 5.101 et l'Annexe D.

#### **4.2.5 Exposition aux vibrations, chocs ou basculements anormaux**

Le paragraphe 4.2.5 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

#### **4.2.6 Vitesse du vent**

Le paragraphe 4.2.6 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

#### **4.2.7 Autres paramètres**

Le paragraphe 4.2.7 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable, avec le complément suivant.

Lorsque l'éclairement solaire énergétique à l'emplacement d'installation du poste préfabriqué dépasse 1 000 W/m<sup>2</sup>, il convient que l'utilisateur spécifie une valeur appropriée parmi les valeurs données dans l'IEC 60721-2-4.

Pour les besoins d'évaluation de l'effet du rayonnement solaire sur l'échauffement d'un poste préfabriqué exposé au rayonnement solaire direct (se reporter à l'Annexe G), le niveau maximal (densité de puissance) de l'éclairement solaire énergétique (SI - *solar irradiance*) supposé pour les postes préfabriqués exposés au rayonnement solaire direct est égal à 1,09 kW/m<sup>2</sup> conformément à l'IEC 60068-2-5:2018. Le choix d'une autre valeur peut être envisagé selon l'emplacement réel d'installation et est soumis à un accord entre l'utilisateur et le constructeur.

## 5 Caractéristiques assignées

### 5.1 Généralités

Le paragraphe 5.1 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable, à l'exception de ce qui suit.

Les caractéristiques assignées d'un poste préfabriqué sont les suivantes:

- a) tension assignée des circuits principaux à haute tension ( $U_r$ );
- b) tension assignée des circuits principaux à basse tension ( $U_n$ , le cas échéant);
- c) niveaux d'isolation assignés ( $U_p$ ,  $U_d$  et  $U_s$ , le cas échéant);
- d) fréquence assignée ( $f_r$ );
- e) courant assigné des circuits principaux à basse tension ( $I_{nA}$ , le cas échéant);
- f) courant permanent assigné des circuits principaux à haute tension ( $I_r$ );
- g) courants de courte durée admissibles assignés ( $I_k$ ,  $I_{ke}$ ,  $I_{cw}$ ) pour les circuits principaux et les circuits de mise à la terre;
- h) valeurs de crête des courants admissibles assignés ( $I_p$ ,  $I_{pe}$ ,  $I_{pk}$ ), pour les circuits principaux et les circuits de mise à la terre;
- i) durée assignée de court-circuit ( $t_k$ ,  $t_{ke}$ ), pour les circuits principaux et les circuits de mise à la terre;
- j) tension assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires et de commande (le cas échéant);
- k) fréquence assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires et de commande (le cas échéant);
- l) puissance assignée du poste préfabriqué (pour les postes de transformation préfabriqués haute tension/basse tension);
- m) classe assignée d'enveloppe (pour les postes de transformation préfabriqués haute tension/basse tension);
- n) caractéristiques assignées de la classe de tenue à l'arc interne (IAC), lorsqu'elle a été attribuée par le constructeur.

### 5.2 Tension assignée ( $U_r$ )

Le paragraphe 5.2 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas à l'ensemble de poste préfabriqué.

La tension assignée d'un poste préfabriqué est définie par les tensions assignées de son appareillage à haute tension, du transformateur de puissance haute tension/basse tension et de l'appareillage à basse tension.

Se reporter au paragraphe 5.2 de l'IEC 62271-1:2017 pour l'appareillage à haute tension. Cette valeur désignée par  $U_r$  correspond à la tension la plus élevée du matériel ( $U_m$ ).

Se reporter à l'IEC 60947-1 et au paragraphe 5.2 de l'IEC 61439-1:2020 pour l'appareillage à basse tension. Cette valeur désignée par  $U_n$  correspond à la tension nominale du système électrique ( $U_n$ ) auquel l'appareillage est connecté.

Le paragraphe 5.4.1 de l'IEC 60076-1:2011 est applicable au transformateur de puissance. Cette valeur désignée par  $U_r$  est équivalente à la tension nominale du système électrique ( $U_n$ ) auquel le transformateur est connecté. Un transformateur de puissance a deux tensions assignées différentes, une tension assignée pour le côté haute tension et une tension assignée pour le côté basse tension.

**NOTE** Ces valeurs sont coordonnées avec les caractéristiques du transformateur de puissance haute tension/basse tension. La tension assignée de l'appareillage à haute tension est supérieure à la tension assignée du côté haute tension du transformateur de puissance. La tension assignée de l'appareillage à basse tension peut être supérieure à la tension assignée du transformateur de puissance.

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

Le paragraphe 5.3 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique aux composants de l'ensemble de poste préfabriqué. Les exigences et les références spécifiques pour chaque composant du poste préfabriqué sont les suivantes.

Le niveau d'isolement assigné d'un poste préfabriqué est défini par les niveaux d'isolement assignés de son appareillage à haute tension et de son appareillage à basse tension.

Pour l'appareillage à haute tension, se reporter au paragraphe 5.3 de l'IEC 62271-1:2017, et pour l'appareillage à basse tension, se reporter au paragraphe 5.2 de l'IEC 61439-1:2020 et à l'IEC 60947-1.

Les niveaux d'isolement assignés du transformateur de puissance doivent être compatibles avec les niveaux d'isolement assignés du poste préfabriqué. Se reporter au paragraphe 5.6 de l'IEC 60076-1:2011 concernant les niveaux d'isolement applicables par rapport à la tension la plus élevée du matériel ( $U_m$ ).

La tension de tenue assignée minimale aux chocs de foudre de l'appareillage à basse tension doit être au moins la valeur fournie pour la catégorie IV de surtension dans le Tableau F.1 de l'IEC 60664-1:2020. Selon le réseau des différents pays, il peut être nécessaire de choisir un niveau d'isolement supérieur.

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

Le paragraphe 5.4 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas à l'ensemble de poste préfabriqué.

Chaque poste préfabriqué doit avoir une fréquence assignée compatible avec les fréquences assignées de chacun de ses composants comme cela est défini par chaque norme de composants. Plus particulièrement, pour l'appareillage à haute tension, se reporter au paragraphe 5.4 de l'IEC 62271-1:2017, pour le transformateur de puissance, se reporter au paragraphe 5.4.2 de l'IEC 60076-1:2011 et pour l'appareillage à basse tension, se reporter à l'IEC 60947-1 et au paragraphe 5.5 de l'IEC 61439-1:2020.

Pour l'ECEPD, se reporter au paragraphe 4.3 de l'IEC 62271-212:2016.

## 5.5 Courant permanent assigné ( $I_r$ )

Le paragraphe 5.5 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas à l'ensemble de poste préfabriqué.

Un poste de transformation préfabriqué haute tension/basse tension a généralement un courant permanent assigné  $I_r$  pour l'interconnexion haute tension (le cas échéant) et un courant assigné  $I_{nc}$  pour l'interconnexion basse tension (le cas échéant). Les deux types de courant dépendent de la puissance assignée du transformateur de puissance.

Un poste préfabriqué comprend également les courants permanents assignés de l'ensemble d'appareillage à haute tension et de l'ensemble d'appareillage à basse tension (le cas échéant).

Pour l'appareillage à haute tension  $I_r$ , se reporter au paragraphe 5.5 de l'IEC 62271-1:2017, et pour l'appareillage à basse tension  $I_{nA}$ ,  $I_{nc}$ ,  $I_{ng}$ , se reporter au paragraphe 5.3 de l'IEC 61439-1:2020. Pour les deux ensembles, les courants permanents assignés associés aux circuits connectés au transformateur de puissance doivent être compatibles avec les courants permanents assignés des interconnexions.

## 5.6 Courant de courte durée admissible assigné ( $I_k$ )

Le paragraphe 5.6 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas à l'ensemble de poste préfabriqué.

Pour les courants de courte durée admissible assignés  $I_k$  et  $I_{ke}$  de l'appareillage à haute tension, de l'interconnexion haute tension et du circuit de mise à la terre, le paragraphe 5.6 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable, avec les compléments énoncés aux paragraphes 5.6.101 et 5.6.102. Le paragraphe 5.6.103 s'applique pour l'appareillage à basse tension et l'interconnexion basse tension.

### 5.6.101 Courant de courte durée admissible assigné de l'appareillage à haute tension et de l'interconnexion haute tension ( $I_k$ )

Le courant de courte durée admissible assigné  $I_k$  doit être attribué à un appareillage à haute tension et également à une interconnexion haute tension.

NOTE En principe, le courant de courte durée admissible assigné d'un circuit principal ne peut pas dépasser les valeurs assignées correspondantes au plus faible des composants connectés en série. Cependant, pour chaque circuit, il est possible de bénéficier de dispositifs limitant le courant de court-circuit (tels que fusibles limiteurs de courant, réactances, etc.).

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

Un courant phase-terre de courte durée admissible assigné doit être attribué au circuit de mise à la terre ( $I_{ke}$ ). Cette valeur peut différer de celle du circuit principal.

Cette valeur assignée s'applique uniquement au circuit de mise à la terre des circuits haute tension du poste préfabriqué, c'est-à-dire entre le point de mise à la terre de l'appareillage à haute tension et le point de mise à la terre du poste préfabriqué à relier à la terre externe.

NOTE Les caractéristiques assignées du courant de court-circuit applicables au circuit de mise à la terre dépendent du type de mise à la terre du neutre des réseaux auxquels elles sont destinées. Voir le Tableau 4.

### 5.6.103 Courants de courte durée admissibles assignés de l'appareillage à basse tension et de l'interconnexion basse tension ( $I_{cw}$ )

Se reporter au paragraphe 5.3.5 de l'IEC 61439-1:2020.

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

Le paragraphe 5.7 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas à l'ensemble de poste préfabriqué.

Pour les courants de crête admissibles assignés  $I_p$  et  $I_{pe}$  de l'appareillage à haute tension, de l'interconnexion haute tension et du circuit de mise à la terre, le paragraphe 5.7 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable, avec les compléments énoncés au paragraphe 5.7.101. Le paragraphe 5.7.102 s'applique pour l'appareillage à basse tension et l'interconnexion basse tension.

**NOTE** En principe, le courant de crête admissible assigné d'un circuit principal ne peut pas dépasser les valeurs assignées correspondantes au plus faible des composants connectés en série. Cependant, pour chaque circuit, il est possible de bénéficier de dispositifs limitant le courant de court-circuit (tels que fusibles limiteurs de courant, réactances, etc.).

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

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

Cette valeur assignée s'applique uniquement au circuit de mise à la terre des circuits haute tension du poste préfabriqué, c'est-à-dire entre le point de mise à la terre de l'appareillage à haute tension et le point de mise à la terre du poste préfabriqué à relier à la terre externe.

### 5.7.102 Valeurs de crête du courant admissible assigné de l'appareillage à basse tension et de l'interconnexion basse tension ( $I_{pk}$ )

Se reporter au paragraphe 5.3.4 de l'IEC 61439-1:2020.

## 5.8 Durée de court-circuit assignée ( $t_k$ )

Le paragraphe 5.8 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas à l'ensemble de poste préfabriqué.

Pour les durées de court-circuit assignées  $t_k$  et  $t_{ke}$  de l'appareillage à haute tension, de l'interconnexion haute tension et du circuit de mise à la terre, le paragraphe 5.8 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable, avec les compléments énoncés aux paragraphes 5.8.101 et 5.8.102. Le paragraphe 5.8.103 s'applique pour l'appareillage à basse tension et l'interconnexion basse tension. Le paragraphe 5.8.104 s'applique pour le transformateur de puissance.

### 5.8.101 Durée de court-circuit assignée ( $t_k$ )

Une durée de court-circuit assignée doit être attribuée à l'appareillage à haute tension et à l'interconnexion haute tension.

**NOTE** En principe, la durée de court-circuit assignée d'un circuit principal ne peut pas dépasser les valeurs assignées correspondantes au plus faible des composants connectés en série. Cependant, pour chaque circuit, il est possible de bénéficier de dispositifs limitant la durée du courant de court-circuit (tels que fusibles limiteurs de courant).

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

Une durée de court-circuit phase-terre assignée doit également être attribuée au circuit de mise à la terre ( $t_{ke}$ ). Cette valeur peut différer de celle du circuit principal.

Cette valeur assignée s'applique uniquement au circuit de mise à la terre des circuits haute tension du poste préfabriqué, c'est-à-dire entre le point de mise à la terre de l'appareillage à haute tension et le point de mise à la terre du poste préfabriqué à relier à la terre externe.

### **5.8.103 Durée de court-circuit assignée de l'appareillage à basse tension et de l'interconnexion basse tension**

Se reporter au paragraphe 5.3.5 de l'IEC 61439-1:2020 pour l'appareillage à basse tension et attribuer une durée de court-circuit assignée à l'interconnexion basse tension.

### **5.8.104 Durée de court-circuit assignée des transformateurs de puissance**

Se reporter à l'IEC 60076-5:2006 et l'IEC 60076-11:2018.

## **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 aux circuits auxiliaires et de commande du poste préfabriqué.

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

Le paragraphe 5.10 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable aux circuits auxiliaires et de commande du poste préfabriqué.

## **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 ne s'applique pas à l'ensemble de poste préfabriqué.

Pour l'appareillage à haute tension, le paragraphe 5.11 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

### **5.101 Puissance assignée du poste préfabriqué et classe assignée d'enveloppe**

#### **5.101.1 Puissance assignée du poste préfabriqué**

La puissance assignée du poste préfabriqué indique la puissance assignée la plus élevée  $S_r$  (en kVA), les pertes totales assignées associées (en W) et les limites d'échauffement (telles que définies dans l'IEC 60076-1:2011 ou l'IEC 60076-11:2018) de tous les transformateurs de puissance pour lesquels le poste préfabriqué a été conçu et soumis à l'essai de type conformément au paragraphe 7.5. La puissance assignée est exprimée sous la forme d'une valeur assignée à trois paramètres, par exemple 630 kVA – 5 500 W – 60 K/65 K huile/enroulement pour un transformateur de puissance immergé dans l'huile ou 630 kVA – 5 500 W – classe d'isolation F pour un transformateur de puissance de type sec.

Un poste préfabriqué peut comporter plus d'une valeur assignée à trois paramètres lorsque les transformateurs de puissance avec une puissance assignée inférieure, mais avec des pertes totales supérieures constituent également une solution possible proposée par le constructeur du poste préfabriqué.

Lorsqu'un poste préfabriqué est équipé de deux transformateurs de puissance ou plus, le constructeur doit indiquer les transformateurs de puissance pour lesquels le poste préfabriqué est conçu et soumis à l'essai de type, afin de fonctionner simultanément à la puissance assignée et avec leurs pertes totales assignées associées.

#### **5.101.2 Classe assignée d'enveloppe**

La classe assignée de l'enveloppe est la classe d'enveloppe qui correspond à la puissance assignée du poste préfabriqué.

La classe assignée de l'enveloppe, les limites d'échauffement du transformateur de puissance et les conditions de service permettent de déterminer le facteur de charge du transformateur de puissance selon l'Annexe D.

Il existe six classes assignées d'enveloppe: les classes 5, 10, 15, 20, 25 et 30 qui correspondent à une valeur maximale de différence d'échauffement du transformateur de puissance de 5 K, 10 K, 15 K, 20 K, 25 K et 30 K respectivement (voir la Figure 1 et la Figure 2).

NOTE Le constructeur peut assigner à une même enveloppe plusieurs classes qui correspondent à différentes valeurs de puissance et de pertes du transformateur de puissance. Ces classes supplémentaires sont confirmées par essai selon le paragraphe 7.5 (voir aussi 9.103).

La classe assignée de l'enveloppe tient compte uniquement des sources de chaleur internes, plus particulièrement celles des composants à l'intérieur de l'enveloppe. Le paragraphe 6 108 et l'Annexe G traitent de l'effet d'une source de chaleur externe comme le rayonnement solaire.

## 5.102 Caractéristiques assignées de la classe de tenue à l'arc interne (IAC)

### 5.102.1 Généralités

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

### 5.102.2 Types d'accessibilité (A, B, AB)

Trois types d'accessibilité dans le cas d'un arc interne sont considérés.

- Accessibilité de type A: pour les postes préfabriqués qui assurent la protection des exploitants en exploitation normale, lesdits exploitants se trouvant au niveau de l'aire ou des aires sous haute tension accessibles déclarées à l'intérieur ou devant le poste préfabriqué, avec ouverture de la ou des portes nécessaires, exigées pour une exploitation normale.

NOTE Pour vérifier la protection apportée aux exploitants, il est fait une distinction entre deux types de postes préfabriqués, selon leur mode d'exploitation.

- a) Poste préfabriqué manœuvré de l'intérieur (à aire de manœuvre): personnel autorisé à l'intérieur du poste avec porte ouverte.
- b) Poste préfabriqué manœuvré de l'extérieur (sans aire de manœuvre): personnel autorisé sur le côté exploitation haute tension du poste avec porte ouverte.

- Accessibilité de type B: pour les postes préfabriqués qui assurent la protection du grand public aux alentours du poste sur tous ses côtés accessibles et à tout moment, avec la ou les portes fermées.

Pour être qualifiée pour cette classe, l'accessibilité libre est considérée pour tous les côtés accessibles du poste préfabriqué avec toutes les portes fermées, quel que soit le mode d'exploitation du poste (de l'intérieur ou de l'extérieur). Pour des besoins de normalisation, les toitures de postes préfabriqués situées à moins de 1,9 m du sol environnant sont considérées comme accessibles. Voir la Figure A.3.

- Type d'accessibilité AB: pour les postes préfabriqués qui assurent la protection tant des exploitants que du grand public.

Pour être qualifiés pour cette classe, ces postes préfabriqués doivent satisfaire aux exigences du type A et du type B avec les mêmes valeurs de courant d'essai en kA et de durée en seconde(s).

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

Il convient de sélectionner la valeur normalisée des courants de défaut d'arc assignés parmi les caractéristiques des courants normaux de l'IEC 60059:1999 [4].

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

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

Lorsque seule la caractéristique assignée triphasée est spécifiée, la caractéristique assignée monophasée est par défaut égale à 87 % de la caractéristique assignée triphasée, et il n'est pas nécessaire de la spécifier.

NOTE 1 Le constructeur spécifie les compartiments de l'appareillage à haute tension auxquels la caractéristique assignée de courant de défaut d'arc monophasée phase-terre s'applique. Cette valeur est attribuée à l'appareillage lorsque sa construction empêche l'arc d'évoluer en polyphasé, comme le démontre l'essai d'arc interne.

NOTE 2 Cette valeur de 87 % se justifie par l'essai de défaut d'arc avec amorçage biphasé. Se reporter au paragraphe 9.104.5.

Lorsque tous les compartiments haute tension de l'appareillage à haute tension et de l'interconnexion haute tension sont conçus et soumis à l'essai de type uniquement pour les défauts d'arc monophasé phase-terre, la caractéristique assignée  $I_A$  ne doit pas être attribuée.

NOTE 3 Des informations sur la relation entre le type de régime de mise à la terre du neutre et le courant de défaut d'arc monophasé phase-terre sont fournies au paragraphe 9.104.5 et dans le Tableau 4.

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

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

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

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

### 6 Conception et construction

L'Article 6 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas à l'ensemble de poste préfabriqué.

Les postes préfabriqués doivent être conçus de telle façon que les opérations normales d'exploitation, d'inspection et de maintenance puissent être effectuées en toute sécurité. De plus, le poste préfabriqué doit être conçu et construit de sorte que le risque de tout accès non autorisé soit réduit le plus possible. Une attention particulière doit être portée aux charnières, clapets d'évacuation, systèmes de verrouillage, etc.

La conception du poste préfabriqué doit tenir compte des interactions possibles (par exemple, électriques, mécaniques et thermiques) sur les performances des différents composants.

Tous les composants doivent satisfaire aux normes IEC applicables.

En particulier,

- les transformateurs de puissance selon les documents applicables de l'IEC 60076 (toutes les parties) [5] énumérés à l'Article 2;
- l'appareillage à haute tension conformément à l'IEC 62271-200:2021 ou l'IEC 62271-201:2014;
- l'appareillage à basse tension conformément à l'IEC 60947-1 et l'IEC 61439 (toutes les parties);
- l'ensemble compact d'équipement pour postes de distribution (ECEPD) conformément à l'IEC 62271-212:2016.

#### 6.1 Exigences pour les liquides utilisés dans l'appareillage

Le paragraphe 6.1 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas à l'ensemble de poste préfabriqué.

## 6.2 Exigences pour les gaz utilisés dans l'appareillage

Le paragraphe 6.2 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas à l'ensemble de poste préfabriqué.

NOTE Pour la manipulation du SF<sub>6</sub> dans l'appareillage à haute tension, se reporter à l'IEC 62271-4 [6].

## 6.3 Raccordement à la terre de l'appareillage

Le paragraphe 6.3 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas et est remplacé par le suivant.

L'installation de mise à la terre d'un poste préfabriqué inclut les circuits suivants:

- a) circuit(s) de mise à la terre pour l'appareillage à haute tension;
- b) circuit(s) de mise à la terre pour tous les autres composants du poste préfabriqué équipé de points de mise à la terre (bornes);
- c) circuit de mise à la terre pour les parties métalliques du poste préfabriqué qui ne relèvent pas de ses composants principaux;
- d) conducteur de protection (le cas échéant) des circuits basse tension.

Un conducteur principal de terre doit être prévu pour connecter tous les circuits de terre mentionnés a) à c) et le conducteur de protection d) au réseau de terre externe.

L'Annexe E présente quelques exemples typiques d'installations de mise à la terre.

Lorsque l'armature du béton ou le châssis de l'enveloppe est constitué de métal riveté ou soudé, il peut servir de conducteur principal de terre.

Le conducteur principal de terre et le conducteur de terre reliés au point de mise à la terre de l'appareillage à haute tension doivent être capables de supporter le courant de courte durée admissible assigné et le courant phase-terre de crête admissible assigné de ce point de mise à la terre à la connexion externe de mise à la terre. Le conducteur principal de terre et le conducteur de protection (le cas échéant) des circuits basse tension, doivent également être capables de supporter le courant de court-circuit pendant une durée selon le paragraphe 10.11.5.6 de l'IEC 61439-1:2020.

NOTE 1 En général, l'exigence ci-dessus est remplie lorsqu'un conducteur de terre de section appropriée est disposé sur toute la longueur du poste préfabriqué. À titre de recommandation, la densité du courant dans un conducteur de terre en cuivre ne dépasse pas, dans les conditions spécifiées de défaut à la terre, 200 A/mm<sup>2</sup> pendant une durée de court-circuit assignée de 1 s, et 125 A/mm<sup>2</sup> pendant une durée de court-circuit assignée de 3 s.

NOTE 2 Une méthode de calcul des sections de conducteurs est donnée dans l'IEC 60724 [7].

Le circuit de mise à la terre est normalement conçu pour supporter une fois un défaut de court-circuit, ce qui peut rendre nécessaire une opération de maintenance après ce type d'événement.

Lorsqu'un conducteur de terre dédié est utilisé comme circuit de terre de l'appareillage à haute tension, sa section ne doit pas être inférieure à 30 mm<sup>2</sup>.

La continuité de l'installation de mise à la terre doit être assurée et des mesures appropriées contre la corrosion, la perte de boulons, etc. doivent être prises, compte tenu des sollicitations thermiques et mécaniques engendrées par le courant qu'elle peut devoir supporter.

NOTE 3 Des procédures peuvent être établies par les utilisateurs pour contrôler l'intégrité de toutes les parties du réseau de terre (interne et externe) soit périodiquement, soit après avoir supporté un courant de court-circuit au travers du réseau de terre.

Les composants du poste préfabriqué à relier au circuit de mise à la terre doivent inclure:

- l'enveloppe du poste préfabriqué si elle est métallique;
- l'enveloppe de l'appareillage à haute tension, si elle est métallique, à partir de la borne prévue à cet effet;
- les écrans métalliques et les conducteurs de terre des câbles haute tension;
- la cuve du transformateur de puissance ou le châssis métallique des transformateurs de puissance de type sec;
- le châssis et/ou l'enveloppe, lorsqu'il/elle est métallique, de l'appareillage à basse tension; et
- la connexion de mise à la terre des commandes automatiques et des dispositifs de télécommande.

Lorsque l'enveloppe du poste préfabriqué est métallique, les capots, les portes et les autres parties métalliques accessibles de cette enveloppe doivent être reliés au circuit de mise à la terre et conçus pour supporter un courant continu de 30 A jusqu'au point de connexion au circuit de mise à la terre externe en passant par le conducteur principal de terre du poste, avec une chute de tension maximale de 3 V.

Lorsque l'enveloppe du poste préfabriqué n'est pas métallique, les capots, les portes et les autres parties métalliques accessibles de cette enveloppe doivent être reliés au circuit de mise à la terre. Toutefois, cette connexion n'est pas exigée pour les parties métalliques qui ne présentent aucun risque de pouvoir devenir actives dans des conditions de défaut, par exemple, par l'utilisation de conducteurs et de connexions à écran relié à la terre haute tension en cas de proximité avec des parties métalliques de l'enveloppe, ou par la disposition d'une distance de sécurité suffisante entre les conducteurs haute tension et les parties métalliques de l'enveloppe.

Une installation appropriée du poste préfabriqué exige des mesures de mise à la terre autour du poste pour éviter les tensions dangereuses de toucher et de pas.

NOTE 4 Il existe des réglementations locales, ainsi que des normes telles que l'IEC 61936-1 [1] et l'IEC 60479-1 [8], qui fournissent des recommandations et des règles applicables pour un réseau de terre correct.

## 6.4 Équipements et circuits auxiliaires et de commande

### 6.4.1 Généralités

Le paragraphe 6.4.1 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique, avec le complément suivant.

Le paragraphe 6.4 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable avec l'exception des paragraphes 6.4.2.1, 6.4.3.4.4, 6.4.3.4.5 et 6.4.3.5 remplacés ou modifiés par un contenu approprié au poste préfabriqué.

Pour l'installation basse tension à l'intérieur du poste préfabriqué, par exemple, éclairage, alimentation auxiliaire, etc., se reporter à l'IEC 60364-4-41:2005 [9], au paragraphe 8.6.2 de l'IEC 61439-1:2020 et au paragraphe 7.1.6 de l'IEC 61936-1:2010 [1], selon le cas.

Face à l'utilisation répandue des dispositifs électroniques, qui peuvent contenir des composants sensibles à la température, il convient d'adopter des mesures spécifiques afin d'assurer l'installation et le fonctionnement corrects de ce type de matériel. Il convient également de prendre en considération la sécurité des personnes chargées de la maintenance de ces dispositifs. L'Annexe H fournit des recommandations concernant ces deux points.

#### **6.4.2 Protection contre les chocs électriques**

##### **6.4.2.1 Protection des circuits auxiliaires et de commande vis-à-vis du circuit principal**

Le paragraphe 6.4.2.1 de l'IEC 62271-1:2017 est remplacé par le texte suivant.

Lorsque les circuits haute tension ne sont pas entourés par une enveloppe conductrice à la terre, les circuits auxiliaires et de commande installés à proximité ou sur le châssis d'installation de ces circuits haute tension doivent être protégés contre toute décharge disruptive desdits circuits. Cette exigence est vérifiée au cours des essais de type diélectriques spécifiés au paragraphe 7.2.1.

##### **6.4.2.2 Distance d'isolement de sécurité en service**

Le paragraphe 6.4.2.2 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

#### **6.4.3 Composants installés dans les enveloppes**

##### **6.4.3.1 Choix des composants**

Le paragraphe 6.4.3.1 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

##### **6.4.3.2 Accessibilité**

Le paragraphe 6.4.3.2 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

##### **6.4.3.3 Identification**

Le paragraphe 6.4.3.3 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

##### **6.4.3.4 Exigences applicables aux composants des circuits auxiliaires et de commande**

Le paragraphe 6.4.3.4 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

###### **6.4.3.4.1 Généralités**

Le paragraphe 6.4.3.4.1 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

###### **6.4.3.4.2 Câblage et filerie**

Le paragraphe 6.4.3.4.2 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

###### **6.4.3.4.3 Bornes**

Le paragraphe 6.4.3.4.3 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

###### **6.4.3.4.4 Interrupteurs auxiliaires**

Le paragraphe 6.4.3.4.4 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique aux interrupteurs auxiliaires des appareils de connexion haute tension lorsque cela n'est pas déjà spécifié par leurs normes de composants.

###### **6.4.3.4.5 Contacts auxiliaires et de commande**

Le paragraphe 6.4.3.4.5 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique aux contacts auxiliaires et de commande des appareils de connexion haute tension lorsque cela n'est pas déjà spécifié par leurs normes de composants.

#### **6.4.3.4.6 Éléments chauffants**

Le paragraphe 6.4.3.4.6 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

#### **6.4.3.5 Compteur de manœuvres**

Le paragraphe 6.4.3.5 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique au compteur de manœuvres des appareils de connexion haute tension lorsque cela n'est pas déjà spécifié par leurs normes de composants.

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

Le paragraphe 6.5 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas à l'ensemble de poste préfabriqué.

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

Le paragraphe 6.6 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas à l'ensemble de poste préfabriqué.

### **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 ne s'applique pas à l'ensemble de poste préfabriqué.

### **6.8 Organes de commande à manœuvre manuelle**

Le paragraphe 6.8 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas à l'ensemble de poste préfabriqué.

### **6.9 Fonctionnement des déclencheurs**

Le paragraphe 6.9 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas à l'ensemble de poste préfabriqué.

### **6.10 Indication de la pression/du niveau**

Le paragraphe 6.10 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas à l'ensemble de poste préfabriqué.

### **6.11 Plaques signalétiques**

Le paragraphe 6.11 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas et est remplacé par le suivant:

Chaque poste préfabriqué doit comporter une plaque signalétique durable et clairement lisible qui doit contenir au moins les informations suivantes:

- le nom du constructeur ou la marque;
- la désignation du type;
- le numéro de série;
- la ou les références des instructions du constructeur;
- l'année de fabrication;
- le numéro du présent document;

et le cas échéant:

- la classe d'enveloppe du poste préfabriqué;
- la puissance assignée du poste préfabriqué;
- la classe de tenue à l'arc interne.

Les caractéristiques assignées de l'appareillage à haute tension, des transformateurs de puissance et de l'appareillage à basse tension doivent être fournies sur des plaques signalétiques séparées, telles que définies dans leurs normes de produits respectives.

## **6.12 Dispositifs de verrouillage**

Le paragraphe 6.12 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas et est remplacé par le suivant:

Le verrouillage peut être nécessaire pour assurer la séquence correcte de l'exploitation des équipements, afin de réduire le plus possible les risques auxquels est exposé le personnel et ne pas endommager l'équipement. Le verrouillage peut être assuré par des méthodes électriques ou mécaniques. En cas de coupure d'alimentation électrique, les schémas de verrouillage électrique doivent être conçus pour s'interrompre en toute sécurité.

## **6.13 Indicateur de position**

Le paragraphe 6.13 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas à l'ensemble de poste préfabriqué.

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

Le paragraphe 6.14 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable, avec les compléments suivants.

Le degré de protection minimal de l'enveloppe du poste préfabriqué doit être le degré IP23D, conformément à l'IEC 60529:1989, l'IEC 60529:1989/AMD1:1999 et l'IEC 60529:1989/AMD2:2013. Un degré de protection supérieur peut être spécifié conformément à l'IEC 60529:1989, l'IEC 60529:1989/AMD1:1999 et l'IEC 60529:1989/AMD2:2013. Ces degrés de protection peuvent être définis pour chaque partie de l'enveloppe qui correspond à chaque compartiment du poste préfabriqué.

NOTE Le degré de protection du poste préfabriqué peut être réduit quand les portes du poste/compartiment sont ouvertes (par exemple, pour l'exploitation, l'inspection, etc.). Dans ce type de situation, d'autres précautions peuvent être nécessaires pour assurer la protection des personnes contre l'approche des parties dangereuses afin de satisfaire aux mesures de sécurité. Voir le paragraphe 8.1 de l'IEC 61936-1:2021 [1].

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

Le paragraphe 6.15 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas, sauf lorsque des isolateurs d'extérieur sont exigés à l'intérieur du poste préfabriqué afin de soutenir des conducteurs haute tension.

Les niveaux de pollution à l'intérieur des postes préfabriqués peuvent exiger l'utilisation d'isolateurs d'extérieur afin de soutenir les conducteurs haute tension dans l'air (se reporter au paragraphe 4.2.3). Le choix du niveau de pollution pour les isolateurs haute tension doit tenir compte de l'exposition à la pollution du poste préfabriqué et du degré de protection procuré par le compartiment correspondant dudit poste (se reporter au paragraphe 6.14). Le niveau sélectionné de pollution à l'intérieur du compartiment doit être soumis à un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

## **6.16 Étanchéité au gaz et au vide**

Le paragraphe 6.16 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas à l'ensemble de poste préfabriqué.

## **6.17 Étanchéité des systèmes de liquide**

Le paragraphe 6.17 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas à l'ensemble de poste préfabriqué.

## **6.18 Risque de feu (inflammabilité)**

Le paragraphe 6.18 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas et est remplacé par le suivant:

Pour l'enveloppe du poste préfabriqué, se reporter au paragraphe 6.104.2.

## **6.19 Compatibilité électromagnétique (CEM)**

Le paragraphe 6.19 de l'IEC 62271-1:2017 pour l'appareillage à haute tension et le paragraphe 9.4 de l'IEC 61439-1:2020 pour l'appareillage à basse tension sont applicables.

Les caractéristiques d'émission et d'immunité d'un poste préfabriqué sont indiquées par celles de ses composants (actifs) et par leur mode d'installation et de connexion.

## **6.20 Émission de rayons X**

Le paragraphe 6.20 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas à l'ensemble de poste préfabriqué.

## **6.21 Corrosion**

Le paragraphe 6.21 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable à l'ensemble de poste préfabriqué.

Le paragraphe 9.101 fait référence aux normes qui traitent des agents d'environnement et leurs sévérités, qui exercent une influence sur le comportement à la corrosion du poste préfabriqué lorsqu'il est exposé à des conditions d'air ambiant pollué.

## **6.22 Niveaux de remplissage pour l'isolation, la coupure et/ou la manœuvre**

Le paragraphe 6.22 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas à l'ensemble de poste préfabriqué.

Pour l'appareillage à haute tension, le paragraphe 6.22 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

## **6.101 Protection du poste préfabriqué contre les contraintes mécaniques**

L'enveloppe d'un poste préfabriqué doit avoir une résistance mécanique suffisante et doit supporter les charges et les impacts suivants:

a) charge sur le toit:

- au minimum 2 500 N/m<sup>2</sup> (charges de montage ou autres charges);

Lorsque le poste préfabriqué est installé en un emplacement auquel une sollicitation plus importante peut être prévue (par exemple, un poste souterrain situé sous une aire de trafic de véhicules, des charges de neige, etc.), ce facteur doit être pris en considération et, le cas échéant, doit respecter la réglementation nationale ou locale en vigueur ou la spécification de l'utilisateur.

- charges de neige selon les conditions climatiques locales;

b) pression du vent sur l'enveloppe:

- pression du vent selon le paragraphe 4.1.3 de l'IEC 62271-1:2017;

c) impacts mécaniques externes sur les capots, les portes et les ouvertures de ventilation:

- impacts mécaniques externes d'une énergie de 20 J correspondant à un degré de protection IK10 conformément à l'IEC 62262:2002.

Les impacts mécaniques accidentels au-delà de cette valeur (par exemple, du fait d'accidents de la circulation) ne sont pas couverts par le présent document et il convient de les éviter, si cela est nécessaire, par d'autres moyens de protection autour et à l'extérieur du poste préfabriqué.

d) charges liées à la manutention:

- contraintes mécaniques liées aux phases de vie de levage, de transport et de déchargement;

Ces contraintes s'appliquent à l'enveloppe préfabriquée et à ses parties, ainsi qu'aux accessoires utilisés au cours de ces phases de vie du poste préfabriqué. Ces contraintes sont dues aux charges statiques et dynamiques effectives au cours de ces phases de vie.

Les charges sont définies généralement par des réglementations régionales et locales. En l'absence de ce type d'exigence, il convient de prendre en considération la classification 2M4 pour une classification mécanique conformément à l'IEC 60721-3-2:2018 [10].

La conception des parties internes à la chaîne cinématique de la phase de levage doit tenir compte des conditions les plus défavorables observées au cours de cette phase. À titre d'exemple, un poste dont le levage est prévu au moyen de quatre crochets de levage sans recourir à un système d'équilibrage des charges doit prendre en considération uniquement deux crochets pour la répartition des charges. Cette situation est due à l'effet dynamique qui modifie les charges de répartition entre trois crochets de levage donnés et trois autres crochets de levage et, de ce fait, induit le scénario le plus défavorable dans lequel le levage du poste s'effectue à partir de deux crochets même pendant une courte durée.

NOTE Le Chapitre 5 du Code CTU:2014, [11] définit différentes accélérations fondées sur des retours d'expérience de longue durée en matière de transports de marchandises tels que les transports routiers, ferroviaires et maritimes.

### **6.102 Protection de l'environnement contre les conséquences des défauts internes**

Dans le cas de défauts internes qui laissent s'échapper des liquides dangereux d'un équipement (exemple: huile d'un transformateur de puissance ou huile d'appareillage), des dispositions doivent être prises pour conserver ces liquides dangereux et empêcher le sol d'être pollué.

Lorsqu'une ou plusieurs cuves de rétention font partie de l'enveloppe, leur contenance doit être au moins:

- pour chaque cuve: le volume total de liquides dangereux de la partie correspondante qui contient les liquides dangereux (par exemple, le transformateur de puissance, l'appareillage, etc.);
- pour une cuve commune: le volume total de liquides dangereux de la partie la plus grande qui contient les liquides dangereux (par exemple, le transformateur de puissance, l'appareillage, etc.).

### **6.103 Défaut d'arc interne**

Un poste préfabriqué qui satisfait aux exigences du présent document est conçu, en principe, pour éviter les défauts d'arc interne.

Pour parvenir à cet objectif, le constructeur du poste préfabriqué doit assurer une fabrication correcte, par sa vérification au moyen d'essais individuels de série effectués selon l'Article 8. À son tour, l'utilisateur doit faire un choix convenable, selon les caractéristiques du réseau, les procédures d'exploitation et les conditions de service (se reporter à l'Article 9).

Il convient que la probabilité qu'un défaut d'arc interne se produise en service soit minime, lorsque le poste préfabriqué est installé, exploité et maintenu suivant les instructions du constructeur. Cependant, ce type de défaut ne peut pas être complètement ignoré.

Une défaillance à l'intérieur de l'enveloppe d'un poste préfabriqué due soit à un défaut, soit à des conditions de service exceptionnelles, voire à une fausse manœuvre, peut générer un arc interne, qui représente un danger lorsque des personnes sont présentes. Les défaillances peuvent se produire dans n'importe quelle partie du poste préfabriqué. Toutefois, comme aucune exigence d'essai d'arc interne pour les appareillages à basse tension et les transformateurs de puissance n'est décrite dans leurs normes appropriées respectives, seuls les défauts d'arc qui se produisent à l'intérieur de l'enveloppe de l'appareillage à haute tension sous enveloppe et dans les interconnexions haute tension sont pris en considération dans le présent document (voir le paragraphe 7.102).

NOTE 1 L'IEC TR 61641:2014 [12] fournit des recommandations pour un essai d'arc interne dans un appareillage à basse tension sous enveloppe.

NOTE 2 L'IEC TS 63107:2020 [13] indique des exigences relatives à l'intégration et à l'essai des (IAMS - *internal arc-fault mitigation system*) dans les ensembles d'appareillages à basse tension afin de démontrer leur fonctionnement correct.

Pour les installations de poste préfabriqué sans appareillage à haute tension, voir le paragraphe 7.102.2.

Pour prendre en considération ce danger, une distinction doit être faite entre les exploitants et le grand public. L'exploitant peut se trouver à l'intérieur du poste préfabriqué (à aire de manœuvre) ou à l'extérieur et devant celui-ci (sans aire de manœuvre). Cependant, le grand public peut se trouver autour du poste préfabriqué à tout moment. Le grand public ne se trouve jamais à l'intérieur du poste préfabriqué ou à proximité immédiate du côté exploitation quand les manœuvres sont réalisées avec les portes ouvertes (lorsqu'il est manœuvré de l'extérieur). Ces zones sont considérées comme des zones à accès limité uniquement aux exploitants.

La preuve de l'efficacité de la conception pour assurer la protection du grand public et/ou des exploitants en cas de défaut d'arc interne peut être exigée. Cette preuve doit être obtenue par essai du poste préfabriqué selon le paragraphe 7.102 et l'Annexe A. Les postes préfabriqués qui ont été soumis à l'essai avec succès sont qualifiés en tant que postes de classe IAC-A ou IAC-B ou IAC-AB.

Dans le cas d'un défaut d'arc interne, certains gaz qui présentent des caractéristiques toxiques peuvent être libérés dans la zone de manœuvre, ce qui exige l'évacuation du personnel de la zone polluée pour des raisons de sécurité, et permet la ventilation de l'espace avant toute nouvelle entrée.

## 6.104 Enveloppe

### 6.104.1 Généralités

L'enveloppe doit satisfaire aux conditions suivantes:

- le degré de protection doit satisfaire au paragraphe 6.14;
- les parties de l'enveloppe constituées de matériaux non conducteurs doivent satisfaire à des exigences diélectriques spécifiques. Les essais de vérification de la conformité sont décrits au paragraphe 7.2.101.2.2;
- des mesures doivent être prises afin d'éviter toute déformation pendant le transport ou la manutention, sous réserve de les appliquer selon les instructions du constructeur;

- des moyens doivent être prévus pour assurer un accès en toute sécurité afin d'effectuer les manœuvres concernant le changeur de prises du transformateur de puissance ou à des fins d'inspection, par exemple, par l'ouverture d'une porte ou, si cela est nécessaire, par le retrait d'un capot, sous réserve d'effectuer ces opérations selon les instructions du constructeur;
- le refroidissement du poste préfabriqué par ventilation naturelle;

NOTE Le présent document couvre uniquement les conceptions avec ventilation naturelle. Les postes préfabriqués qui emploient d'autres moyens de refroidissement (par exemple, refroidissement forcé) sont soumis à un accord entre le constructeur et l'utilisateur.
- il est acceptable qu'une partie d'enveloppe d'un composant devienne une partie de l'enveloppe du poste préfabriqué. Dans un tel cas, cette partie doit être conforme aux exigences applicables du présent document et de la norme de produit respective du composant.

#### 6.104.2 Tenue au feu

##### 6.104.2.1 Généralités

Les matériaux utilisés pour la construction de l'enveloppe du poste préfabriqué doivent avoir le niveau minimal suivant de tenue à un feu qui se produit à l'intérieur ou à l'extérieur du poste préfabriqué.

Les matériaux doivent être soit non inflammables soit, s'il s'agit de matériaux synthétiques, conformes au paragraphe 6.104.2.3.

NOTE 1 Pour la tenue au feu, seule la réaction au feu est prise en considération. La résistance au feu peut être prise en considération, selon les réglementations locales, sous réserve d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

NOTE 2 Les matériaux de revêtement supplémentaires à but esthétique qui ne peuvent pas satisfaire aux essais de non-inflammabilité peuvent être utilisés. Ces matériaux ne font pas partie de la structure de l'enveloppe du poste préfabriqué.

##### 6.104.2.2 Matériaux conventionnels

Les matériaux énumérés ci-après conviennent pour les postes préfabriqués et sont considérés comme non inflammables:

- béton;
- métal (acier, aluminium, etc.);
- plâtre;
- fibre de verre ou laine de roche.

##### 6.104.2.3 Matériaux synthétiques

L'utilisation d'enveloppes constituées de matériaux synthétiques est soumise à un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

En cas d'accord, les matériaux synthétiques doivent être soumis à l'essai conformément à l'ISO 1182:2010 et à l'ISO 1716:2018 en respectant au minimum les valeurs du Tableau 1.

**Tableau 1 – Caractéristiques des matériaux synthétiques**

Caractéristiques de performances	Valeurs requises	Norme
Pouvoir calorifique supérieur (PCS) [en MJ/kg]	≤ 2,0 MJ/kg	ISO 1716:2018
Échauffement ( $T$ ) [en °C]	≤ 30 °C	ISO 1182:2010
Perte de masse ( $\Delta m$ ) [en %]	≤ 50 %	ISO 1182:2010
Durée de flamme persistante ( $t_f$ ) [en s]	0 s	ISO 1182:2010

#### **6.104.2.4 Autres matériaux**

Le constructeur doit démontrer la non-inflammabilité des matériaux utilisés qui doit être au moins équivalente à celle du paragraphe 6.104.2.3.

#### **6.104.3 Considérations environnementales**

##### **6.104.3.1 Généralités**

L'enveloppe peut être constituée de différents matériaux (béton, métal, matériaux synthétiques, etc.). Il convient que les matériaux de l'enveloppe résistent aux détériorations dans les conditions environnementales (voir l'Article 4) pendant la durée de vie prévue, sous réserve de suivre les recommandations de maintenance du constructeur.

Un revêtement ou un traitement de surface supplémentaire peut être utilisé.

Pour évaluer les performances de tels traitements, les normes internationales correspondantes appropriées peuvent être utilisées.

L'IEC 60068 (toutes les parties) [14] donne des informations sur les procédures et la sévérité des essais d'environnement.

Il convient que le constructeur établisse les caractéristiques des revêtements et des peintures des matériaux. Des informations supplémentaires sont données à l'Annexe F.

Lorsque l'enveloppe fait partie du conducteur principal de terre, des précautions doivent être prises pour empêcher la corrosion des éléments et des surfaces de contact utilisés pour conduire le courant à la terre, afin de maintenir le courant maximal admissible pendant sa durée de vie prévue.

##### **6.104.3.2 Béton**

Le béton doit être protégé contre les effets de pénétration d'eau, de carbonatation, de gel, et de diffusion de chlorures.

La peinture ou les enduits adaptés peuvent être utilisés selon le cas. Il convient que l'adhérence, le vieillissement (chaleur humide) et la résistance à l'abrasion soient pris en considération.

##### **6.104.3.3 Métaux**

La protection contre la corrosion doit être assurée par l'utilisation de matériaux appropriés ou par l'application de revêtements de protection appropriés sur les surfaces exposées. Des informations supplémentaires sont données aux paragraphes F.1.1 et F.1.2. Le constructeur doit veiller à prendre en considération les caractéristiques de tenue à la corrosion du matériau.

L'ISO TR 16335 [15] donne des informations sur les essais existants de corrosion atmosphérique accélérée, comme l'IEC 60068 (toutes les parties) [14], et fournit des recommandations portant sur les domaines d'application et la corrosivité recommandés des différents essais.

##### **6.104.3.4 Matériaux synthétiques et composites**

Il convient de prendre en considération le vieillissement (chaleur sèche et chaleur humide) et les rayonnements ultraviolets. De plus, ces matériaux peuvent être protégés par des peintures ou des revêtements adaptés.

#### **6.104.4 Capots et portes**

Les capots et portes destinés à fermer les ouvertures du poste préfabriqué font partie intégrante de l'enveloppe. Lorsqu'ils sont fermés, ils doivent procurer le degré de protection spécifié pour l'enveloppe. Lorsque des ouvertures de ventilation sont incorporées aux capots ou aux portes, il est fait référence au paragraphe 6.104.5.

Deux catégories de capots ou portes sont reconnues en ce qui concerne l'accès au poste préfabriqué ou à ses compartiments (le cas échéant):

- a) ceux qu'il est nécessaire d'ouvrir pour une exploitation normale (capots amovibles, portes). Leur ouverture ou leur dépose ne doit pas exiger d'outils. Ils doivent être équipés de dispositifs de verrouillage ou de dispositifs d'interverrouillage appropriés;
- b) il ne doit pas être possible d'ouvrir ou de déposer tous les autres capots, portes ou toits avant que les portes ou capots, utilisés pour une exploitation normale, n'aient été ouverts ou déposés. Leur ouverture ou leur dépose doit exiger des outils ou ils sont équipés de dispositifs de verrouillage.

Les portes doivent s'ouvrir vers l'extérieur, à un angle d'au moins 90° et doivent être équipées d'un dispositif qui permet de les maintenir en position ouverte. Lorsque les portes sont articulées horizontalement en haut, l'angle d'ouverture minimal est l'angle nécessaire pour qu'une personne puisse travailler en position debout de manière ergonomique et en toute sécurité. Une hauteur libre minimale de 2 000 mm et une largeur libre de 750 mm s'appliquent lorsque l'exploitant doit passer par ces ouvertures ou se trouver en dessous.

Les postes préfabriqués souterrains exigent une trappe d'accès qui assure une sécurité suffisante pour le personnel, et dont la largeur est suffisante pour toute personne passant à proximité. Cette trappe doit pouvoir être manipulée par une seule personne.

Il doit être possible de sécuriser la trappe d'accès afin d'empêcher sa fermeture tant que des exploitants sont à l'intérieur du poste préfabriqué ou opèrent sur des équipements à l'extérieur de celui-ci.

De plus, les capots et portes d'accès aux équipements, par exemple, dans le cas du remplacement d'un transformateur de puissance, doivent avoir des dimensions compatibles avec la taille des équipements et les outils de manutention recommandés par le constructeur du poste préfabriqué doivent être prévus.

La porte de secours doit être équipée d'une fonction de même nature de telle sorte que la porte puisse être ouverte de l'intérieur sans l'aide d'une clé, même en cas de verrouillage des portes de l'extérieur.

#### **6.104.5 Ouvertures de ventilation**

Les ouvertures de ventilation doivent être disposées ou protégées de manière à maintenir le même degré de protection (code IP) et le même degré de protection contre les impacts mécaniques (code IK) que ceux spécifiés pour l'enveloppe ou pour le compartiment ventilé à cloisons.

De telles ouvertures peuvent être équipées de grillages ou de dispositifs analogues à condition que le degré de protection IK soit maintenu.

#### **6.104.6 Cloisons**

Le degré de protection des cloisons, le cas échéant, doit être spécifié conformément à l'IEC 60529.

Le degré de protection contre les impacts mécaniques des cloisons, le cas échéant, doit être spécifié conformément à l'IEC 62262:2002.

## **6.105 Autres dispositions**

### **6.105.1 Dispositions pour les essais diélectriques des câbles**

Un espace suffisant doit être prévu pour assurer un accès en toute sécurité aux capots et portes des compartiments de raccordement haute tension et/ou aux points d'essai des câbles de l'appareillage à haute tension, afin de réaliser, en toute sécurité, les essais diélectriques sur les câbles.

### **6.105.2 Accessoires**

Il convient de prévoir un espace adéquat pour le maintien des accessoires énumérés par le constructeur du poste préfabriqué, par exemple, les dispositifs de mise à la terre, les leviers de manœuvre, etc.

### **6.105.3 Couloir de manœuvre**

Dans le cas des postes à aire de manœuvre, la largeur des couloirs de manœuvre à l'intérieur d'un poste préfabriqué doit permettre d'effectuer toute opération normale d'exploitation et de maintenance selon les instructions du constructeur des composants. La largeur de ce couloir doit être supérieure ou égale à 800 mm, avec les considérations et exceptions suivantes:

- les portes de l'appareillage à l'intérieur du poste préfabriqué doivent se fermer dans le sens de la sortie ou tourner de telle manière qu'elles ne réduisent pas la largeur du couloir à moins de 500 mm lors de leur rotation;
- les portes, retenues en position ouverte fixe ou toute partie fixe qui dépasse de l'appareillage ne doivent pas réduire la largeur du couloir à moins de 500 mm.

Pour une raison identique, la hauteur libre des couloirs de manœuvre à l'intérieur d'un poste préfabriqué doit être d'au moins 2 000 mm.

### **6.105.4 Étiquettes**

Les étiquettes d'avertissement, d'instructions du constructeur, etc. ainsi que celles destinées à satisfaire à des normes et réglementations locales doivent être durables et clairement lisibles.

### **6.105.5 Dispositions pour assemblage sur site du poste préfabriqué**

Lorsqu'un poste préfabriqué est composé de plus d'une unité de transport, il est nécessaire de déconnecter, puis de reconnecter les câbles auxiliaires et de commande d'interconnexion éventuels entre les unités de transport. Ces câbles doivent être construits de manière à éviter de devoir revérifier entièrement l'interconnexion. En cas d'utilisation de câbles multiconducteurs ou multipaires, il est recommandé d'utiliser des connecteurs à contacts mâles et femelles de manière à ce qu'aucune reconnexion incorrecte des câbles d'interconnexion ne soit possible. En variante, une communication numérique peut être utilisée.

## **6.106 Émission de bruit**

Le ou les transformateurs de puissance constituent les principales sources de bruit. Par ailleurs, les normes applicables aux appareillages à haute tension et à basse tension ne comportent pas d'exigence sur ce sujet, et la contribution directe des composants haute tension et basse tension au niveau de bruit du poste préfabriqué est considérée, en principe, comme négligeable. L'évaluation de l'émission de bruit s'applique uniquement aux postes de transformation préfabriqués haute tension/basse tension. Lorsque cela est exigé, la détermination du niveau de bruit du poste préfabriqué doit être effectuée selon l'Annexe B, sur le poste complet afin de tenir compte de toute interaction potentielle entre l'appareillage à haute tension, l'appareillage à basse tension et l'enveloppe avec le transformateur de puissance.

## 6.107 Champs électromagnétiques

Les postes préfabriqués en service génèrent des champs électromagnétiques qui peuvent nécessiter une évaluation pour

- aider à la planification, à l'installation, aux instructions d'emploi et à la maintenance ; et
- prendre les mesures nécessaires pour satisfaire aux exigences ou aux réglementations concernant les champs électromagnétiques.

Lorsqu'une évaluation des champs électromagnétiques générés par un poste préfabriqué est exigée, il convient de suivre la méthodologie décrite dans l'IEC TR 62271-208:2009 [16].

## 6.108 Rayonnement solaire

Les matériaux et composants appropriés de l'enveloppe d'un poste préfabriqué doivent être choisis afin de vérifier que le rayonnement solaire n'influe pas de manière préjudiciable sur les performances au vieillissement des matériaux. Se reporter également au paragraphe 6.104.3.4.

Outre les pertes dues aux composants à l'intérieur du poste préfabriqué, le rayonnement solaire peut, dans certaines conditions de service, constituer une source de chaleur externe importante qui peut affecter les performances du poste préfabriqué. Outre l'augmentation de température des parties accessibles de l'enveloppe extérieure, l'effet du rayonnement solaire sur l'enveloppe peut entraîner une augmentation de la température de l'air interne. Ce phénomène peut exiger un déclassement du poste préfabriqué. En particulier, il peut impliquer une réduction du facteur de charge de transformateur de puissance et/ou réduire le courant admissible de l'ensemble d'appareillage. Dans certains cas, cette situation peut entraîner le dysfonctionnement prématûr ou la défaillance des dispositifs électroniques sensibles à la température.

Des mesures de conception, comme une double toiture, des enveloppes de coloris plus clairs, des doubles parois, des matériaux d'enveloppe alternatifs, etc. peuvent contribuer à réduire l'effet du rayonnement solaire sur le poste préfabriqué.

L'Annexe G fournit des recommandations concernant le mode d'évaluation de l'effet du rayonnement solaire.

## 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 le complément suivant.

En principe, les essais de type doivent être réalisés sur une configuration représentative des composants d'un poste préfabriqué complet. Les composants contenus dans un poste préfabriqué doivent être soumis à l'essai selon leurs normes de produits (se reporter à l'Article 2).

Du fait de la multiplicité des types, des caractéristiques assignées et des combinaisons possibles des composants, la pratique ne permet pas de soumettre à des essais de type toutes les configurations possibles d'un poste préfabriqué. Les performances d'un poste préfabriqué peuvent être évaluées par référence aux rapports des essais de type d'un autre ou d'autres postes préfabriqués. Dans ce sens, l'IEC TR 62271-312:2021 [17], même si elle se concentre sur l'édition précédente du présent document, fournit des recommandations valables sur la transférabilité des essais de type. Toutes les précautions nécessaires doivent être prises pour n'altérer aucun des paramètres vérifiés par essai du poste préfabriqué dans la configuration en évaluation.

Les essais de type et les vérifications sont énumérés dans le Tableau 2.

**Tableau 2 – Essais de type**

<b>Essais de type obligatoires</b>		<b>Référence</b>
Essais de vérification du niveau d'isolement du poste préfabriqué		7.2
<b>Essais de type qui dépendent des exigences</b>	<b>Condition qui exige un essai de type</b>	
Essais de vérification de l'échauffement des composants d'un poste préfabriqué	Postes de transformation préfabriqués haute tension/basse tension	7.5
Essais d'évaluation des effets d'un arc dû à un défaut d'arc interne	Postes préfabriqués de classe IAC-A, IAC-B ou IAC-AB	7.102
Essais de compatibilité CEM	Les composants qui incluent des circuits auxiliaires et de commande ne sont pas déjà soumis à l'essai	7.9
Essais de vérification du niveau de bruit d'un poste de transformation préfabriqué haute tension/basse tension	Soumis à un accord entre le constructeur et l'utilisateur	Annexe B
Mesurage ou calcul des champs électromagnétiques générés par un poste préfabriqué	Soumis à un accord entre le constructeur et l'utilisateur	7.103
Échauffement dû au rayonnement solaire	Soumis à un accord entre le constructeur et l'utilisateur	7.5.106

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

### **7.1.2 Informations pour l'identification des objets d'essai**

Le paragraphe 7.1.2 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 le complément suivant:

Pour le rapport relatif aux essais d'arc interne, se reporter au paragraphe 7.102.6.

## 7.2 Essais diélectriques

### 7.2.1 Généralités

Le paragraphe 7.2.1 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable, avec les compléments suivants:

Étant donné que l'appareillage à haute tension, le ou les transformateurs de puissance et l'appareillage à basse tension ou l'ECEPD qui peuvent être contenus dans un poste préfabriqué ont été soumis à des essais de type selon les normes applicables, le paragraphe 7.2 s'applique uniquement aux parties du poste préfabriqué pour lesquelles les conditions d'installation peuvent affecter leur tenue diélectrique. Par conséquent, les composants à soumettre aux essais diélectriques sont, en principe, les suivants:

- l'interconnexion entre l'appareillage à haute tension et le transformateur de puissance ;
- l'interconnexion entre le transformateur de puissance et l'appareillage à basse tension ; et
- l'appareillage à haute tension sans enveloppe ou couche conductrice à la terre qui contient toutes les parties à haute tension.

NOTE Les exemples d'appareillage à haute tension avec enveloppe ou couche conductrice à la terre qui contient toutes les parties à haute tension sont ceux conformes à l'IEC 62271-200 ou à la classe PB2 de l'IEC 62271-201:2014.

### 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 ne s'applique pas.

### 7.2.4 Disposition de l'appareil

Le paragraphe 7.2.4 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas. À la place, se reporter au paragraphe 7.2.101.

### 7.2.5 Conditions de réussite des essais

Le paragraphe 7.2.5 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable aux composants soumis à un essai haute tension, avec la modification suivante:

Le deuxième alinéa du point a) qui fait référence aux essais sous pluie ne s'applique pas.

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

Le paragraphe 7.2.6 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas. À la place, se reporter au paragraphe 7.2.101.2.

### 7.2.7 Essais de l'appareillage de $U_r \leq 245 \text{ kV}$

Le paragraphe 7.2.7 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable aux composants à haute tension à soumettre à des essais de type avec les modifications suivantes.

Les essais doivent être réalisés avec les tensions d'essai applicables du Tableau 1 ou du Tableau 2 de l'IEC 62271-1:2017. Pour les tensions d'essai par rapport à la terre et entre phases, les colonnes (2) et (4) doivent être utilisées.

### 7.2.8 Essais de l'appareillage de $U_r > 245 \text{ kV}$

Le paragraphe 7.2.8 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas.

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

Le paragraphe 7.2.9 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas.

### **7.2.10 Essais de décharges partielles**

Le paragraphe 7.2.10 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas.

Certains composants utilisés dans le poste préfabriqué peuvent exiger un essai de décharge partielle, conformément à leurs normes correspondantes.

### **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.

### **7.2.12 Essai de tension comme essai de vérification d'état**

Le paragraphe 7.2.12 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas.

#### **7.2.101 Essais des composants à haute tension**

##### **7.2.101.1 Conditions générales**

Les essais diélectriques ne sont pas exigés lorsque l'interconnexion haute tension est réalisée au moyen de câbles haute tension reliés par des connexions à écran relié à la terre, soumises à des essais de type, ou d'autres types d'extrémités qui ont été soumises à des essais de type à la fois du côté de l'appareillage à haute tension et du côté du transformateur de puissance, dans les conditions d'installation du poste préfabriqué.

Les essais diélectriques ne sont pas exigés avec l'appareillage à haute tension sans enveloppe ou couche conductrice à la terre qui contient toutes les parties à haute tension, à soumettre à l'essai lorsque ce même appareillage a été précédemment soumis à l'essai de type dans les conditions d'installation du poste préfabriqué. Les essais diélectriques ne sont également pas exigés lorsque toutes les distances entre ses parties actives et les autres composants du poste, les parois et le plafond sont supérieures aux valeurs minimales de distance dans l'air données dans le Tableau A.1 de l'IEC 60071-1:2019 pour la tension assignée de l'appareillage à haute tension.

Dans tous les autres cas, l'interconnexion et/ou l'appareillage à haute tension doivent être soumis à des essais diélectriques selon les paragraphes 7.2.101.2 à 7.2.101.4.

Les essais peuvent être effectués par une réplique de substitution du transformateur de puissance qui reproduit la configuration de champ des traversées et de l'enveloppe du transformateur de puissance à proximité des composants à haute tension soumis à l'essai.

Lorsque seule la connexion haute tension doit être soumise à l'essai, elle doit être connectée à l'alimentation d'essai par l'intermédiaire de l'appareillage à haute tension. Seuls les appareils de connexion reliés en série au circuit d'alimentation sont fermés. Tous les autres appareils de connexion sont ouverts.

Lorsque l'appareillage à haute tension doit être soumis à l'essai, tous les appareils de connexion doivent être fermés, et tous les circuits soumis à l'essai doivent être en état de service avec des câbles connectés.

Les dispositifs de limitation de la tension doivent être débranchés pendant les essais diélectriques. Les bornes secondaires des transformateurs de courant doivent être mises en court-circuit et reliées à la terre. Les transformateurs de tension doivent être débranchés.

### **7.2.101.2 Application de la tension d'essai**

#### **7.2.101.2.1 Application sur les composants à haute tension**

Les tensions d'essai doivent être appliquées par une connexion successive de chaque conducteur de phase du circuit principal à la borne à haute tension de l'alimentation d'essai. Tous les autres conducteurs du circuit principal et les circuits auxiliaires doivent être connectés au conducteur de terre du châssis, et à la borne de terre de l'alimentation d'essai.

Lorsque des interconnexions haute tension sans écran relié à la terre sont utilisées, les matériaux non conducteurs doivent également résister aux tensions d'essai spécifiées au paragraphe 7.2.101.4. Il convient d'appliquer les méthodes d'essai spécifiées dans l'IEC 60243-1:2013 [18] lorsque le matériau choisi satisfait aux exigences appropriées.

#### **7.2.101.2.2 Dans le cas d'une enveloppe non conductrice**

L'isolement entre les parties actives sans écran relié à la terre des composants à haute tension et la surface accessible de toute enveloppe ou toute cloison non conductrice qui sépare de tels composants doit résister aux tensions d'essai spécifiées aux paragraphes 7.2.101.3 et 7.2.101.4.

Pour vérifier la conformité à cette exigence, les surfaces accessibles de cette enveloppe ou cette cloison fabriquée en matériaux isolants doivent être couvertes, sur une face accessible, avec une feuille métallique, de surface circulaire ou carrée aussi grande que possible, mais qui ne dépasse pas 100 cm<sup>2</sup>, et qui doit être reliée à la terre. La feuille doit être placée à l'endroit le plus défavorable pour l'essai. En cas de doute sur l'endroit le plus défavorable, l'essai doit être répété en plaçant la feuille à des endroits différents.

En outre, l'isolement entre les parties actives sans écran relié à la terre des composants à haute tension et la surface intérieure des parties isolantes de l'enveloppe ou de la cloison qui y fait face doit résister pendant 1 min à 150 % au moins de la valeur de tension assignée du poste préfabriqué.

Pour vérifier la conformité à cette exigence supplémentaire, la surface intérieure du matériau non conducteur qui fait face aux composants sans écran relié à la terre doit être couverte avec une feuille métallique, de surface circulaire ou carrée aussi grande que possible, mais qui ne dépasse pas 100 cm<sup>2</sup>, et qui doit être reliée à la terre. La feuille doit être placée à l'endroit le plus défavorable pour l'essai. En cas de doute sur l'endroit le plus défavorable, l'essai doit être répété en plaçant la feuille à des endroits différents.

Il convient d'appliquer les méthodes d'essai spécifiées dans l'IEC 60243-1:2013 [18] lorsque le matériau choisi satisfait aux exigences appropriées.

#### **7.2.101.3 Essais de tension aux chocs de foudre**

Les composants à haute tension doivent être soumis à des essais de tension aux chocs de foudre selon le paragraphe 7.2.7.3 de l'IEC 62271-1:2017 avec le complément suivant.

Pour obtenir la forme d'onde correcte pendant l'essai, il est acceptable de déconnecter le transformateur de puissance ou d'utiliser un élément de substitution.

Pendant les essais de tension aux chocs de foudre, la borne de terre du générateur de choc doit être connectée au conducteur de terre de l'enveloppe du poste préfabriqué.

#### **7.2.101.4 Essais de tenue à la tension à fréquence industrielle**

Les composants à haute tension à soumettre à l'essai doivent être soumis à des essais de tenue à la tension à fréquence industrielle en environnement sec pendant 1 min, conformément au paragraphe 7.2.7.2 de l'IEC 62271-1:2017, avec le complément suivant.

Pendant l'essai de tenue à la tension à fréquence industrielle, une borne du transformateur de la source d'essai doit être reliée à la terre et au conducteur de terre du poste préfabriqué.

Pour éviter de saturer le transformateur de puissance pendant l'essai, il est acceptable de le déconnecter ou d'utiliser un élément de substitution.

### **7.2.102 Essais de l'interconnexion basse tension**

#### **7.2.102.1 Conditions générales**

Lorsque l'interconnexion basse tension est partiellement ou totalement couverte par une enveloppe non métallique, l'enveloppe doit être couverte avec une feuille métallique, de surface circulaire ou carrée aussi grande que possible, mais qui ne dépasse pas 100 cm<sup>2</sup>, reliée à la terre. La feuille doit être appliquée sur toutes les surfaces qui peuvent être touchées par un exploitant.

Pour les essais, l'interconnexion basse tension est connectée à l'alimentation d'essai par l'intermédiaire de l'appareillage à basse tension. Seuls les appareils de connexion reliés en série au circuit d'alimentation sont fermés. Tous les autres appareils de connexion sont ouverts.

#### **7.2.102.2 Essais de tension aux chocs de foudre**

L'interconnexion basse tension doit être soumise à des essais de tension aux chocs de foudre. La tension d'essai est spécifiée dans le Tableau F.1 de l'IEC 60664-1:2020, et la tension d'essai aux chocs de foudre assignée est choisie selon le paragraphe 5.3.

Les moyens de suppression des surtensions doivent être déconnectés, ou les essais doivent être réalisés conformément à l'IEC 61180-1:1992.

La tension de choc de foudre de 1,2/50 µs doit être appliquée trois fois pour chaque polarité, à des intervalles de 1 s au minimum.

La tension d'essai doit être appliquée par la connexion successive de chaque conducteur de phase du circuit principal à la borne à haute tension de l'alimentation d'essai. Tous les autres conducteurs du circuit principal et les circuits auxiliaires doivent être connectés au conducteur de terre ou au châssis et à la borne de terre de l'alimentation d'essai.

Il ne doit pas se produire de décharge disruptive au cours des essais.

Pour obtenir la forme d'onde correcte pendant l'essai, il est acceptable de déconnecter le transformateur de puissance ou d'utiliser un élément de substitution.

#### **7.2.102.3 Essais de tenue à la tension à fréquence industrielle**

Les interconnexions basse tension doivent être soumises à l'essai conformément au paragraphe 10.9.2 de l'IEC 61439-1:2020.

Pour éviter de saturer le transformateur de puissance pendant l'essai, il est acceptable de le déconnecter ou d'utiliser un élément de substitution.

#### **7.2.102.4 Vérification des lignes de fuite**

Les lignes de fuite les plus courtes entre phases, entre conducteurs de circuits à des tensions différentes et entre parties actives et parties conductrices exposées, doivent être mesurées. La ligne de fuite mesurée doit être conforme aux exigences du Tableau F.4 de l'IEC 60664-1:2020, compte tenu du groupe de matériaux et du degré de pollution.

### **7.3 Essais de tension de perturbation radioélectrique**

Le paragraphe 7.3 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas.

### **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 aux contacts auxiliaires de classes 1 et 2 du poste préfabriqué, sauf s'ils relèvent des composants principaux déjà soumis aux essais de type.

#### **7.4.2 Mesurage de la résistance des contacts auxiliaires de classe 3**

Le paragraphe 7.4.2 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable aux contacts auxiliaires de classe 3 du poste préfabriqué, sauf s'ils relèvent des composants principaux déjà soumis aux essais de type.

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

Le paragraphe 7.4.3 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas aux parties métalliques reliées à la terre du poste préfabriqué et il est remplacé par le suivant:

En général, une inspection visuelle suffit pour vérifier la continuité électrique des connexions des capots et portes métalliques du poste préfabriqué au conducteur principal de terre (voir le paragraphe 6.3). Toutefois, en cas de doute, ces connexions doivent être soumises à l'essai à un courant de 30 A (courant continu). La chute de tension doit être inférieure à 3 V entre les capots et les portes et le point (du conducteur principal de terre) de connexion au circuit de terre externe (voir l'Annexe E). Lorsque le conducteur principal de terre comporte plus d'un point de connexion au circuit de terre externe, il convient de choisir le trajet électrique le plus court.

#### **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 à l'interconnexion haute tension et à l'interconnexion basse tension, le cas échéant. Pour les composants principaux du poste préfabriqué, chaque norme de composant applicable s'applique effectivement.

Il n'est pas exigé de soumettre à un nouvel essai les composants déjà soumis à des essais de type.

### **7.5 Essais au courant permanent**

Le paragraphe 7.5 de l'IEC 62271-1:2017 est remplacé par les paragraphes suivants.

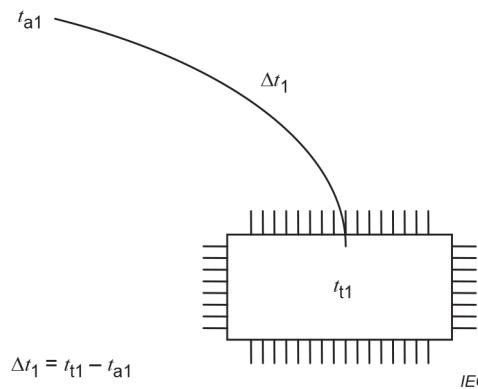
#### **7.5.101 Généralités**

Les postes préfabriqués de commutation sont exempts de l'essai au courant permanent dans la mesure où l'influence de l'enveloppe est considérée comme négligeable, par rapport à l'échauffement de l'appareillage à haute tension hébergé dans cette même enveloppe.

L'objet de cet essai, entre autres choses, est de vérifier que les échauffements des parties appropriées des composants installés dans un poste préfabriqué ne dépassent pas les limites fixées par les normes de produits de ces composants. La durée de vie prévue des parties isolantes n'est pas influencée de manière inconsidérée par la température lorsque les limites d'échauffement spécifiées, par exemple de l'appareillage à basse tension, et/ou les températures de l'air spécifiées, par exemple des composants électroniques basse tension, ne sont pas dépassées. Les caractéristiques assignées des composants du poste préfabriqué peuvent être différentes des courants assignés des circuits haute tension et basse tension de ce même poste.

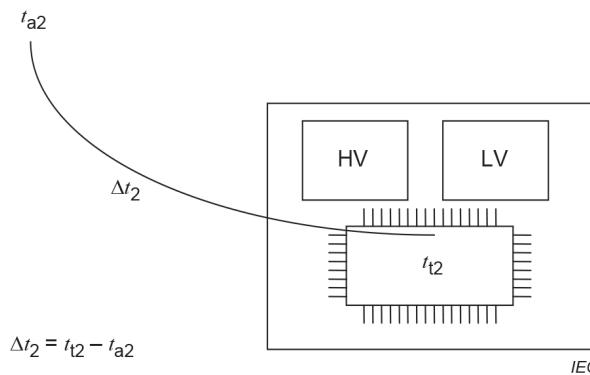
NOTE Pour obtenir les limites d'échauffement spécifiées, le constructeur peut choisir des composants pour le poste préfabriqué avec un ou des courants assignés supérieurs au(x) courant(s) vérifié(s) par essai.

Plus particulièrement, pour les transformateurs de puissance, l'essai doit démontrer que l'échauffement de ces derniers à l'intérieur de l'enveloppe du poste préfabriqué ne dépasse pas l'échauffement mesuré sur le même transformateur de puissance à l'extérieur de cette enveloppe, de plus de la valeur qui définit la classe d'enveloppe dudit poste, par exemple, 5 K, 10 K, 15 K, 20 K, 25 K ou 30 K. Les deux essais comparatifs doivent être effectués avec le même transformateur. Se reporter à la Figure 1 et à la Figure 2.

**Légende**

- $t_{a1}$  température de l'air ambiant dans le local d'essai  
 $t_{t1}$  températures du transformateur de puissance mesurées conformément à l'IEC 60076-2:2011 et à l'IEC 60076-11:2018  
 $\Delta t_1$  échauffement du transformateur de puissance à l'extérieur d'une enveloppe

**Figure 1 – Mesurage de l'échauffement du transformateur de puissance à l'air ambiant:  $\Delta t_1$**

**Légende**

- $t_{a2}$  température de l'air ambiant dans le local d'essai  
 $t_{t2}$  températures du transformateur de puissance mesurées conformément à l'IEC 60076-2:2011 et à l'IEC 60076-11:2018  
 $\Delta t_2$  échauffement du transformateur de puissance à l'intérieur d'une enveloppe

**Figure 2 – Mesurage de l'échauffement du transformateur de puissance dans une enveloppe:  $\Delta t_2$**

### 7.5.102 Conditions d'essai

Le poste préfabriqué doit être complet, avec ses composants disposés en condition normale de fonctionnement. Les portes doivent être fermées et les entrées de câble obturées de manière à représenter les conditions de service. La puissance et les pertes du ou des transformateurs de puissance doivent correspondre à la puissance assignée du poste préfabriqué, telle que définie au paragraphe 5.101.1.

Les essais au courant permanent doivent être réalisés simultanément sur le transformateur de puissance, les interconnexions haute tension et basse tension et les matériels à basse tension.

Lorsque le poste préfabriqué est conçu pour fonctionner avec plus d'un transformateur de puissance simultanément en service, il doit être soumis à l'essai pour ce type de condition et avec le facteur de charge applicable pour chaque transformateur de puissance comme cela est défini par son constructeur.

Il n'est pas exigé de soumettre l'appareillage à haute tension à l'essai au courant permanent.

NOTE 1 Il est pratique courante d'utiliser l'appareillage à haute tension à un courant (de charge) bien inférieur au courant permanent assigné. Compte tenu de cet élément, l'échauffement supplémentaire engendré par une opération à l'intérieur de l'enveloppe du poste préfabriqué n'a, dans la plupart des cas, aucune influence significative sur le courant maximal admissible exigé pour l'appareillage à haute tension.

L'essai doit être exécuté dans un local d'essai qui maintient la température de l'air ambiant dans les limites spécifiées au paragraphe 7.5.104.1.

L'environnement du local doit être significativement exempt de courants d'air, à l'exception de ceux générés par la chaleur de l'équipement soumis à l'essai. En pratique, cette condition est atteinte lorsque la vitesse de l'air ne dépasse pas 0,5 m/s.

NOTE 2 L'expérience a démontré que la différence d'échauffement au cours de l'essai dans un local d'un poste préfabriqué souterrain n'est pas déterminante par rapport à l'échauffement observé avec une installation souterraine.

### **7.5.103 Méthodes d'essai**

#### **Généralités**

Deux situations sont prises en considération, en fonction des types de transformateurs de puissance installés dans le poste préfabriqué:

- transformateurs de puissance immersés dans un liquide;
- transformateurs de puissance de type sec.

#### **7.5.103.2 Transformateurs de puissance immersés dans un liquide**

##### **7.5.103.2.1 Généralités**

Lorsque le poste préfabriqué est équipé d'un transformateur de puissance immersé dans un liquide, l'une des deux méthodes d'essai suivantes doit être utilisée pour effectuer les essais au courant permanent.

La méthode d'essai préférentielle exige l'utilisation de sources de courant indépendantes pour alimenter les côtés haute tension et basse tension du poste préfabriqué.

Une méthode alternative peut être utilisée lorsque le laboratoire peut fournir uniquement une source de courant ou lorsque la conception du poste préfabriqué rend impossible les montages de connexion des deux sources de courant, voire entraîne un montage et/ou une représentation irréalistes de l'interconnexion basse tension.

##### **7.5.103.2.2 Méthode préférentielle**

###### **7.5.103.2.2.1 Généralités**

Cette méthode exige des connexions d'alimentation différentes pour le côté haute tension et le côté basse tension, respectivement.

### 7.5.103.2.2.2 Connexion des alimentations

La connexion des alimentations et les positions de mise en court-circuit sont expliquées comme suit.

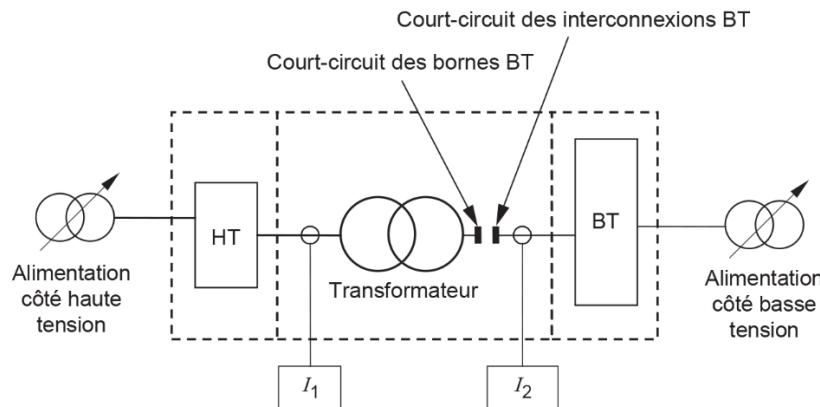
#### a) Côté haute tension

Le transformateur de puissance et l'appareillage à haute tension avec sa protection transformateur (par fusibles avec la caractéristique assignée adaptée ou par disjoncteur) doivent être connectés, et les bornes de sortie basse tension du transformateur de puissance doivent être mises en court-circuit. L'alimentation doit être connectée aux bornes de l'appareillage à haute tension d'arrivée. Se reporter à la Figure 3.

#### b) Côté basse tension

L'essai au courant permanent sur le côté basse tension doit être effectué conformément au paragraphe 10.10 de l'IEC 61439-1:2020 et aux exigences spécifiques suivantes.

L'appareillage à basse tension doit être isolé du transformateur de puissance, en un point aussi proche que possible des bornes du transformateur de puissance. En ce point, adjacent aux bornes du transformateur de puissance, un court-circuit doit être appliqué aux connexions entre le transformateur de puissance et l'appareillage à basse tension. Le courant d'essai doit être appliqué sur l'appareillage à basse tension au travers des départs.



#### Légende

- $I_1$  Courant suffisant pour générer les pertes assignées totales des transformateurs de puissance immergés dans un liquide ou du courant assigné haute tension des transformateurs de puissance de type sec
- $I_2$  Courant assigné basse tension du transformateur de puissance

**Figure 3 – Schéma de la méthode préférentielle pour l'essai au courant permanent**

### **7.5.103.2.2.3 Application des courants d'essai**

#### a) Côté haute tension

Le circuit du transformateur de puissance est alimenté par un courant suffisant pour générer les pertes assignées totales du transformateur de puissance, à sa température de référence, au moyen de la méthode définie dans l'IEC 60076-2:2011.

Cet essai exige l'ajout d'un petit pourcentage au courant assigné qui circule dans le circuit complet, afin de compenser les pertes à vide du transformateur de puissance.

NOTE Pendant l'essai, la résistance varie selon la température du transformateur de puissance. Par conséquent, le courant d'essai injecté est modifié afin de maintenir la valeur des pertes constantes générées égales aux pertes totales du transformateur de puissance pendant toute la durée de l'essai.

#### b) Côté basse tension

Le circuit basse tension est alimenté avec la valeur de courant assigné basse tension du transformateur de puissance soumis à l'essai.

La répartition du courant d'alimentation au travers des départs basse tension, doit être choisie pour être le cas d'échauffement le plus défavorable.

Lorsque les départs sont équipés de fusibles, ces derniers doivent être présents pendant l'essai et doivent représenter les conditions de service.

Les mesurages de la température de l'air ambiant, de l'appareillage à haute tension, de l'interconnexion haute tension, du transformateur de puissance, de l'interconnexion basse tension, de l'appareillage à basse tension et de l'air à l'intérieur du poste préfabriqué doivent être réalisés selon le paragraphe 7.5.104.

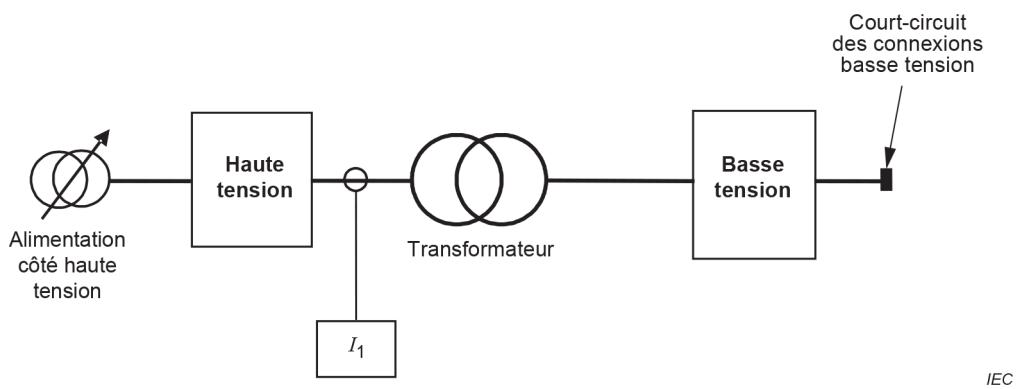
### **7.5.103.2.3 Méthode alternative**

#### **7.5.103.2.3.1 Généralités**

Cette méthode n'exige qu'une seule source de courant.

#### **7.5.103.2.3.2 Connexion des alimentations**

L'appareillage à haute tension avec sa protection transformateur (par fusibles avec la caractéristique assignée adaptée ou par disjoncteur), le transformateur de puissance haute tension/basse tension et l'appareillage à basse tension doivent être connectés. Les bornes de sortie sélectionnées de l'appareillage à basse tension doivent être mises en court-circuit afin de répartir le courant selon le cas d'échauffement le plus défavorable. Lorsque les départs sont équipés de fusibles, ces derniers doivent être présents pendant l'essai et doivent représenter les conditions de service. L'alimentation doit être connectée aux bornes d'entrée de l'appareillage à haute tension (voir la Figure 4).



IEC

**Légende**

$I_1$  pour les transformateurs de puissance immergés dans un liquide, courant selon l'étape 1 et l'étape 2 du paragraphe 7.5.103.2.3.3 ou pour les transformateurs de puissance de type sec, courant assigné selon l'étape 2 du paragraphe 7.5.103.3

**Figure 4 – Schéma de la méthode alternative pour l'essai au courant permanent**

#### 7.5.103.2.3.3 Application des courants d'essai

Pour un essai au courant permanent effectué sur un poste préfabriqué équipé d'un transformateur de puissance immergé dans un liquide, il convient que l'application des courants d'essai suive la méthode décrite au paragraphe 7.3.2 de l'IEC 60076-2:2011 qui est composée des deux étapes consécutives suivantes.

##### Étape 1:

Le poste préfabriqué doit être alimenté par un courant suffisant de telle sorte que le transformateur de puissance génère ses pertes assignées totales, à sa température de référence, à l'aide de la méthode définie dans l'IEC 60076-2:2011. Cette étape se poursuit jusqu'à l'établissement d'un échauffement de régime permanent de l'huile en partie supérieure du transformateur de puissance. Les mesurages de la température de l'huile en partie supérieure et de l'air ambiant doivent être réalisés selon les paragraphes 7.5.104.2 et 7.5.104.1, respectivement.

Un courant alimenté selon la même amplitude que celle exigée pour que le transformateur de puissance génère ses pertes assignées totales à l'extérieur de l'enveloppe (c'est-à-dire de lui-même – se reporter à la Figure 1) est considéré comme suffisant pour que le transformateur de puissance génère ses pertes assignées totales à l'intérieur de l'enveloppe.

**NOTE** La puissance totale fournie au poste préfabriqué complet est supérieure aux pertes assignées totales du transformateur de puissance en raison de la connexion de l'ensemble d'appareillage à basse tension.

##### Étape 2:

Le courant d'alimentation est réduit de manière à injecter le courant assigné haute tension du transformateur de puissance pendant 1 h conformément à l'IEC 60076-2:2011. Au terme de la seconde étape, les mesurages de la température de l'appareillage à basse tension, de l'interconnexion basse tension et de l'interconnexion haute tension doivent être réalisés selon les paragraphes 7.5.104.3 et 7.5.104.4, respectivement. La température de l'air ambiant doit être mesurée selon le paragraphe 7.5.104.1. Le mesurage de la température de l'air à l'intérieur du poste préfabriqué et au niveau des surfaces accessibles de l'appareillage à haute tension doit être réalisé selon les paragraphes 7.5.104.5 et 7.5.104.4, respectivement.

### 7.5.103.3 Transformateurs de puissance de type sec

Pour un essai au courant permanent effectué sur un poste préfabriqué équipé d'un transformateur de puissance de type sec, une méthode en trois étapes est utilisée pour mesurer avec exactitude les échauffements du transformateur, ainsi que des autres composants selon leurs normes respectives.

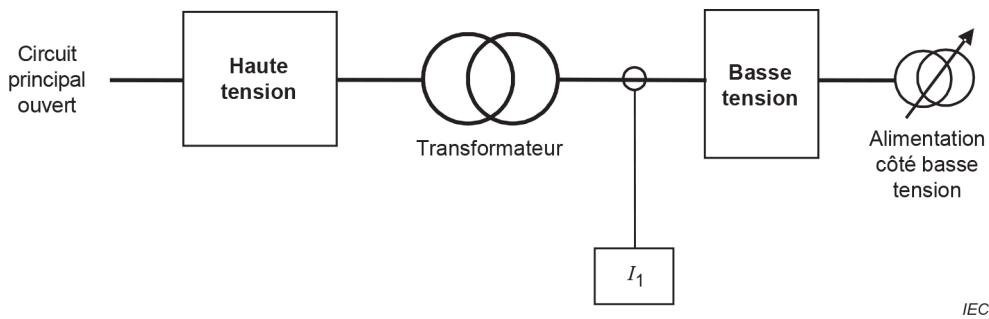
Dans le cas du transformateur, il convient que la méthode d'essai au courant permanent suive la méthode de charge simulée telle que décrite dans l'IEC 60076-11:2018 et composée de deux étapes consécutives (étape 1: essai à vide/étape 2: essai de charge et calcul de l'échauffement du transformateur de puissance).

Pour tous les autres composants, un troisième essai supplémentaire (étape 3) est nécessaire pour prendre en considération simultanément les pertes à vide et les pertes dues à la charge du transformateur de type sec.

NOTE Les pertes totales du transformateur sont significativement plus élevées que les pertes des autres composants principaux installés dans le poste préfabriqué et peuvent avoir une influence significative sur l'échauffement des autres composants.

Étape 1:

L'essai en circuit ouvert doit être réalisé de manière à appliquer la tension assignée de service (triphasée) à la fréquence assignée à l'enroulement basse tension du transformateur de puissance par l'intermédiaire de l'un des départs de l'appareillage à basse tension. L'enroulement haute tension est connecté à l'appareillage à haute tension. Le circuit principal haute tension est ouvert (voir la Figure 5). Après obtention des conditions de régime permanent des enroulements et du noyau magnétique, les températures des enroulements individuels du transformateur de puissance doivent alors être mesurées selon le paragraphe 14.3.2.4 de l'IEC 60076-11:2018. La température de l'air ambiant doit être mesurée selon le paragraphe 7.5.104.1.



#### Légende

$I_1$  courant à vide du transformateur de puissance

Figure 5 – Schéma pour l'essai en circuit ouvert

Étape 2:

La connexion des alimentations est réalisée selon les paragraphes 7.5.103.2.2.2 (Figure 3) ou 7.5.103.2.3.2 (Figure 4).

L'essai en court-circuit doit être réalisé de manière à ce que le côté haute tension du poste préfabriqué soit alimenté avec le courant assigné haute tension du transformateur de puissance haute tension/basse tension. Le côté basse tension du poste préfabriqué est alimenté avec le courant assigné basse tension du transformateur de puissance haute tension/basse tension.

Lorsque la condition de régime permanent des enroulements et du noyau magnétique est atteinte, les mesurages des températures des enroulements individuels doivent être réalisés selon le paragraphe 14.3.2.4 de l'IEC 60076-11:2018.

À l'issue de la réalisation des deux étapes ci-dessus, l'échauffement du transformateur de puissance est calculé par la formule donnée au paragraphe 14.3.2.2 de l'IEC 60076-11:2018.

La température de l'air ambiant doit être mesurée selon le paragraphe 7.5.104.1.

Étape 3:

L'essai est réalisé à l'aide de la méthode d'essai préférentielle applicable au transformateur de puissance rempli de liquide et donnée au paragraphe 7.5.103.2.2.

Lorsque la condition de régime permanent des enroulements et du noyau magnétique est atteinte, les mesurages des températures des enroulements individuels doivent être réalisés selon le paragraphe 14.3.2.4 de l'IEC 60076-11:2018, et les mesurages des températures de l'appareillage à basse tension, de l'interconnexion basse tension et de l'interconnexion haute tension doivent être réalisés selon le paragraphe 7.5.104.3 et le paragraphe 7.5.104.4, respectivement. La température de l'air ambiant doit être mesurée selon le paragraphe 7.5.104.1. Le mesurage de la température de l'air à l'intérieur du poste préfabriqué et au niveau des surfaces accessibles de l'appareillage à haute tension doit être réalisé selon les paragraphes 7.5.104.5 et 7.5.104.4, respectivement.

## 7.5.104 Mesurages

### 7.5.104.1 Mesurage de la température de l'air ambiant

La température de l'air ambiant est la température moyenne de l'air qui entoure le poste préfabriqué. Elle doit être mesurée pendant le dernier quart de la période d'essai ou de chaque étape (selon la méthode d'essai) par le biais d'au moins quatre thermomètres, thermocouples ou autres dispositifs de mesure de la température répartis de manière égale autour du poste préfabriqué à une distance d'environ 1 m de ce dernier et approximativement à la hauteur moyenne des parties conductrices ou, dans le cas des postes préfabriqués souterrains, à mi-hauteur des ouvertures de ventilation. Les thermomètres ou les thermocouples doivent être protégés contre les courants d'air et les influences anormales de la chaleur. Afin d'éviter les erreurs d'indications, du fait de variations rapides de température, les thermomètres ou les thermocouples peuvent être placés dans de petits flacons qui contiennent environ un demi-litre d'huile.

Pendant le dernier quart de la période d'essai, la variation de la température de l'air ambiant ne doit pas dépasser 1 K en 1 h. Lorsque cela n'est pas possible du fait de conditions de température défavorables du local d'essai, la température d'un poste préfabriqué identique placé dans les mêmes conditions, mais sans courant, peut être prise pour remplacer la température de l'air ambiant. Ce poste préfabriqué supplémentaire ne doit pas être soumis à une quantité de chaleur excessive.

La température de l'air ambiant pendant les essais doit être comprise entre +10 °C et +40 °C.

#### **7.5.104.2 Transformateur de puissance**

L'échauffement de l'huile en partie supérieure pour les transformateurs de puissance immergés dans un liquide doit être mesuré comme cela est indiqué dans l'IEC 60076-2:2011. L'échauffement moyen des enroulements pour les transformateurs de puissance de type sec doit être mesuré comme cela est indiqué dans l'IEC 60076-11:2018 (Voir le paragraphe 7.5.103.3).

La température de l'air à l'emplacement auquel des matériels électroniques peuvent être installés doit être mesurée. Voir le paragraphe 7.5.104.5.

#### **7.5.104.3 Appareillage à basse tension et interconnexion basse tension**

Les échauffements de l'appareillage à basse tension doivent être mesurés comme cela est indiqué au paragraphe 10.10 de l'IEC 61439-1:2020.

La température et l'échauffement des interconnexions basse tension et de leurs bornes doivent être mesurés.

La température de l'air à l'emplacement auquel des matériels électroniques peuvent être installés doit être mesurée. Voir le paragraphe 7.5.104.5.

#### **7.5.104.4 Appareillage à haute tension et interconnexion haute tension**

La température et l'échauffement des parties accessibles de l'appareillage à haute tension prévues pour être touchées en exploitation normale doivent être mesurés comme cela est indiqué au paragraphe 7.5.6 de l'IEC 62271-1:2017.

La température et l'échauffement des interconnexions haute tension et de leurs bornes doivent être mesurés selon le paragraphe 7.5.6 de l'IEC 62271-1:2017.

La température de l'air à l'emplacement auquel des dispositifs électroniques peuvent être installés doit être mesurée. Voir le paragraphe 7.5.104.5.

#### **7.5.104.5 Température de l'air à l'intérieur du poste préfabriqué**

La ou les températures de l'air à l'intérieur du poste préfabriqué doivent être mesurées.

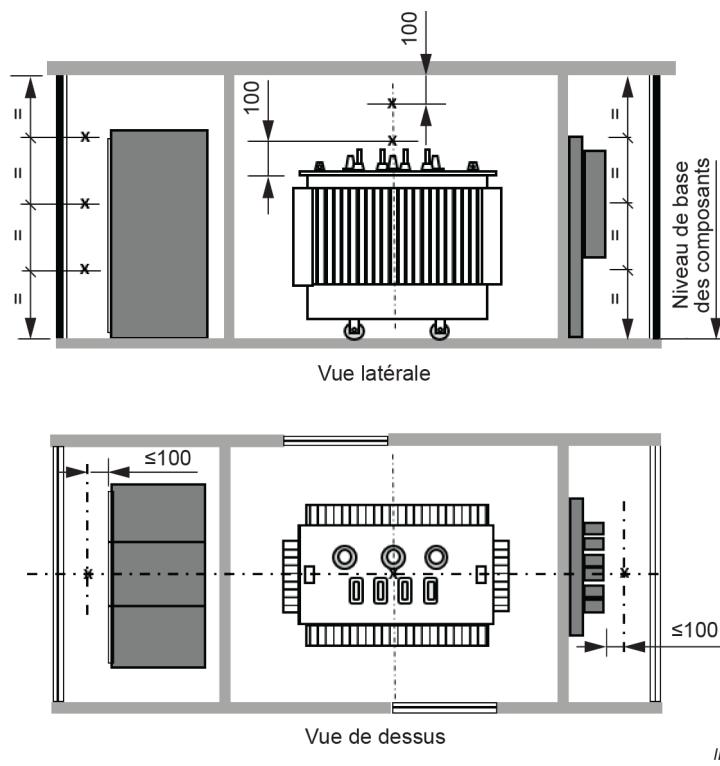
Les mesurages doivent être réalisés à l'avant de l'appareillage à haute tension et de l'appareillage à basse tension, au niveau du plan moyen vertical à une distance de 100 mm (ou moins lorsque cela n'est pas possible) à trois hauteurs différentes réparties de manière égale entre la partie inférieure du composant jusqu'à une distance de 2 m ou jusqu'à la toiture, lorsqu'elle se situe à moins de 2 m. Voir un exemple à la Figure 6.

Les mesurages doivent également être réalisés au-dessus du transformateur de puissance, au niveau de l'axe milieu vertical à une distance de 100 mm du haut du transformateur de puissance et à une distance de 100 mm sous le plafond. Voir un exemple à la Figure 6.

Par ailleurs, pour les compartiments basse tension, par exemple, boîtier de communications du poste préfabriqué, la température de l'air doit être mesurée au niveau de l'axe milieu à trois hauteurs différentes réparties de manière égale à l'intérieur de ce compartiment.

La température moyenne de l'air doit être mesurée pendant le dernier quart de la période d'essai, à chaque point de mesure au moyen de thermomètres, thermocouples ou autres dispositifs de mesure de la température.

NOTE Voir l'Annexe H pour des recommandations supplémentaires concernant le mode d'application possible de ces mesurages.



**Figure 6 – Exemple d'emplacements de mesure de la température de l'air à l'intérieur d'un poste préfabriqué sans aire de manœuvre**

### 7.5.105 Critères d'acceptation

Le poste préfabriqué doit être considéré comme ayant satisfait à l'essai au courant permanent lorsque:

- a) les échauffements du transformateur de puissance ne dépassent pas les échauffements correspondants mesurés sur le même transformateur de puissance sans enveloppe d'une valeur supérieure à la classe de température du poste préfabriqué (voir la Figure 1 et la Figure 2);

Critères d'acceptation:

$$\Delta t = \Delta t_2 - \Delta t_1$$

classe 5:  $\Delta t \leq 5$  K classe 20:  $\Delta t \leq 20$  K

classe 10:  $\Delta t \leq 10$  K classe 25:  $\Delta t \leq 25$  K

classe 15:  $\Delta t \leq 15$  K classe 30:  $\Delta t \leq 30$  K

NOTE 1 L'essai au courant permanent peut être utilisé pour déterminer la classe de l'enveloppe tant que les critères b), c), d) et e) sont satisfaits.

- b) les échauffements et les températures des bornes des interconnexions haute tension ne dépassent pas les exigences du paragraphe 7.5.6 de l'IEC 62271-1:2017;
- c) les échauffements et les températures des interconnexions basse tension et de l'appareillage à basse tension ne dépassent pas les exigences du paragraphe 9.2 de l'IEC 614391:2020;
- d) les échauffements et les températures de l'enveloppe du poste préfabriqué et des parties accessibles de l'appareillage à haute tension ne dépassent pas les exigences de l'IEC 62271-1:2017 pour les parties accessibles prévues pour être touchées en exploitation normale (voir le Tableau 14 de l'IEC 62271-1:2017);
- e) l'échauffement et la température de toute partie accessible extérieure de l'enveloppe du poste préfabriqué ne doivent pas dépasser 30 K et 70 °C respectivement, à l'exclusion des effets du rayonnement solaire.

Les composants d'un poste préfabriqué qui font l'objet de spécifications séparées non couvertes par le domaine d'application de l'IEC 62271-1:2017, l'IEC 61439-1:2020, l'IEC 60076-2:2011 et l'IEC 60076-11:2018, ne doivent pas dépasser les limites maximales admissibles de température et d'échauffement spécifiées dans la norme applicable à chacun de ces composants.

NOTE 2 Dans le cas du transformateur de puissance, le facteur de charge est pris en compte dans des conditions réelles afin de satisfaire aux limites de température du transformateur de puissance. Se reporter à l'Annexe D, ainsi qu'à l'IEC 60076-7 et à l'IEC 60076-12:2008.

Les mesurages de la température de l'air à l'intérieur du poste préfabriqué exigés au paragraphe 7.5.104.5 doivent être indiqués dans le rapport d'essai à des fins d'information et de référence. Voir également l'Annexe H.

### 7.5.106 Essai au courant permanent sous rayonnement solaire

Lorsque l'effet du rayonnement solaire peut affecter les performances du poste de transformation préfabriqué haute tension/basse tension, ce dernier peut être soumis à un essai de type au courant permanent avec rayonnement solaire simulé conformément à l'Annexe G. L'essai a pour objet de déterminer, dans les conditions d'un courant permanent et de rayonnement solaire, l'échauffement supplémentaire du transformateur de puissance, les composants internes, la température de l'air à l'intérieur du poste préfabriqué et les parties accessibles prévues pour être touchées en exploitation normale. Lorsque cela est nécessaire, le déclassement exigé du poste préfabriqué peut ensuite être déterminé. En variante, des mesures qui permettent de réduire l'exposition au rayonnement solaire et/ou l'effet dudit rayonnement peuvent être mises en œuvre.

Il convient d'inclure dans le rapport d'essai le ou les coloris d'enveloppe utilisés pour l'essai – avec référence à la norme de couleur applicable utilisée.

NOTE Les résultats d'essai peuvent être transférés aux postes préfabriqués dont les coloris d'enveloppe sont plus clairs.

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

Le paragraphe 7.6 de l'IEC 62271-1:2017 est remplacé par le texte suivant.

Étant donné que l'appareillage à haute tension, le ou les transformateurs de puissance et l'appareillage à basse tension d'un poste préfabriqué ont été soumis à des essais de type selon les normes applicables, le présent paragraphe 7.6 s'applique uniquement aux interconnexions basse tension et haute tension.

Il n'est pas nécessaire de soumettre à un nouvel essai les interconnexions haute tension et basse tension d'un ECEPD soumis à des essais de type après leur installation à l'intérieur de l'enveloppe d'un poste préfabriqué.

Les interconnexions haute tension qui n'ont pas fait l'objet d'un essai de type doivent être soumises à l'essai suivant la procédure décrite au paragraphe 7.6 de l'IEC 62271-1:2017, avec les alinéas complémentaires suivants.

Les courants d'essai sont appliqués de manière à soumettre à l'essai l'ensemble de la connexion haute tension au transformateur de puissance. Toutes les parties qui prennent en charge l'interconnexion doivent être maintenues en place, comme en condition de service, pendant l'essai. L'essai peut être réalisé par alimentation de l'interconnexion par l'intermédiaire de l'appareillage à haute tension.

En particulier, lorsque l'interconnexion haute tension est protégée par des dispositifs limiteurs de courant placés dans l'appareillage à haute tension, les dispositions du paragraphe 7.6.1 a) de l'IEC 62271-200:2021 sont applicables.

Les interconnexions basse tension qui n'ont pas fait l'objet d'un essai de type doivent être soumises à l'essai suivant la procédure décrite dans l'IEC 61439-1:2020 pour l'appareillage à basse tension. Les courants d'essai sont appliqués de manière à soumettre à l'essai l'ensemble de la connexion au transformateur de puissance. Toutes les parties qui prennent en charge l'interconnexion doivent être maintenues en place, comme en condition de service, pendant l'essai.

Les circuits de mise à la terre de l'appareillage à haute tension et la mise à la terre du neutre (le cas échéant) du poste préfabriqué doivent être soumis à l'essai. Un essai selon le paragraphe 7.6 de l'IEC 62271-1:2017 doit être réalisé entre le point de connexion à la terre de l'appareillage à haute tension et le point de connexion à la terre externe du poste préfabriqué. Le cas échéant, un essai complémentaire selon le paragraphe 10.11.5.6 de l'IEC 61439-1:2020 doit être réalisé entre le point de connexion à la terre du neutre, c'est-à-dire le conducteur de protection, et le point de connexion à la terre externe du poste préfabriqué.

Il n'est pas exigé de répéter les essais de type sur les circuits de mise à la terre des composants soumis à un essai de type individuel.

Après l'essai, une certaine déformation du conducteur principal de terre et des connexions aux composants est admissible, mais la continuité du circuit doit être maintenue. Le contrôle de continuité électrique décrit au paragraphe 7.4.3 permet de vérifier ce phénomène.

## **7.7 Vérification de la protection**

Le paragraphe 7.7 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

## 7.8 Essais d'étanchéité

Le paragraphe 7.8 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas à l'ensemble de poste préfabriqué.

## 7.9 Essais de compatibilité électromagnétique (CEM)

Pour l'appareillage à haute tension, le paragraphe 7.9 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable, à l'exception de l'essai de tension de perturbation radioélectrique.

Pour l'appareillage à basse tension, le paragraphe 10.12 de l'IEC 61439-1:2020 est applicable.

Un essai réalisé sur un poste préfabriqué complet n'est pas nécessaire sous réserve que l'appareillage à haute tension et l'appareillage à basse tension aient été soumis à l'essai selon les normes applicables. Toutefois, pour les circuits auxiliaires et de commande du poste préfabriqué qui ne relèvent ni de l'appareillage à haute tension ni de l'appareillage à basse tension, le paragraphe 7.9.1.2 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique.

## 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.

### 7.10.2 Essais fonctionnels

Le paragraphe 7.10.2 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas et est remplacé par le suivant:

Un essai fonctionnel de tous les circuits basse tension, y compris les verrouillages électriques, doit être réalisé pour vérifier le bon fonctionnement des circuits auxiliaires et de commande en liaison avec les autres parties du poste préfabriqué.

Les essais doivent être réalisés avec les valeurs limites supérieures et inférieures de la tension d'alimentation, définies au paragraphe 5.9.

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

Le fonctionnement mécanique, y compris les verrouillages mécaniques, doit être vérifié par essai par rapport aux aspects de sécurité intrinsèque.

### 7.10.3 Vérification des caractéristiques de fonctionnement des contacts auxiliaires

Le paragraphe 7.10.3 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

### 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 à l'appareillage pour l'intérieur qui fonctionne dans les conditions normales de service, telles que définies à l'Article 4 de l'IEC 62271-1:2017;
- lorsque les essais spécifiés au paragraphe 7.10.4 de l'IEC 62271-1:2017 ont été réalisés sur les composants séparés d'un circuit auxiliaire et de commande représentatif, il n'est pas nécessaire de réaliser d'autres essais d'environnement;
- lorsque les essais sont réalisés, le paragraphe 7.10.4 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable sur une disposition type des circuits auxiliaires et de commande.

### **7.10.5 Essais diélectriques**

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 ne s'applique pas au poste préfabriqué.

## **7.101 Calculs et essais mécaniques**

### **7.101.1 Pression du vent**

Les effets mécaniques de la pression du vent sur le poste préfabriqué doivent être vérifiés par calcul. Se reporter au paragraphe 6.101.

### **7.101.2 Charges sur la toiture**

Les effets mécaniques de charges sur la toiture du poste préfabriqué doivent être vérifiés par calcul. Se reporter au paragraphe 6.101.

### **7.101.3 Impacts mécaniques**

Des essais d'impacts mécaniques doivent être réalisés sur les surfaces externes de l'enveloppe susceptibles d'être faibles, par exemple, les portes, les capots et les ouvertures de ventilation. Se reporter à l'Annexe C en ce qui concerne la procédure d'essai. Se reporter au paragraphe 6.101.

### **7.101.4 Manutention**

La démonstration d'une résistance mécanique suffisante pendant les phases de vie de manutention, telles que le levage, le transport et le déchargement, doit être effectuée pour chaque partie du poste préfabriqué soumise à des contraintes pendant ces phases de vie. Cette démonstration est réalisée par calcul.

À cet effet, les parties structurelles du poste préfabriqué peuvent être vérifiées par un calcul structurel approprié conformément aux réglementations régionales ou locales. En l'absence de ce type de réglementation, un accord entre le constructeur et l'utilisateur est nécessaire pour définir les codes de construction applicables, en prenant en considération le site de construction, puis le site d'installation du poste préfabriqué. Se reporter aux paragraphes 6.101 et 11.3.2.

## **7.102 Essai d'arc interne**

### **7.102.1 Généralités**

Ces essais sont applicables aux postes préfabriqués destinés à être qualifiés en classe IAC-A ou IAC-B ou IAC-AB pour la protection des personnes dans le cas d'un arc interne côté haute tension.

Ces essais couvrent les cas de défauts qui génèrent un arc se produisant à l'intérieur du poste préfabriqué, dans l'appareillage à haute tension et les interconnexions haute tension (voir le paragraphe 3.3.104) quand toutes les portes sont fermées (IAC-B) ou quand la ou les portes d'accès à la zone à haute tension sont ouvertes (IAC-A) (Voir le paragraphe 5.102).

Cette classification a pour objet d'offrir, en cas d'arcs internes, un niveau de protection vérifié par essai pour le personnel qui exploite le poste préfabriqué dans des conditions normales d'exploitation, avec l'appareillage à haute tension dans une position normale d'exploitation telle que définie dans la norme correspondante (Classe IAC-A) et pour les personnes qui se trouvent au voisinage du poste avec ses portes fermées (Classe IAC-B).

L'essai n'évalue pas le comportement du poste préfabriqué dans des conditions de maintenance ou de travaux, lorsque les parties de l'enveloppe de l'appareillage à haute tension, y compris son compartiment à basse tension, sont ouvertes ou déposées.

Pour obtenir la classification IAC-A, le constructeur du poste préfabriqué doit déclarer les côtés de l'appareillage à haute tension qui sont accessibles à l'exploitant.

**NOTE** Le présent document concerne seulement les arcs internes qui se produisent côté haute tension du poste préfabriqué, y compris les interconnexions haute tension (par exemple, entre l'appareillage à haute tension et les transformateurs de puissance). Les arcs internes qui se produisent dans les transformateurs de puissance ou l'appareillage à basse tension ne sont pas pris en compte (voir le paragraphe 6.103 pour connaître les raisons de cette exclusion).

Les arcs internes qui se produisent à l'intérieur du poste préfabriqué peuvent se produire en différents emplacements et peuvent provoquer différents phénomènes physiques. Par exemple, l'énergie qui résulte d'un arc développé à l'air libre à l'intérieur du poste préfabriqué ou dans un fluide isolant quelconque à l'intérieur de l'enveloppe de l'appareillage à haute tension provoque une surpression interne et des échauffements locaux qui représentent des contraintes mécaniques et thermiques pour l'enveloppe du poste préfabriqué. En outre, les matériaux impliqués peuvent engendrer des produits de décomposition à température élevée sous forme de gaz ou de vapeur qui peuvent se dégager dans le poste préfabriqué et par la suite à l'extérieur de celui-ci.

La classe de tenue à l'arc interne IAC tient compte de la surpression interne qui agit sur les capots, la ou les portes, le ou les planchers, etc. Elle prend aussi en considération 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, mais pas les dommages engendrés sur les cloisons et les volets internes non accessibles dans les conditions normales d'exploitation.

Les essais d'arcs internes décrits ci-après ont pour but de vérifier l'efficacité de la conception pour la protection des personnes dans le cas d'un arc interne. Ils ne couvrent pas tous les effets qui peuvent constituer un danger, par exemple la présence, après l'anomalie, de gaz avec caractéristiques toxiques potentielles.

Le danger de propagation d'incendie, après un arc interne, à des matériaux ou équipements combustibles placés au voisinage du poste préfabriqué n'est pas couvert par cet essai.

### 7.102.2 Conditions d'essai

Pour être qualifié en classe IAC-A ou IAC-B, un poste préfabriqué doit être soumis à une série d'essais sur l'appareillage à haute tension et, le cas échéant, sur l'interconnexion haute tension. Pour être qualifié en classe IAC-AB, le poste préfabriqué doit être soumis aux séries d'essais pour les classes IAC-A et IAC-B.

Pour les essais exigés, voir la Figure A.4, la Figure A.5, la Figure A.6 et la Figure A.7 qui présentent les principes de sélection des essais et le nombre et le type d'essais correspondants à réaliser.

Tous les dispositifs (par exemple, les relais de protection à détection de lumière d'arc ou les dispositifs de transfert du courant vers un court-circuit métallique) qui peuvent automatiquement ouvrir le circuit avant la fin présumée de l'essai doivent être mis hors service pendant l'essai. Lorsque ces dispositifs font partie intégrante du poste préfabriqué qui empêche de les mettre hors service sans modification de la construction, le poste peut être soumis à l'essai avec le dispositif en service. Le poste doit cependant être qualifié en fonction de la durée réelle de l'arc. Le courant d'essai doit être maintenu pendant la durée de court-circuit assignée du circuit principal.

Dans le cas de postes préfabriqués sans appareillage à haute tension et dont les câbles d'alimentation haute tension sont connectés directement aux traversées du transformateur de puissance, les essais doivent être effectués comme suit:

- un essai triphasé dans le cas de connexions non isolées ou équipées d'une isolation solide créée sur site; Voir l'Article A.6;
- un essai monophasé ou biphasé dans le cas de connexions à prises embrochables. Voir l'Article A.6.

Lorsque le circuit principal du compartiment haute tension en essai inclut des dispositifs limiteurs de courant (par exemple, fusibles), le point d'amorçage de l'arc doit se situer en amont du dispositif limiteur de courant.

### **7.102.3 Disposition de l'appareil**

Les points suivants doivent être respectés:

- les essais doivent être effectués sur un poste préfabriqué non soumis précédemment à un arc, ou, lorsqu'il est soumis à cet arc, le poste doit être dans un état qui n'affecte pas le résultat de l'essai. Toutefois, dans certains cas, les essais peuvent être réalisés dans un local qui simule le poste préfabriqué (voir l'Article A.2);
- le poste préfabriqué doit être complètement équipé. Il est permis d'utiliser des éléments de substitution de composants internes à condition que leur volume et la matière de leur partie externe soient identiques à ceux des éléments d'origine;
- le poste préfabriqué doit être relié à la terre au point de connexion prévu.

### **7.102.4 Procédure d'essai**

La méthode de vérification de la classe de tenue à l'arc interne est définie en l'Article A.6.

### **7.102.5 Conditions de réussite des essais**

#### **7.102.5.1 Poste préfabriqué de classe IAC-A**

Un poste préfabriqué est qualifié en classe IAC-A sous réserve que:

- les cinq critères définis au paragraphe 7.105.5 de l'IEC 62271-200:2021 sont satisfait après chaque essai d'arc interne sur l'appareillage à haute tension (voir la Figure A.4) avec le complément suivant:

Les critères 2 et 3 s'appliquent uniquement au(x) côté(s) accessible(s) de l'appareillage à haute tension déclaré(s) par le constructeur du poste préfabriqué;

NOTE 1 Lorsque la conception du poste préfabriqué comprend sous le plancher un espace de réception des gaz d'échappement, le comportement du plancher est vérifié du point de vue de la sécurité de l'exploitant qui s'y trouve.

- le cas échéant (voir la Figure A.6), les critères suivants sont satisfait après l'essai d'arc sur les interconnexions haute tension.

Critère 1      Les barrières, obstacles ou enveloppes de l'interconnexion haute tension, le cas échéant, ne sont pas déplacés ou déformés au-delà de la position des indicateurs.

Critère 2      Pas de projection de fragments ou autres parties du poste préfabriqué d'une masse de 60 g ou plus chacun(e).

Les objets, d'une masse de 60 g ou plus chacun(e), qui chutent sur le plancher au voisinage immédiat de l'interconnexion haute tension sont acceptés (dans le cas des côtés accessibles, cela signifie entre l'interconnexion haute tension et le support des indicateurs).

Critère 3      L'arc ne crée pas d'ouverture sur le côté accessible de l'enveloppe ou de l'écran de protection, le cas échéant, de l'interconnexion haute tension.

Critère 4	<p>Les indicateurs ne s'enflamment pas sous l'effet de flammes ou de gaz chauds.</p> <p>Lorsque les indicateurs se sont enflammés pendant l'essai, le critère d'évaluation peut être considéré comme satisfait lorsque la preuve est établie que l'inflammation a été engendrée par des particules incandescentes plutôt que par des gaz chauds. Des images prises par des caméras ultrarapides, vidéo ou autre moyen adapté peuvent être utilisées par le laboratoire d'essai pour établir cette preuve.</p> <p>L'inflammation des indicateurs par la brûlure des étiquettes ou de la peinture est également exclue.</p>
Critère 5	<p>Lorsque l'interconnexion haute tension est protégée par une enveloppe connectée à la terre, cette enveloppe reste connectée à son point de mise à la terre. Une inspection visuelle est généralement suffisante pour vérifier la conformité. En cas de doute, la continuité de la connexion de mise à la terre doit être vérifiée selon le paragraphe 7.4.3.</p>

#### 7.102.5.2 Poste préfabriqué de classe IAC-B

Un poste préfabriqué est qualifié en classe IAC-B à condition que les critères suivants soient satisfaits après les essais énumérés à la Figure A.5 pour l'appareillage à haute tension et à la Figure A.7, le cas échéant, pour les interconnexions haute tension.

Critère 1	<p>Les portes et capots, correctement verrouillés du poste préfabriqué ne s'ouvrent pas. Les déformations sont acceptables à condition qu'aucune partie ne se situe aussi loin que la position des indicateurs sur toutes les faces. Il n'est pas nécessaire que le poste préfabriqué satisfasse à son degré de protection IP après l'essai.</p>
Critère 2	<p>Aucune fragmentation de l'enveloppe ne se produit.</p> <p>Pas de projection de fragments ou autres parties du poste préfabriqué d'une masse de 60 g ou plus chacun(e).</p> <p>Les objets, d'une masse de 60 g ou plus chacun(e), qui chutent sur le plancher au voisinage immédiat du poste préfabriqué sont acceptés (dans le cas des côtés accessibles, cela signifie entre le poste préfabriqué et le support des indicateurs).</p>
Critère 3	<p>L'arc ne crée pas d'ouverture dans les surfaces accessibles de l'enveloppe à l'emplacement des indicateurs selon le paragraphe A.3.2 b).</p>
Critère 4	<p>Les indicateurs ne s'enflamment pas sous l'effet de gaz chauds ou de liquides brûlants.</p> <p>Si les indicateurs commencent à brûler pendant l'essai, le critère d'évaluation peut être considéré comme satisfait lorsque la preuve est établie que l'inflammation a été engendrée par des particules incandescentes plutôt que par des gaz chauds. Des images prises par des caméras ultrarapides, vidéo ou autre moyen adapté peuvent être utilisées par le laboratoire d'essai pour établir cette preuve.</p> <p>L'inflammation des indicateurs par la brûlure des étiquettes ou de la peinture est également exclue.</p>
Critère 5	<p>L'enveloppe reste connectée à son point de mise à la terre. Une inspection visuelle est généralement suffisante pour établir la conformité. En cas de doute, la continuité de la connexion de mise à la terre doit être vérifiée selon le paragraphe 7.4.3.</p>

#### 7.102.5.3 Poste préfabriqué de classe IAC-AB

Les postes préfabriqués qui satisfont aux exigences des paragraphes 7.102.5.1 et 7.102.5.2 sont qualifiés en classe IAC-AB.

### 7.102.6 Rapport d'essai

Les informations suivantes doivent être indiquées dans le rapport d'essai:

- identification de l'objet d'essai: liste exhaustive des plans et documents d'identification des aspects critiques de la conception par rapport à la ventilation, au refroidissement des gaz et à la trajectoire d'échappement;
- caractéristiques assignées et description du poste préfabriqué, accompagnées d'un plan qui indique les principales dimensions, les informations détaillées relatives à la résistance mécanique, l'installation des dispositifs de décharge de pression et la méthode de fixation de l'appareillage à haute tension au plancher et/ou aux murs;
- type, caractéristiques assignées et ensemble de l'appareillage à haute tension, ainsi qu'une mention spécifique de la classe d'arc interne de l'appareillage à haute tension, le cas échéant;
- type d'interconnexions haute tension;
- distances entre l'appareillage à haute tension et interconnexions haute tension et les portes, capots et ouvertures de ventilation;
- disposition des raccordements d'essai;
- disposition dimensionnelle dans l'espace des composants principaux;
- point et méthode d'amorçage de l'arc interne;
- plans ou photographies du montage d'essai (spécimen d'essai et cadre de montage des indicateurs);
- tension et fréquence appliquées;
- informations relatives au courant présumé ou au courant d'essai:
  - a) valeur efficace de la composante alternative pendant les trois premiers demi-cycles;
  - b) valeur de crête la plus grande;
  - c) valeur efficace moyenne de la composante alternative pendant la durée réelle de l'essai;
  - d) durée d'essai;
- durée de l'arc;
- enregistrement(s) oscillographique(s) qui représente(nt) les courants et les tensions;
- interprétation des résultats d'essai, qui comprend un enregistrement des observations selon le paragraphe 7.102.4;
- photographies de l'échantillon en essai, avant et après l'essai;
- autres commentaires utiles;
- disposition des conduits et de l'espace de décompression au-dessous du plancher lorsqu'utilisé pour les gaz d'échappement.

### 7.102.7 Extension des résultats d'essai

La validité des résultats d'un essai effectué sur un modèle particulier de conception de poste préfabriqué ou sur une partie représentative de celui-ci peut être étendue à un autre (se reporter au paragraphe 7.1) sous réserve que l'essai d'origine soit équivalent ou plus contraignant et que le modèle de conception étudié puisse être considéré comme similaire à celui soumis à l'essai pour toutes les caractéristiques suivantes:

- courant et durée d'arc;
- directions des flux de gaz qui proviennent de l'arc interne;
- dimensions et implantation du poste préfabriqué;
- structure et résistance de l'enveloppe, du plancher et des cloisons, le cas échéant;
- ouvertures de ventilation;
- performances du dispositif de décharge de pression, le cas échéant.

Le lecteur peut se reporter à l'IEC TR 62271-312 [17] pour des recommandations concernant l'extension des essais de type.

### **7.103 Mesurage ou calcul des champs électromagnétiques**

Des recommandations générales concernant le mesurage ou le calcul des champs électromagnétiques dans les postes préfabriqués haute tension/basse tension sont fournies dans l'IEC TR 62271-208:2009 [16].

## **8 Essais individuels de série**

L'Article 8 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable, avec les compléments et les exceptions suivants.

### **8.1 Généralités**

Le paragraphe 8.1 de l'IEC 62271-1:2017 s'applique, avec le complément suivant.

Les essais individuels de série doivent être réalisés sur chaque poste préfabriqué complet ou sur chaque unité de transport et dans toute la mesure du possible, dans les locaux du constructeur, afin de vérifier que le produit est conforme à l'équipement sur lequel l'essai de type a été effectué.

Chaque composant doit au préalable être soumis à des essais individuels de série conformément à leur norme IEC de composants correspondante, et les essais et vérifications individuels de série suivants s'appliquent pour l'assemblage:

- un essai diélectrique sur l'interconnexion haute tension selon le paragraphe 8.2;
- un essai sur les circuits auxiliaires et de commande selon le paragraphe 8.3;
- le mesurage de la résistance du circuit principal selon le paragraphe 8.4;
- des contrôles visuels et de conception selon le paragraphe 8.6;
- des essais fonctionnels selon le paragraphe 8.101;
- un essai après assemblage sur site selon le paragraphe 8.102.

### **8.2 Essai diélectrique sur le circuit principal**

Un essai de tension à la fréquence industrielle doit être réalisé selon le paragraphe 8.2 de l'IEC 62271-1:2017 sur l'interconnexion haute tension entre l'appareillage à haute tension et le transformateur de puissance.

Lorsque les interconnexions haute tension préfabriquées sont soumises à des essais individuels de série séparément comme un sous-ensemble du poste préfabriqué, un essai à fréquence industrielle n'est pas nécessaire.

### **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 circuits et 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 le texte suivant.

Un essai fonctionnel doit être réalisé afin de démontrer le fonctionnement des circuits auxiliaires et de commande (y compris les verrouillages électriques selon le paragraphe 6.12) avec les autres parties de l'ensemble de poste préfabriqué.

Les essais doivent être réalisés avec les valeurs limites supérieures et inférieures de la tension d'alimentation, définies au paragraphe 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 le complément suivant.

En l'absence d'essai au courant permanent pour la configuration soumise à l'essai, les conditions de l'essai et les limites des valeurs de résistance doivent être indiquées par le constructeur du poste préfabriqué.

### **8.5 Essai d'étanchéité**

Le paragraphe 8.5 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas à l'ensemble de poste préfabriqué.

### **8.6 Contrôles visuels et de conception**

Le paragraphe 8.6 de l'IEC 62271-1:2017 est remplacé par le texte suivant.

L'ensemble de poste préfabriqué doit être contrôlé afin de vérifier sa conformité à la spécification d'achat, le cas échéant.

### **8.101 Autres essais fonctionnels**

Par suite du chargement, du transport, du stockage et du déchargement sur site du poste préfabriqué, des essais fonctionnels des produits et des ensembles doivent être effectués afin d'assurer un fonctionnement correct conformément à une liste définie dans les instructions d'utilisation du constructeur telles que spécifiées au paragraphe 11.3.7.

Les dispositifs de verrouillage conformes au paragraphe 6.12, qui sont verrouillés afin d'assurer la séquence correcte de l'exploitation des équipements, doivent être soumis à un essai de démonstration de fonctionnement.

La continuité électrique des circuits de mise à la terre de l'ensemble de poste préfabriqué doit être vérifiée par inspection visuelle ou lorsque la pratique ne permet pas ce type d'inspection, par le contrôle de continuité électrique décrit au paragraphe 7.4.3.

### **8.102 Essais après assemblage sur site**

Les postes préfabriqués déjà soumis à un essai individuel de série, et qui sont démontés partiellement pour le transport puis assemblés sur site, doivent être soumis à un nouvel essai effectué sur les parties et les connexions assemblées sur site afin d'assurer un fonctionnement correct selon les paragraphes 8.2, 8.3.2, 8.3.3, 8.3.4, 8.4 et 8.101.

De plus, tous les essais individuels de série de l'Article 8, qui n'ont pas été réalisés dans les locaux du constructeur, doivent être réalisés sur site.

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

L'Article 9 de l'IEC 62271-1:2017 est remplacé par les paragraphes suivants:

### **9.101 Généralités**

Les postes préfabriqués peuvent être construits sous différentes formes qui ont évolué en fonction des modifications technologiques et des exigences fonctionnelles. Le choix des postes préfabriqués implique essentiellement l'identification des exigences fonctionnelles pour l'installation de service qui satisfait au mieux à ces exigences.

Il convient que ce type d'exigence tienne compte de la législation applicable et des règlements de sécurité des utilisateurs.

Le Tableau 5 résume les éléments à prendre en considération pour spécifier les postes préfabriqués.

Des variations soudaines de l'humidité et/ou la température de l'air peuvent entraîner une condensation d'eau. En cas de persistance de la condensation à l'intérieur du poste préfabriqué malgré les précautions prises, par exemple, celles mentionnées à l'Annexe C de l'IEC TS 62271-304:2019 [3], l'installation d'un appareillage sous enveloppe de classe 1:  $C_L P_0$  ou de classe 2:  $C_H P_0$  conformément à l'IEC TS 62271-304:2019 [3], spécifiée respectivement pour des conditions de service d'intérieur avec une "condensation non fréquente", c'est-à-dire pas plus de deux fois par mois, ou avec une "condensation fréquente", c'est-à-dire plus de deux fois par mois, peut être une solution qui permet de réduire le vieillissement de l'isolation et des mécanismes de l'appareillage du fait d'une condensation interne.

Pour l'installation du poste préfabriqué dans un air ambiant pollué, il convient de spécifier la catégorie de corrosivité de l'atmosphère conformément à l'ISO 9223 [19] pour la vitesse de corrosion observée par le passé ou estimée au cours de la première année, et conformément à l'ISO 9224 [20] pour les vitesses moyennes de corrosion tout au long de la durée de vie prévue dans de telles conditions de service. De plus, il convient d'indiquer le ou les principaux polluants, la concentration et/ou le dépôt, ainsi que la durée de persistance de l'humidité (heures/an). Il convient d'évaluer ces paramètres et la catégorie de corrosivité pour les conditions de service internes au poste préfabriqué.

### **9.102 Choix des valeurs assignées**

Pour une exigence de service donnée, le poste préfabriqué est choisi en prenant en considération les valeurs assignées spécifiques de ses composants, exigées par les conditions en charge normale et dans le cas de conditions de défaut.

Il est souhaitable de choisir les valeurs assignées selon le présent document compte tenu des caractéristiques du réseau et de ses extensions présumées. La liste complète des caractéristiques assignées est indiquée à l'Article 5. Les autres paramètres tels que les conditions atmosphériques et climatiques locales et l'utilisation à des altitudes de plus de 1 000 m doivent aussi être pris en considération.

### **9.103 Choix de la classe d'enveloppe**

La classe d'enveloppe est choisie en fonction de la température (moyenne) de l'air ambiant sur le site, du facteur de charge et des limites d'échauffement du transformateur de puissance. L'Annexe D peut être utilisée pour déterminer la classe d'enveloppe ou le facteur de charge du transformateur de puissance. Elle donne des exemples qui permettent de démontrer les relations et les restrictions entre la classe d'enveloppe, le facteur de charge et la température de l'air ambiant pour les limites normales d'échauffement comme cela est défini dans l'IEC 60076-2:2011 et l'IEC 60076-11:2018. Pour des conditions de charges variables, un facteur de correction peut être appliqué conformément à l'IEC 60076-7:2018 ou à l'IEC 60076-12:2008.

Les informations fournies par le constructeur sur la classe d'enveloppe pour un poste préfabriqué spécifique sont fondées sur l'essai de type du poste avec ses grilles de ventilation bien déterminées et avec application de manière continue de sa puissance assignée et des pertes totales associées du transformateur de puissance qui ne dépassent pas ses limites d'échauffement (selon le paragraphe 7.5).

Cette condition de pleine charge en permanence peut être plus contraignante et diverger significativement du cycle de charge prévu en service. Dans ce cas, la ventilation peut être inutilement excessive en comparaison avec celle exigée pour éviter toute surchauffe du transformateur de puissance.

Pour réduire tout effet secondaire indésirable potentiel de cette sur-spécification (par exemple, coût, danger excessif de pollution du matériel), l'utilisateur, après une évaluation des conditions de service prévues, peut spécifier une classe de température d'enveloppe supérieure avec une ventilation moindre pour les mêmes caractéristiques assignées et les mêmes pertes. L'utilisateur peut également spécifier une classe de température plus élevée lorsque la puissance exigée et les pertes totales associées du transformateur de puissance sont plus basses que celles de la version soumise aux essais de type.

Il convient que ces écarts/modifications comparés aux résultats des essais de type fassent l'objet d'une discussion avec le constructeur du poste préfabriqué.

NOTE 1 La vitesse de vieillissement du transformateur de puissance augmente avec sa température conformément à l'Article 6 de l'IEC 60076-7:2018 et à l'Article 5 de l'IEC 60076-12:2008.

NOTE 2 L'échauffement à l'intérieur du poste préfabriqué peut affecter les performances des parties de l'appareillage à haute tension. Par exemple, le guide d'application des fusibles (IEC TR 62655 [21]) est utilisé.

NOTE 3 L'augmentation de la température de l'air à l'intérieur du poste préfabriqué peut affecter les équipements sensibles à la température (le matériel électronique, par exemple) installés dans ce poste. Dans ce cas, des mesures peuvent être prises selon les instructions d'utilisation du fournisseur des équipements sensibles à la température.

### **9.104 Défaut d'arc interne**

#### **9.104.1 Généralités**

Lors du choix d'un poste préfabriqué, il convient de tenir dûment compte du risque associé aux défauts d'arc interne, dans le but d'assurer un niveau de protection acceptable pour les exploitants et pour le grand public.

Cette protection est réalisée par réduction du risque à un niveau tolérable. Conformément au Guide ISO/IEC 51:2014 [22], le risque est la combinaison de la probabilité d'occurrence d'un dommage et de sa sévérité (se reporter à l'Article 5 du Guide ISO/IEC 51:2014 [22] sur le concept de sécurité).

Par conséquent, il convient de choisir un poste préfabriqué approprié, par rapport à un défaut interne potentiel qui entraîne un arc, par application d'une procédure qui permet d'atteindre un niveau de risque tolérable. Une telle procédure est décrite à l'Article 6 du Guide ISO/IEC 51:2014 [22]. Cette procédure est fondée sur l'hypothèse selon laquelle l'utilisateur a un rôle à jouer dans la réduction du risque.

### **9.104.2 Causes et mesures préventives**

L'expérience indique que la probabilité de défauts est plus grande en certains emplacements à l'intérieur d'une enveloppe que dans d'autres. À titre de recommandations, le Tableau 3 donne une liste d'emplacements pour lesquels l'expérience indique une plus grande probabilité d'occurrence des défauts. Il donne aussi les causes possibles des défaillances et les mesures possibles pour diminuer la probabilité d'arcs internes.

### **9.104.3 Mesures de protection supplémentaires**

La première mesure de protection, lorsque le risque d'un défaut d'arc interne n'est pas négligeable, est de spécifier des postes préfabriqués de classe 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.

Exemples de ces mesures:

- temps d'élimination rapide du défaut par l'utilisation de capteurs sensibles à la lumière, à la pression ou la chaleur ou par une protection différentielle par jeu de barres;
- manœuvre à distance;
- dispositifs de décharge de pression, enveloppe résistant à la pression (y compris les portes, les planchers, les grilles de ventilations, etc.);
- application d'une protection de transformateur de puissance avec un disjoncteur individuel ou des fusibles appropriés combinés aux appareils de connexion limitant le courant coupé et la durée du défaut;
- contrôle du flux de gaz et/ou utilisation de moyens de refroidissement du flux de gaz.

**Tableau 3 – Emplacements, causes et exemples de mesures de diminution de la probabilité d'arcs internes**

<b>Emplacements auxquels la probabilité d'occurrence de défauts d'arc interne est la plus grande (1)</b>	<b>Emplacements auxquels la probabilité d'occurrence de défauts d'arc interne est la plus grande (2)</b>	<b>Exemples de mesures préventives possibles (3)</b>
Compartiments des connexions haute tension	Conception inadéquate	Choix des dimensions adéquates Utilisation des matériaux appropriés
	Installation défectueuse	Prévention de raccordements de câbles croisés Contrôle de la qualité d'exécution sur site Couple correct
	Défaut d'isolement solide ou liquide (défaillance ou absence)	Contrôle de la qualité d'exécution et/ou essai diélectrique sur site Vérification régulière du niveau des liquides, le cas échéant
Sectionneurs Interrupteurs Sectionneurs de terre	Fausse manœuvre	Verrouillages Réouverture retardée Manœuvre manuelle indépendante Pouvoir de fermeture sur court-circuit pour les interrupteurs et sectionneurs de terre Instructions au personnel
Connexions boulonnées et contacts	Corrosion	Utilisation de revêtements et/ou graisse anticorrosion. Utilisation de placage Enrobage, si possible Chauffage supplémentaire pour éviter la condensation.
	Assemblage défectueux	Contrôle de la qualité d'exécution par une méthode appropriée Couple correct Moyens de verrouillage appropriés
	Pendant l'embrochage ou le débrochage des parties débrochables, par exemple, du fait du changement d'état du diélectrique associé à un dommage ou une déformation des contacts et/ou volets embrochables	Contrôle de la qualité d'exécution sur site
Transformateurs de mesure	Ferrorésonance	Prévention de ces influences électriques par une conception adaptée du circuit
	Court-circuit côté basse tension des transformateurs de tension	Prévention des courts-circuits par des moyens appropriés par exemple, capots de protection, fusibles basse tension
Disjoncteurs	Maintenance insuffisante	Maintenance régulière programmée. Instructions au personnel
Tous emplacements	Erreur commise par le personnel	Limitation d'accès par compartimentage Enrobage isolant des parties actives Instructions au personnel
	Vieillissement diélectrique et/ou contraintes thermiques	Essais individuels de série en décharge partielle Couple correct sur les interconnexions Réduction de l'influence thermique du rayonnement solaire
	Pollution, humidité, pénétration de poussière, parasites, etc.	Mesures assurant que les conditions de service spécifiées sont respectées (se reporter à l'Article 4) Utilisation de compartiments haute tension à remplissage de gaz
	Surtensions	Protection contre la foudre Coordination de l'isolement appropriée Essais diélectriques sur site
Interconnexions	Défaillance d'isolement	Utilisation des distances d'isolement appropriées entre phases ainsi qu'entre phases et terre Utilisation d'interconnexions isolées, à écran relié à la terre de préférence

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

Lors du choix du poste préfabriqué, il convient que l'utilisateur prenne en considération les caractéristiques du réseau, les procédures d'exploitation, les conditions de service et la protection des personnes et du public (le cas échéant). Il convient également de prendre en considération le fait que les postes préfabriqués ne sont pas tous de classe IAC.

Pour choisir un poste préfabriqué approprié en fonction des arcs internes, les critères suivants peuvent être utilisés:

- lorsque le risque est considéré comme négligeable, un poste préfabriqué classé IAC n'est pas nécessaire;
- lorsque le risque est considéré comme significatif, il convient d'utiliser un poste préfabriqué classé IAC.

Dans le second cas, il convient que le choix tienne compte du niveau maximal de courant prévisible et de la durée du défaut, comparés aux valeurs assignées de l'équipement soumis à l'essai. De plus, il convient de suivre les instructions d'utilisation du constructeur (se reporter à l'Article 11). En particulier, la position du personnel pendant un phénomène d'arc interne est importante. Dans le cas des postes préfabriqués à aire de manœuvre, il convient que le constructeur indique quelles aires du poste préfabriqué sont classées comme accessibles pendant un phénomène d'arc interne, selon la classe de tenue à l'arc interne vérifiée par essai. Il convient par ailleurs que l'utilisateur suive scrupuleusement ces instructions, lorsqu'il s'agit de permettre au personnel de pénétrer dans une zone non déclarée comme accessible, ce qui peut entraîner des blessures occasionnées au personnel.

La protection des personnes en cas d'arc interne, dans les conditions normales d'exploitation définies au paragraphe 7.102.1, ne concerne pas seulement la conception et la classification IAC de l'appareillage, mais dépend également des conditions d'installation. L'énergie d'arc qui résulte d'un arc développé à l'intérieur de l'appareillage à haute tension ou dans l'interconnexion haute tension provoque une surpression interne et un échauffement local qui engendrent des contraintes mécaniques et thermiques pour l'enveloppe du poste préfabriqué. En outre, les matériaux impliqués génèrent des produits de décomposition à température élevée sous forme de gaz ou de vapeur, qui peuvent se dégager à l'intérieur ou à l'extérieur du poste préfabriqué. De ce point de vue, une évacuation immédiate et une ventilation ultérieure de l'enveloppe du poste préfabriqué avant de pénétrer de nouveau sur le site sont exigées, et il convient de prendre des mesures appropriées pour l'installation sur le site.

#### **9.104.5 Classe de tenue à l'arc interne**

La classe de tenue à l'arc interne (ou classification IAC) procure un niveau de protection des personnes vérifié par essai dans les conditions normales d'exploitation du poste préfabriqué. Cette classification ne couvre pas la protection des personnes dans des conditions de maintenance.

Dans le cas où la classification IAC est démontrée au moyen d'essais, selon le paragraphe 7.102, le poste préfabriqué est désigné de la façon suivante:

- Généralités: classification IAC;
- Accessibilité: A, B ou AB;
- Valeurs assignées: courant de défaut d'arc en kiloampères (kA), et durée en secondes (s). Des valeurs monophasées peuvent être affectées au poste préfabriqué, qui comporte un ou plusieurs compartiments haute tension, dont la construction empêche l'arc d'évoluer en polyphasé, comme le démontre l'essai d'arc interne. La relation entre la mise à la terre du neutre et le courant de défaut d'arc monophasé phase-terre est donnée dans le Tableau 4. Il convient que les utilisateurs spécifient une caractéristique assignée de courant de défaut d'arc monophasé phase-terre lorsqu'ils exigent une valeur supérieure à 87 % de la caractéristique assignée triphasée ou peuvent accepter une valeur inférieure, en fonction de la mise à la terre du neutre.

Pour les trois classes, il est important de réaliser que les essais pour la classe de tenue à l'arc interne se rapportent à une configuration donnée du poste préfabriqué pour le type de connexion et la position du transformateur de puissance, ainsi que des appareillages à haute tension et à basse tension. Le résultat de l'essai dépend également du type d'appareillage, de ses caractéristiques assignées et de son implantation spécifique à l'intérieur du poste préfabriqué.

Le choix d'un type de conception à classe d'arc interne restreint le choix de l'appareillage utilisé dans le poste préfabriqué.

Lorsqu'un essai de type d'arc interne a été effectué sur un poste préfabriqué d'une certaine conception de référence, l'attribution de la même classe de tenue à l'arc interne à un poste préfabriqué donné de la même conception de référence, et fabriqué ultérieurement, exige qu'elle satisfasse à la disposition spatiale des composants principaux, des capots, des portes, des ouvertures de ventilation et de la division en compartiments de l'unité soumise à l'essai de type d'arc interne. Toutefois, les différences dues aux modifications d'ordre technologique ou aux exigences fonctionnelles peuvent être évaluées par référence à la transférabilité des résultats de l'essai de type (voir aussi 7.102.7).

**Tableau 4 – Courant de défaut d'arc monophasé phase-terre  
en fonction de la mise à la terre du neutre du réseau**

Type de mise à la terre du neutre du réseau	Courant de défaut d'arc monophasé phase-terre
Neutre isolé	Jusqu'à 87 % du courant de défaut d'arc triphasé assigné
Neutre relié à la terre par impédance	100 % du courant de défaut d'arc monophasé assigné phase-terre
Neutre directement raccordé à la terre	100 % du courant de défaut d'arc triphasé assigné

NOTE 1 Si le courant de défaut d'arc monophasé assigné phase-terre couvre la condition de neutre directement raccordé à la terre, toutes les autres conditions de mise à la terre du réseau sont également couvertes.

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 appareillage soumis à un défaut monophasé phase-terre. Par conséquent, cette condition est parfois non applicable, et l'utilisateur peut spécifier une caractéristique assignée réduite de courant de défaut d'arc monophasé phase-terre.

### 9.105 Résumé des exigences techniques et des caractéristiques assignées

Le Tableau 5 fournit un résumé des exigences techniques, des propriétés et des caractéristiques assignées propres au poste préfabriqué.

**Tableau 5 – Résumé des exigences techniques, des propriétés et des caractéristiques assignées propres aux postes préfabriqués**

Information	Unité	Paragraphe ou article du présent document	Norme de référence	Échanges d'informations au cours d'appels d'offres (E), de commandes (O) et d'offres (T) <sup>b</sup>	
				Information	Phase de vie
<b>Informations détaillées du réseau</b>					
Réseau		Utilisateur IEC 61936-1	Haute tension: IEC 62271-1:2017		E-O
Tension nominale du réseau	kV				
Tension la plus élevée d'un réseau	kV				
Fréquence	Hz				
Mise à la terre du neutre du réseau					
Schéma des circuits					
<b>Conditions de service</b>					
Température de l'air ambiant:		Article 4	IEC 60721-2-4:2018		E-O-T
Moyenne	°C				
Minimale	°C				
Maximale	°C				
Altitude	m				
Pression de vapeur d'eau					
Moyenne	kPa				
Moyenne	kPa				
Rayonnement solaire	W/m <sup>2</sup>				
Pollution	Niveau				
Classification des appareillages à haute tension pour des conditions spéciales de service	classe	IEC TS 62271-304:2019	IEC 62271-1:2017		E-O-T si différent de C <sub>0</sub> P <sub>0</sub>
Couche de glace	mm				
Poussière balayée par le vent	mg/m <sup>3</sup>				
	m/s				
Sable balayé par le vent	mg/m <sup>3</sup>				
	m/s				
Vent	m/s				
Charge de neige sur le toit	N/m <sup>2</sup>				
Risque de tremblements de terre	SL1/SL2				
Risque d'autres vibrations					
Perturbations électromagnétiques induites dans les circuits auxiliaires et de commande	kV	Article 4	IEC 62271-1:2017		E-O-T le cas échéant
Pollution		4.2.3 9.101	IEC 62271-202		

Information	Unité	Paragraphe ou article du présent document	Norme de référence	Échanges d'informations au cours d'appels d'offres (E), de commandes (O) et d'offres (T) <sup>b</sup>	
				Information	Phase de vie
<b>Caractéristiques assignées et propriétés du poste préfabriqué</b>					
Haute tension assignée	kV	5.2	IEC 62271-1-2017		E-O-T
Basse tension assignée	V		IEC 61439-1 et IEC 60947-1		
Tensions assignées pour les enroulements du transformateur de puissance (HT/BT, HT/HT)	kV/kV		IEC 60076-1:2011		
Nombre de phases		10.1	IEC 62271-202		E-O-T
Type de mise à la terre du neutre du réseau haute tension			Utilisateur		
Courant de défaut de terre maximal présumé	kA		IEC 62271-202		
Type de mise à la terre du neutre du réseau basse tension			Utilisateur		
Courant de défaut de terre maximal présumé	kA		IEC 62271-202		
Puissance assignée du poste préfabriqué		5.101.1	IEC 62271-202		E-O-T le cas échéant
Puissance assignée la plus élevée	kVA		IEC 62271-202		
Pertes assignées du transformateur de puissance	W		IEC 60076-1:2011 IEC 60076-11:2018 IEC 60076-2:2011		
Limites d'échauffement du transformateur de puissance	K				
Niveau de bruit	dB	Annexe B	IEC 60076-10:2016		E-O-T le cas échéant
Classe d'enveloppe	classe	5.101.2	IEC 62271-202		E-O-T
Facteur de charge du transformateur de puissance	% $I_r$	3.7.103	IEC 60076-7:2018 IEC 60076-12:2008		
Classe de tenue à l'arc interne	IAC	6.103	IEC 62271-202		E-O-T le cas échéant
Classification	IAC-A IAC-B IAC-AB				
Courant de défaut d'arc	kA				
Durée de défaut d'arc	s				

Information	Unité	Paragraphe ou article du présent document	Norme de référence	Échanges d'informations au cours d'appels d'offres (E), de commandes (O) et d'offres (T) <sup>b</sup>	
				Information	Phase de vie
Niveaux d'isolation assignés (haute tension)		5.3	IEC 62271-1:2017		E-O-T
Tension de tenue de courte durée à fréquence industrielle assignée ( $U_d$ )	kV				
Valeur commune	kV				
Sur la distance de sectionnement	kV				
Tension de tenue aux chocs de foudre assignée ( $U_p$ )	kV				
Valeur commune	kV				
Sur la distance de sectionnement	kV				
Niveaux d'isolation assignés (basse tension)					
Tension de tenue de courte durée à fréquence industrielle assignée ( $U_d$ )	kV				
Valeur commune	kV				
Sur la distance de sectionnement	kV	5.4	IEC 61439-1 IEC 60947-1		E-O-T
Tension de tenue aux chocs de foudre assignée ( $U_p$ )	kV				
Valeur commune	kV				
Sur la distance de sectionnement	kV				
Fréquence assignée ( $f_r$ ) Haute tension	Hz			IEC 62271-1:2017	
Fréquence assignée ( $f_r$ ) Basse tension	Hz		IEC 61439-1 IEC 60947-1		

Information	Unité	Paragraphe ou article du présent document	Norme de référence	Échanges d'informations au cours d'appels d'offres (E), de commandes (O) et d'offres (T) <sup>b</sup>	
				Information	Phase de vie
Courant permanent assigné ( $I_r$ )		5.5	IEC 62271-1:2017		E-O-T
Appareillage à haute tension					
Arrivée	A				
Jeu de barres	A				
Départ	A				
Interconnexion entre haute tension et transformateur de puissance	A				
Appareillage à basse tension	A		IEC 61439-1		
Arrivée					
Jeu de barres	A				
Départs basse tension	A				
Circuits auxiliaires	A				
Courant de courte durée admissible assigné ( $I_k$ )	kA	5.6	IEC 62271-1:2017		
Haute tension					
Basse tension					
Circuit de terre					
Valeur de crête du courant admissible assigné ( $I_p$ )	kA	5.7	IEC 62271-1:2017		
Haute tension					
Basse tension					
Circuit de terre					
Durée de court-circuit assignée ( $t_k$ )	s	5.8	IEC 62271-1:2017		
Haute tension					
Basse tension					
Transformateur de puissance					
Circuit de terre	s		IEC 60076-5:2006 IEC 60076-11:2018		
Tension assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires et de commande ( $U_a$ ) pour les dispositifs haute tension et basse tension	V	5.9	IEC 62271-1:2017 IEC 61439-1		
Fermeture et déclenchement					
Indication					
Contrôle					
Fréquence assignée d'alimentation des dispositifs de fermeture et d'ouverture et des circuits auxiliaires	Hz	5.1	IEC 62271-1:2017		
Haute tension					
Basse tension					

Information	Unité	Paragraphe ou article du présent document	Norme de référence	Échanges d'informations au cours d'appels d'offres (E), de commandes (O) et d'offres (T) <sup>b</sup>	
				Information	Phase de vie
<b>Conception et construction du poste préfabriqué <sup>a</sup></b>					
Degrés de protection:		6.14	IEC 60529:1989, IEC 60529:1989/ AMD1:1999 et IEC 60529:1989/ AMD2:2013		E-O-T
Enveloppe avec portes fermées					
Compartiment de l'appareillage à basse tension (lorsque différent)					
Degré de protection du compartiment de l'appareillage à haute tension (lorsque différent)					
Degré de protection du compartiment du transformateur de puissance (lorsque différent)					
Type de composant:		Article 1	Utilisateur (par exemple, appareillage de type à isolation à l'air ou au gaz, transformateur de puissance immergé dans un liquide)		
Appareillage à haute tension					
Appareillage à basse tension					
Transformateur de puissance					
ECEPD					
Type de poste préfabriqué:		A.3.2	Utilisateur		E-O-T le cas échéant
Manœuvré de l'intérieur					
Manœuvré de l'extérieur					
Au niveau du sol					
Partiellement sous le niveau du sol					
Sous le niveau du sol					
Valeurs assignées du ou des transformateurs de puissance		5.101	IEC 60076-1:2011 IEC 60076-11:2018		E-O-T le cas échéant
Puissance	kVA				
Pertes en charge $P_{cu}$	W				
Pertes à vide $P_0$	W				
Impédance de court-circuit	%				
Type immergé dans un liquide ou type sec					
Matériaux de l'enveloppe		6.104.2.2	IEC 62271-202 et informations relatives aux essais le cas échéant		E-O-T
Traitement de surface de l'enveloppe		10.1			
Énergie d'impact mécanique	J	7.101.3	Annexe C		
Contraintes mécaniques par		6.101 10.1			
charge de neige sur le toit	N/m <sup>2</sup>		IEC 62271-202		
charges sur le toit	N/m <sup>2</sup>		IEC 62271-202		
pression du vent	N/m <sup>2</sup>		IEC 62271-1:2017		

Information	Unité	Paragraphe ou article du présent document	Norme de référence	Échanges d'informations au cours d'appels d'offres (E), de commandes (O) et d'offres (T) <sup>b</sup>	
				Information	Phase de vie
Masses					
Masse de chaque unité de transport	kg				T
Masse totale du poste préfabriqué	kg				
Plan général de l'enveloppe					
Disposition du matériel électrique					E-O en cas d'exigence maximale T
Longueur maximale	mm				
Largeur maximale	mm				
Hauteur totale	mm				
Longueur au niveau du sol	mm				
Largeur au niveau du sol	mm				
Hauteur au-dessus du niveau du sol	mm				
Entrées des connexions externes	mm				
Espace libre de chaque côté					E-O en cas d'exigence minimale T le cas échéant
Volume du réservoir de rétention (le cas échéant)	m <sup>3</sup>				
Dimension maximale admissible du transformateur de puissance					
Longueur maximale	mm				
Largeur maximale	mm				
Hauteur maximale	mm				
Instructions d'utilisation					
Exploitation et maintenance					
Exigences de transport et d'installation					

<sup>a</sup> Certaines informations peuvent être couvertes par la réglementation locale telle que les codes de construction.

<sup>b</sup> Pour les appels d'offres (E - enquiries), les offres (T - tenders) et les commandes (O - orders), les champs vides de la colonne "Information" du Tableau 5 sont destinés à être remplis avec une valeur ou une classification, soit par l'utilisateur qui exprime une exigence, soit par le constructeur qui fournit des informations relatives à la capacité du poste ou de ses équipements.

## 10 Informations à donner dans les appels d'offres, les offres et les commandes (informative)

### 10.1 Généralités

Le paragraphe 10.1 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas et est remplacé par le suivant.

L'Article 10 énumère les renseignements qui sont nécessaires pour permettre à l'utilisateur d'effectuer un appel d'offres approprié pour un poste préfabriqué et au fournisseur de remettre une offre appropriée. Voir aussi le Tableau 5 qui résume les exigences techniques, les propriétés et les caractéristiques assignées propres au poste préfabriqué avec des références correspondantes.

## 10.2 Informations dans les appels d'offres et les commandes

Le paragraphe 10.2 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas.

Lorsqu'un poste préfabriqué est soumis à un appel d'offres ou fait l'objet d'une commande, il convient de définir l'étendue de la fourniture pour tous les équipements et services. Cette étendue peut inclure la formation, les études techniques et d'implantation et les exigences relatives à la coopération avec le fournisseur. Il convient que le demandeur fournit les informations suivantes:

- a) informations détaillées du réseau. Voir le Tableau 5;
- b) conditions de service. Voir le Tableau 5;
- c) caractéristiques assignées et propriétés du poste préfabriqué. Voir le Tableau 5 pour toute disposition de conception particulière comme le choix du circuit de mise à la terre (se reporter à l'Annexe E), l'acceptabilité de l'utilisation, le cas échéant, de l'enveloppe comme partie du réseau de mise à la terre (se reporter à 5.3), les types de systèmes de verrouillage, les étiquettes, etc.

En plus de ces éléments, il convient que le demandeur indique toute condition qui peut affecter l'offre ou la commande, comme les conditions particulières de montage ou d'installation (par exemple, voisinage de murs à proximité, implantation en talus, éléments susceptibles d'affecter la ventilation, le traitement des gaz d'échappement, les dimensions particulières, etc.), l'emplacement des connexions externes haute tension, les réglementations locales en matière d'incendie et de bruit, et la durée de vie prévue. Il convient d'indiquer si des essais de type spéciaux sont exigés.

## 10.3 Informations avec les offres

Le paragraphe 10.3 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas et est remplacé par le suivant:

Il convient que les informations suivantes soient fournies par le constructeur, avec les notices descriptives et les plans:

- a) les valeurs assignées et caractéristiques telles qu'énumérées aux points b) et c) du paragraphe 10.2;
- b) sur demande, la liste des certificats ou rapports d'essais de type, avec la justification du choix des essais d'arc interne pour la classe IAC-A ou IAC-B ou IAC-AB, le cas échéant. La liste doit contenir les essais de type réalisés sur les principaux composants électriques (appareillage à haute tension, transformateur de puissance et appareillage à basse tension);
- c) les caractéristiques de construction. Voir le Tableau 5;
- d) la liste des pièces de rechange recommandées qu'il convient que l'utilisateur fournis sur demande;
- e) les caractéristiques des éléments de remplacement, par exemple, tube(s) d'éclairage de l'installation d'éclairage (le cas échéant);

NOTE Certaines réglementations nationales incluent les règles relatives à l'éclairage dans les postes.

- f) une déclaration selon laquelle le poste préfabriqué est conforme au présent document.

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

### **11.1 Généralités**

Le paragraphe 11.1 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas et est remplacé par le suivant:

Il est essentiel que le transport, le stockage et le montage d'un poste préfabriqué ou de ses unités de transport, ainsi que son exploitation et sa maintenance en service, soient effectués conformément aux instructions fournies par le constructeur.

En conséquence, il convient que le constructeur fournit des instructions de transport et de stockage avant la livraison, ainsi que de montage, de manœuvre, de maintenance, de démontage et de mise au rebut d'un poste préfabriqué au plus tard à la livraison. Il convient que les instructions de transport et de stockage soient fournies en temps utile avant la livraison, et que les instructions de montage, de manœuvre, de maintenance, de démontage et de mise au rebut soient fournies au plus tard à la livraison.

NOTE L'IEC/IEEE 82079-1:2019 [25] fournit les principes et les exigences générales pour l'élaboration des informations pour l'utilisation des produits tout au long des différentes phases de vie de la quasi-totalité des produits.

Les normes applicables aux différents composants définissent des règles particulières de transport, de montage, de manœuvre et de maintenance, qu'il convient, le cas échéant, d'inclure dans les instructions générales applicables au poste préfabriqué.

Les informations suivantes sont fournies afin de compléter ces instructions avec indication des informations supplémentaires les plus importantes à fournir par le constructeur du poste préfabriqué.

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

Le paragraphe 11.2 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas et est remplacé par le suivant.

Il convient de prévoir un accord spécial entre le constructeur et l'utilisateur lorsque les conditions de service définies dans la commande ne peuvent pas être garanties pendant le transport, le stockage et le montage. En particulier, il convient de fournir des instructions pour la protection de l'isolation contre une absorption excessive d'humidité ou une pollution irréversible, lorsque les conditions d'environnement avant mise sous tension sont telles que l'enveloppe ne peut pas assurer une protection appropriée.

Il peut également s'avérer nécessaire de fournir des recommandations et/ou des éléments spécifiques afin de fixer les composants tels que l'appareillage et les transformateurs de puissance afin d'éviter les éventuels dommages dus à des vibrations ou à des chocs prévisibles pendant le transport.

### **11.3 Installation**

#### **11.3.1 Généralités**

Le paragraphe 11.3.1 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas et est remplacé par le suivant.

Pour chaque type de poste préfabriqué, il convient que les instructions fournies par le constructeur comprennent au moins 11.3.2, 11.3.3, 11.3.4, 11.3.6 (le cas échéant), 11.3.7 et 11.3.9.

### **11.3.2 Déballage et manutention**

Le paragraphe 11.3.2 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas et est remplacé par le suivant:

La masse et le centre de gravité de chaque unité de transport doivent être déclarés par le constructeur et étiquetés sur chacune de ces unités pendant les phases de manutention.

Des crochets de levage suffisants capables de soulever la masse de transport de chaque unité doivent être prévus comme cela est défini aux paragraphes 6.101 et 7.101.4.

Des instructions d'utilisation du constructeur doivent clairement déterminer la méthode de levage en toute sécurité du poste préfabriqué et la nécessité de retirer les crochets de levage lorsqu'ils ne sont pas adaptés à une utilisation extérieure en permanence.

NOTE L'ISO 17096 [26] fournit des exigences de sécurité pour certains types de fixations de levage à charge suspendue qui peuvent être utilisés pour le levage et/ou la fixation du poste préfabriqué. Il existe d'autres normes de référence spécifiques pour les ancrages et les systèmes de levage pour éléments en béton précontraint, par exemple, norme VDI/BV-BS 6205 [27] ou norme équivalente.

### **11.3.3 Assemblage**

Le paragraphe 11.3.3 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas et est remplacé par le suivant:

Lorsque le poste préfabriqué n'est pas complètement assemblé pour le transport, il convient que toutes ses unités de transport soient clairement repérées, et que les plans d'assemblage de ces unités soient fournis.

### **11.3.4 Montage**

Le paragraphe 11.3.4 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas et est remplacé par le suivant:

Il convient que le constructeur fournis toutes les informations nécessaires qui permettent de réaliser la préparation du site, comme:

- les travaux d'excavation exigés;
- les bornes de mise à la terre externes et la ceinture équipotentielle si cela est nécessaire;
- la position des entrées de câble;
- le raccordement au réseau extérieur de drainage d'eau de pluie, le cas échéant, avec indication de la taille et la disposition de la tuyauterie;
- les moyens spécifiques d'évacuation des gaz pendant un arc interne, lorsque cela est exigé pour la classification IAC.

Au-delà de ces éléments, il convient que le constructeur indique toute autre condition ou restriction considérée comme nécessaire à une installation et/ou une exploitation correctes du poste préfabriqué.

### **11.3.5 Raccordements**

Le paragraphe 11.3.5 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

### **11.3.6 Informations relatives au gaz et aux mélanges de gaz pour les systèmes à pression entretenue et à pression autonome**

Le paragraphe 11.3.6 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

### **11.3.7 Inspection finale de l'installation**

Le paragraphe 11.3.7 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable, avec le complément suivant.

Instructions pour l'inspection et l'essai du poste préfabriqué après son installation et son raccordement dont il convient qu'elles incluent au moins une liste des essais recommandés, réalisés sur le site.

### **11.3.8 Données d'entrée de base fournies par l'utilisateur**

Le paragraphe 11.3.8 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

### **11.3.9 Données d'entrée de base fournies par le constructeur**

Le paragraphe 11.3.9 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable.

## **11.4 Instructions de fonctionnement**

Le paragraphe 11.4 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable, avec le complément suivant.

Outre les instructions d'exploitation particulières de chaque composant, le constructeur du poste préfabriqué doit fournir les informations complémentaires suivantes:

- une liste des moyens ou outils spéciaux éventuels fournis à des fins de sécurité, et leurs instructions d'utilisation;
- le fonctionnement des ouvertures de ventilation (lorsqu'elles sont réglables).

## **11.5 Maintenance**

Le paragraphe 11.5 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable, avec le complément suivant.

Le constructeur doit fournir un manuel de maintenance qui contient au moins les informations suivantes:

- instructions de maintenance complète pour les composants, selon les exigences des normes applicables;
- instructions de maintenance de l'enveloppe, le cas échéant, y compris la périodicité et la procédure de maintenance.

## **12 Sécurité**

L'Article 12 de l'IEC 62271-1:2017 ne s'applique pas et est remplacé comme suit:

### **12.101 Généralités**

Les postes préfabriqués haute tension/basse tension procurent aux exploitants et au grand public le degré de protection spécifié seulement quand ils sont installés et exploités conformément aux instructions du constructeur. En complément, l'utilisateur peut établir des procédures spécifiques pour l'installation et l'exploitation.

Les aspects de sécurité des composants sont couverts par les normes de produits correspondantes.

Les paragraphes 12.102 à 12.105 décrivent des caractéristiques supplémentaires qui assurent la protection des exploitants et du grand public contre différents dangers lors de l'utilisation normale du poste préfabriqué, comme cela est prévu par le constructeur.

### **12.102 Aspects électriques**

- Mise à la terre (contact indirect) (voir le paragraphe 6.3).
- Codification IP (contact direct) (voir le paragraphe 6.14).

### **12.103 Aspects mécaniques**

- Contraintes mécaniques (voir le paragraphe 6.101).

### **12.104 Aspects thermiques**

- Inflammabilité (voir le paragraphe 6.104.2).
- Température maximale des parties accessibles – voir le paragraphe 7.5.105 d).

NOTE L'ISO 13732-1:2006 [28] et le Guide IEC 117:2010 [29] traitent de cette question.

### **12.105 Aspects liés à un arc interne**

- Défaut d'arc interne (voir le paragraphe 6.103).

## **13 Influence du produit sur l'environnement**

L'Article 13 de l'IEC 62271-1:2017 est applicable, avec le complément suivant.

Des précautions relatives à la conservation des liquides dangereux et à la tenue au feu doivent être prises en considération. Ces précautions sont couvertes par les paragraphes 6.102 et 6.104.2 respectivement.

D'autres précautions peuvent être exigées par des réglementations locales, telles que les exigences liées à la performance environnementale, à l'efficacité matière et au rendement énergétique, par exemple, pertes du transformateur de puissance, ou les exigences liées à l'influence du produit sur l'environnement.

NOTE L'IEC 62430:2019 [30] décrit les principes, spécifie les exigences et fournit des recommandations pour les organismes qui envisagent d'intégrer les aspects environnementaux dans les processus de conception et de développement afin de réduire le plus possible les impacts négatifs défavorables de leurs produits pour l'environnement.

Le constructeur doit fournir les informations appropriées pour permettre à l'utilisateur final de procéder au démontage, au recyclage et à la mise au rebut du poste préfabriqué en fin de vie. Ces informations prennent en compte la protection des travailleurs et de l'environnement.

## Annexe A (normative)

### Défaut d'arc interne – Méthode de vérification de la classe de tenue à l'arc interne (IAC)

#### A.1 Généralités

L'essai pour l'accessibilité de type A est principalement destiné à vérifier la protection des exploitants dans les zones accessibles lors de manœuvres de l'appareillage à haute tension du poste préfabriqué. La protection des exploitants qui exécutent d'autres activités sur le poste préfabriqué, en particulier celles qui exigent d'ouvrir d'autres portes (par exemple, du côté basse tension) n'est pas prise en considération dans le présent document. Par conséquent, pendant l'essai, toutes les autres portes à l'exception de la porte d'accès à l'appareillage à haute tension en essai (appareillage à haute tension et interconnexion haute tension) doivent être fermées correctement, et rester fermées après l'essai.

L'essai pour l'accessibilité de type B est destiné à vérifier la protection du grand public à proximité du poste préfabriqué. Par conséquent, toutes les portes doivent être correctement fermées pour réaliser l'essai.

#### A.2 Simulation du local

Les essais d'arc interne destinés à vérifier la protection prévue pour les exploitants à l'intérieur du poste préfabriqué doivent être effectués au moyen d'un échantillon représentatif du poste préfabriqué. Toutefois, lorsque la pratique ne permet pas d'utiliser un échantillon pour les postes préfabriqués de grande taille, ces essais peuvent être réalisés dans un local simulant la zone de manœuvre sous réserve que les conditions ne soient pas moins contraignantes par rapport au volume, à la résistance de l'enveloppe, aux conditions d'installation et aux données dimensionnelles des portes et capots, à la position et à la section des ouvertures de ventilation, à la trajectoire des gaz chauds et aux conduits d'échappement, aux dispositifs de refroidissement ou de décharge de pression, ainsi qu'aux volumes d'expansion spécifiquement conçus pour gérer et contrôler les effets de la formation d'arcs. Tous les autres composants ou des éléments de substitution valides peuvent être utilisés sous réserve que leur installation soit conforme aux conditions de service.

Les postes préfabriqués sont conçus pour une utilisation à l'extérieur. En conséquence, aucune simulation du local autour du poste préfabriqué n'est exigée pour les essais d'arc interne destinés à vérifier le degré de protection procuré à l'extérieur du poste. Cependant, lorsque le sol autour du poste préfabriqué est susceptible de contribuer aux performances du poste, une simulation de la surface au sol peut être exigée.

Lorsque le constructeur revendique que, d'après les exigences de conception du poste préfabriqué, les voies d'accès aux câbles et/ou tout autre conduit d'échappement supplémentaire doivent être utilisés pour évacuer les gaz générés durant l'arc interne, les dimensions de leurs sections et leurs positions doivent être définies par ce même constructeur. L'essai doit être effectué avec la simulation de ces conduits d'échappement. Cette exigence doit être clairement établie, en particulier dans le manuel d'instructions (voir le paragraphe 11.3.4), pour que la classe IAC soit valide.

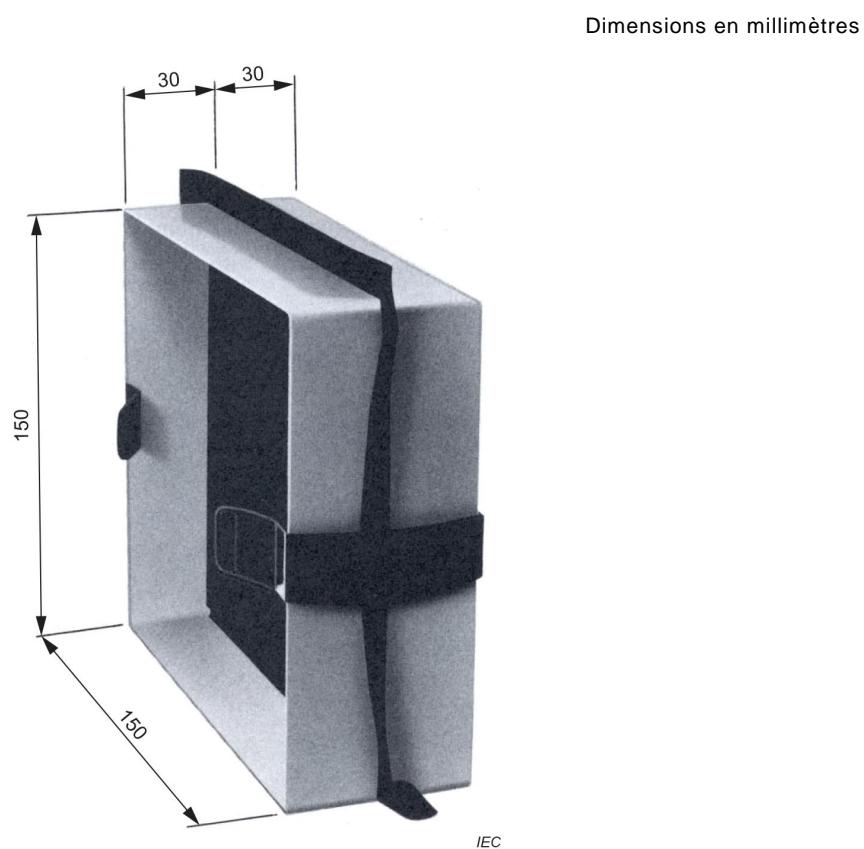
### A.3 Indicateurs (pour évaluer les effets thermiques des gaz)

#### A.3.1 Généralités

Les indicateurs sont des morceaux de tissu de coton noir et doivent être disposés de telle façon que leurs bords ne soient pas dirigés vers le spécimen d'essai.

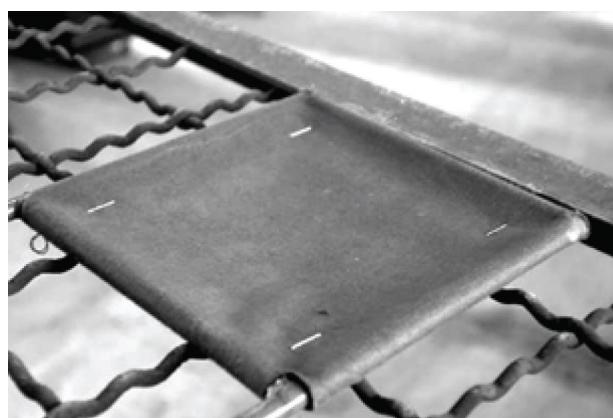
De la cretonne noire (tissu de coton de 150 g/m<sup>2</sup> environ) doit être utilisée pour les indicateurs pour l'accessibilité de type A. Du linon coton noir (40 g/m<sup>2</sup> environ) doit être utilisé pour les indicateurs pour l'accessibilité de type B.

Toutes les précautions nécessaires doivent être prises pour que les indicateurs verticaux ne puissent pas s'enflammer mutuellement. La mise en place de ces indicateurs dans un cadre de montage en tôle d'acier avec une profondeur de (2 × 30) mm ( $\frac{9}{3}$  mm) permet d'éviter cette inflammation mutuelle (se reporter à la Figure A.1).



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

Pour les indicateurs horizontaux, Toutes les précautions nécessaires doivent être prises pour éviter tout cumul des particules incandescentes. Le montage des indicateurs sans cadre permet d'empêcher ce cumul (se reporter à la Figure A.2).



IEC

**Figure A.2 – Indicateurs horizontaux**

Les dimensions des indicateurs doivent être de 150 mm × 150 mm ( $^{+15}_{-0}$  mm).

### A.3.2 Disposition des indicateurs

Les indicateurs doivent être placés sur des supports de montage, organisés en damier qui couvre 40 % à 50 % de la surface, face à tous les points d'émission probable de gaz (par exemple, jointures, fenêtres d'inspection, portes) à des distances qui dépendent du type d'accès.

La longueur des supports de montage doit être supérieure à celle de la surface correspondante à soumettre à l'essai pour prendre en compte la possibilité d'éjection de gaz chauds sous des angles jusqu'à 45° de la surface en essai. Cette disposition signifie que le cadre de montage doit être au moins 100 mm plus long de chaque côté que le spécimen en essai dans le cas d'une classe d'accès de type B, ou au moins 300 mm plus long de chaque côté dans le cas d'une classe d'accès de type A, sous réserve que l'implantation du poste préfabriqué ou le montage d'essai ne limite pas cette extension.

Dans tous les cas, la distance entre les indicateurs et les parties appropriées du poste préfabriqué en essai est mesurée à partir de la surface de ces parties, sans tenir compte des éléments en saillie (par exemple, poignées, cadre d'appareillage, etc.). En cas d'irrégularité de la surface, il convient de placer les indicateurs de façon à simuler de la manière la plus réaliste possible la position qu'un exploitant debout (accès de type A) ou une personne (accès de type B) peut adopter à proximité des équipements, à la distance exigée, selon le type d'accès.

- a) Essai de vérification du niveau de protection des exploitants – Accès de type A (accès limité)

- i) Postes préfabriqués à aire de manœuvre

Lors de la réalisation de l'essai de l'arc interne dans l'appareillage à haute tension d'un poste préfabriqué à aire de manœuvre (5.102.2 a)), la disposition des indicateurs doit suivre les exigences de l'Annexe A de l'IEC 62271-200:2021 pour l'accès de type A, avec limitation toutefois aux côtés de l'appareillage à haute tension déclaré accessible par le constructeur du poste préfabriqué (voir la Figure A.3 b)).

NOTE 1 Normalement, un certain type de barrière ou d'obstacle procure une "mise hors de portée" dans le cas d'un conducteur ou d'une connexion à l'air libre.

De plus, lorsque la conception du poste préfabriqué inclut sous le plancher un espace de réception des gaz d'échappement, le comportement du plancher doit être vérifié du point de vue de la sécurité de l'exploitant qui s'y trouve. Deux situations sont prises en considération:

- lorsque la conception et la construction du plancher rendent possible le déplacement de ses éléments ou permettent aux gaz de s'échapper par des orifices ou des joints, un autre support horizontal avec des indicateurs doit être placé à une distance de 100 mm ( $\pm 5$  mm) du plancher, avec recouvrement de toute la surface entre 300 mm ( $\pm 30$  mm) et 800 mm ( $\pm 30$  mm) de l'appareillage à haute tension (voir la Figure A.3 c);
- dans les autres cas, ce support horizontal n'est pas nécessaire.

ii) Postes préfabriqués sans aire de manœuvre

Lors de la réalisation de l'essai d'arc interne dans l'appareillage à haute tension d'un poste préfabriqué sans aire de manœuvre (5.102.2 b)), les indicateurs doivent être placés en face du ou des côtés exploitation (avec la ou les portes exigées pour une exploitation normale, ouvertes) à 300 mm ( $\pm 15$  mm) de l'appareillage à haute tension. Lorsque la face avant de l'appareillage à haute tension se situe à plus de 300 mm à l'intérieur du poste préfabriqué, les indicateurs doivent être placés dans la position des portes fermées. Des indicateurs doivent également être placés horizontalement, à une hauteur de 2 m ( $\pm 50$  mm) au-dessus du niveau du sol comme cela est décrit à la Figure A.3 a et à la Figure A.3 g, avec recouvrement de toute la surface entre 300 mm ( $\pm 30$  mm) et 800 mm ( $\pm 30$  mm) de l'appareillage à haute tension.

Il n'est pas nécessaire de placer des indicateurs autour des autres côtés du poste préfabriqué.

Toutes les autres portes à l'exception de la porte en face de l'appareillage à haute tension doivent être correctement fermées.

Lorsque la conception du poste préfabriqué sans aire de manœuvre inclut un volume sous le plancher de réception des gaz d'échappement autour du poste, le comportement du couvercle de ce volume doit être vérifié du point de vue de la sécurité de l'exploitant qui s'y trouve. Dans ce cas, un autre support horizontal avec indicateurs doit être placé à une distance de 100 mm ( $\pm 5$  mm) du plancher (voir la Figure A.3 d) avec recouvrement de la surface comprise entre 300 mm ( $\pm 30$  mm) et 800 mm ( $\pm 30$  mm) de l'appareillage à haute tension.

iii) Postes préfabriqués souterrains

Lors de la réalisation de l'essai d'arc interne dans l'appareillage à haute tension d'un poste préfabriqué souterrain à aire de manœuvre (Figure A.3 j), la disposition des indicateurs doit suivre les exigences de l'Annexe A de l'IEC 62271-200:2021 pour l'accessibilité de type A.

Lors de la réalisation de l'essai d'arc interne dans l'appareillage à haute tension d'un poste préfabriqué souterrain sans aire de manœuvre, les indicateurs doivent être placés à l'horizontale au-dessus du capot d'accès de manœuvre (en position ouverte) à une distance de 100 mm ( $\pm 5$  mm) de l'accès de manœuvre comme cela est décrit à la Figure A.3 k. De plus, l'ensemble du périmètre du capot d'accès de manœuvre au-dessus du sol doit comporter des indicateurs, dans un panneau vertical, à une distance de 300 mm ( $\pm 15$  mm) des limites du capot. Le même dispositif doit être placé pour tout autre capot, en position fermée, en tout point d'émission probable de gaz (par exemple, les joints). Lorsque la face avant de manœuvre de l'appareillage à haute tension se situe à plus de 300 mm à l'intérieur du poste préfabriqué, les indicateurs doivent être placés dans la position du capot d'accès de manœuvre fermé au niveau du sol.

Deux conceptions doivent être prises en considération pour les ouvertures de ventilation:

- ouvertures de ventilation horizontales: les indicateurs doivent être disposés horizontalement à une hauteur de 100 mm ( $\pm 5$  mm) au-dessus du sol comme cela est décrit à la Figure A.3 k, avec recouvrement de toute la surface et extension horizontale jusqu'à 300 mm ( $\pm 30$  mm) par rapport aux ouvertures de ventilation.
- ouvertures de ventilation verticales: les indicateurs doivent être disposés suivant la surface de la cheminée de ventilation à une distance de 100 mm ( $\pm 5$  mm) comme cela est décrit à la Figure A.3 k. Pour le reste des éléments horizontaux susceptibles d'émettre des gaz (par exemple, les joints), les indicateurs doivent être disposés horizontalement à une hauteur de 100 mm ( $\pm 5$  mm) comme cela est décrit à la Figure A.3 k, avec recouvrement de toute la surface et extension horizontale jusqu'à 300 mm ( $\pm 30$  mm) par rapport aux limites des éléments.

NOTE 2 Tous ces indicateurs sont définis afin de traiter le cas d'un accès libre du public aux ouvertures de ventilation.

iv) Tous types de postes préfabriqués

Lors de la réalisation de l'essai d'arc interne sur les interconnexions haute tension, les indicateurs doivent être situés à une distance de 300 mm ( $\pm 15$  mm) de chaque côté accessible de l'interconnexion devant lequel l'exploitant peut se trouver dans les conditions normales d'exploitation, selon le constructeur du poste préfabriqué.

b) Essai de vérification du niveau de protection du grand public – Accessibilité de type B

Toutes les portes et tous les capots doivent être fermés et verrouillés comme dans les conditions normales de fonctionnement quand aucune manœuvre n'est effectuée sur le poste préfabriqué.

À l'exception des postes préfabriqués souterrains, les indicateurs doivent être disposés verticalement tout autour du poste préfabriqué jusqu'à une hauteur de 2 m ( $\pm 50$  mm) au-dessus du sol. Toutefois, lorsque la hauteur réelle du poste préfabriqué est inférieure à 1,9 m, les indicateurs verticaux doivent être disposés jusqu'à une hauteur supérieure de 100 mm ( $\pm 50$  mm) à celle du spécimen d'essai (voir la Figure A.3 e).

La distance entre les indicateurs et le poste préfabriqué doit être de 100 mm ( $\pm 5$  mm).

Lorsque la hauteur du poste préfabriqué est supérieure ou égale à 1,9 m, des indicateurs doivent être également placés horizontalement, à une hauteur au-dessus du niveau du sol comme cela est décrit à la Figure A.3 e, avec recouvrement de toute la surface comprise entre 100 mm ( $\pm 30$  mm) et 800 mm ( $\pm 30$  mm) du poste.

Lorsque la hauteur du poste préfabriqué est inférieure à 1,9 m, les indicateurs doivent en revanche être placés sur le toit, face à tous les points d'émission probable de gaz (par exemple, les joints). De plus, lorsque les ouvertures de ventilation ou les limiteurs de pression font partie intégrante de la conception du toit, les indicateurs doivent être placés face aux ouvertures à une distance de 100 mm ( $\pm 5$  mm) (voir la Figure A.3 h).

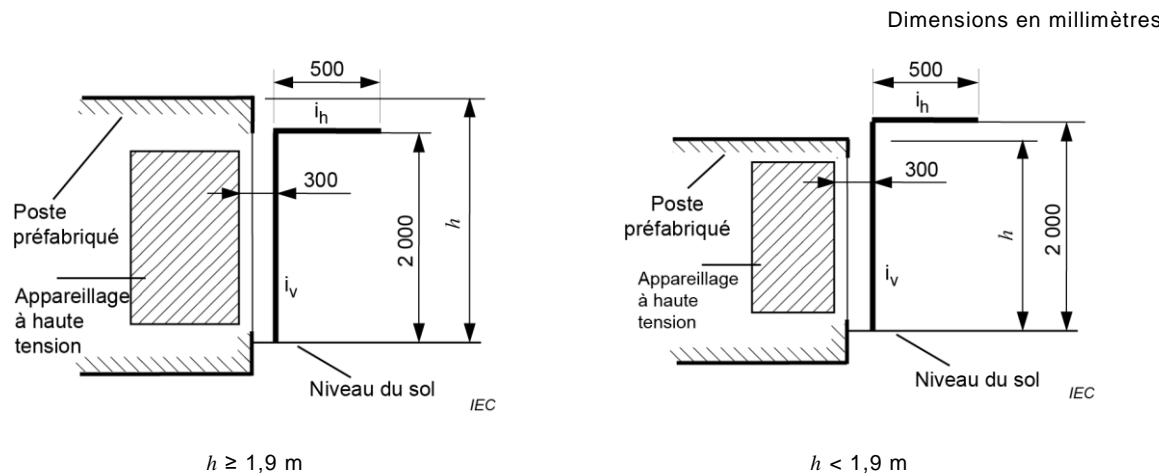
Lorsque le toit du poste préfabriqué n'est pas horizontal, les indicateurs doivent suivre sa pente à une distance de 100 mm ( $\pm 5$  mm).

Lorsque la conception du poste préfabriqué inclut un volume sous le plancher de réception des gaz d'échappement autour du poste, le comportement du couvercle de ce volume doit être évalué du point de vue de la sécurité du grand public qui s'y trouve. Deux situations sont prises en considération:

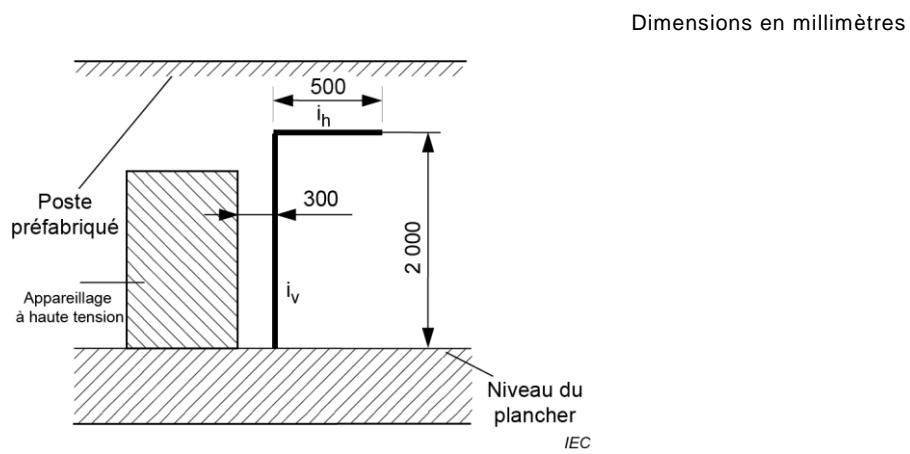
- Lorsque la conception et la construction du couvercle rendent possible le déplacement de ses éléments ou permettent aux gaz de s'échapper par des orifices ou des joints, un autre support horizontal avec des indicateurs doit être placé à une distance de 100 mm ( $\pm 5$  mm) du couvercle (voir la Figure A.3 f);
- dans les autres cas, ce support horizontal n'est pas nécessaire.

Lorsqu'un poste préfabriqué souterrain (sous le niveau du sol) est pris en considération, deux conceptions doivent être considérées:

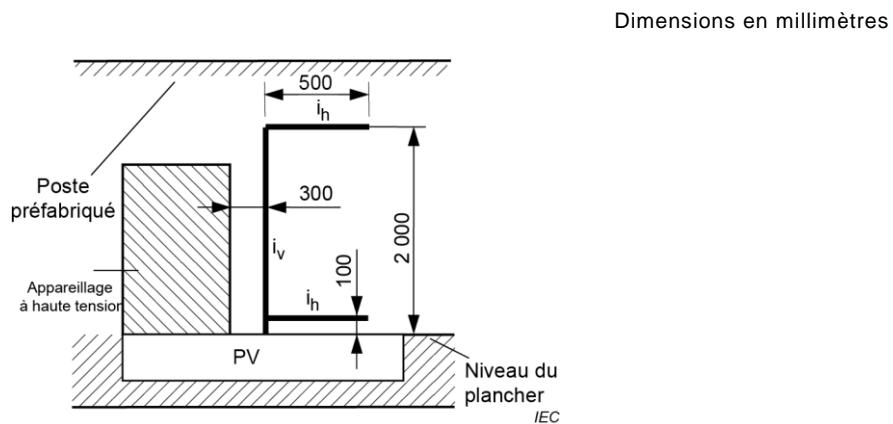
- poste préfabriqué souterrain avec ouvertures de ventilation horizontales: la même procédure doit s'appliquer. Les indicateurs doivent être disposés horizontalement à une hauteur au-dessus du sol telle que décrite à la Figure A.3 i, avec recouvrement de toute la surface et extension horizontale jusqu'à 300 mm ( $\pm 30$  mm) par rapport aux ouvertures de ventilation. Le même dispositif doit être placé pour le trou d'homme et tout autre capot d'émission probable de gaz (par exemple, les joints).
- poste préfabriqué souterrain avec ouvertures de ventilation verticales: les indicateurs doivent être disposés suivant la surface de la cheminée de ventilation à une distance de 100 mm ( $\pm 5$  mm) comme cela est décrit à la Figure A.3 j. Pour le reste des éléments horizontaux, le trou d'homme et les capots, les indicateurs doivent être disposés horizontalement à une hauteur de 100 mm ( $\pm 5$  mm), avec recouvrement de toute la surface et extension horizontale jusqu'à 300 mm ( $\pm 30$  mm) par rapport aux éléments.



**Figure A.3 a – Protection des exploitants face au côté ouvert d'un poste préfabriqué sans aire de manœuvre**

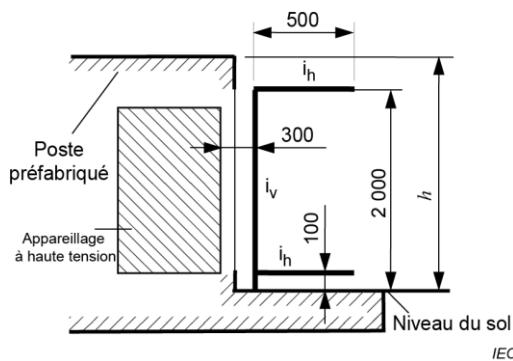


**Figure A.3 b – Protection des exploitants face à l'appareillage à haute tension d'un poste préfabriqué à aire de manœuvre**

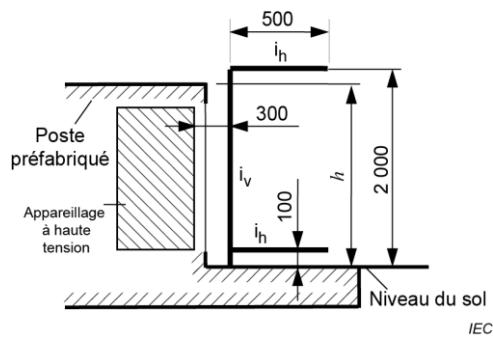


**Figure A.3 c – Protection des exploitants face à l'appareillage à haute tension d'un poste préfabriqué à aire de manœuvre, avec un volume de décharge de pression au-dessous du plancher**

Dimensions en millimètres



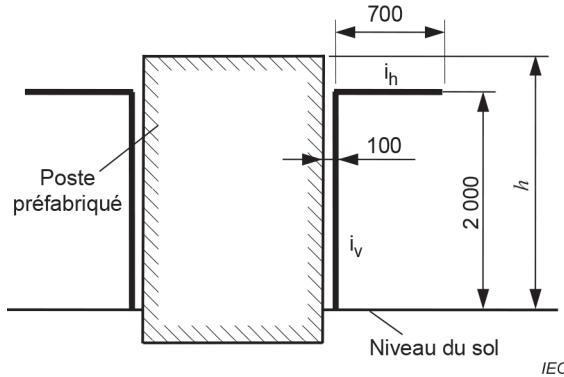
$h \geq 1,9 \text{ m}$



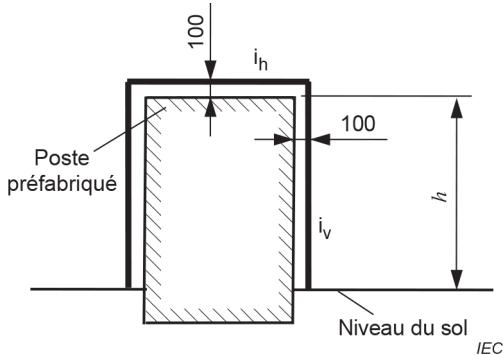
$h < 1,9 \text{ m}$

**Figure A.3 d – Protection des exploitants face au côté ouvert d'un poste préfabriqué sans aire de manœuvre, avec un volume de décharge de pression externe au-dessous du sol**

Dimensions en millimètres



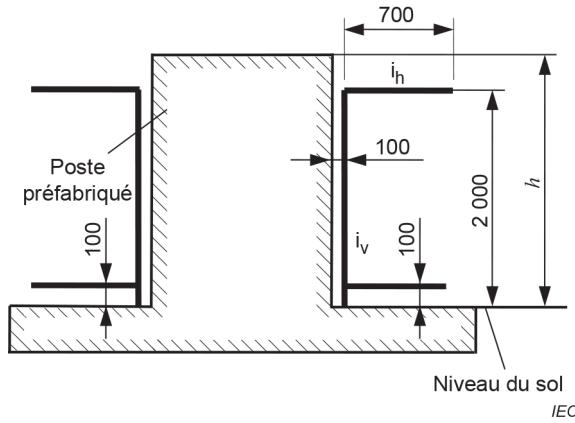
$h \geq 1,9 \text{ m}$



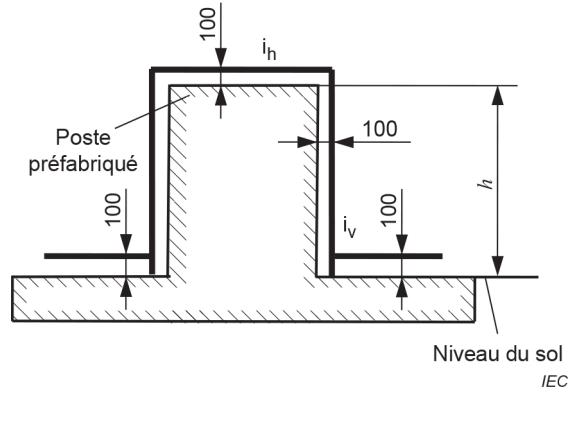
$h < 1,9 \text{ m}$

**Figure A.3 e – Protection du grand public autour d'un poste préfabriqué (portes fermées)**

Dimensions en millimètres



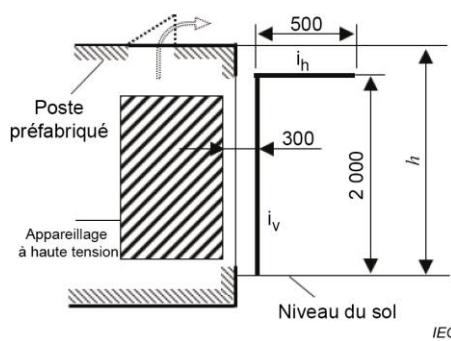
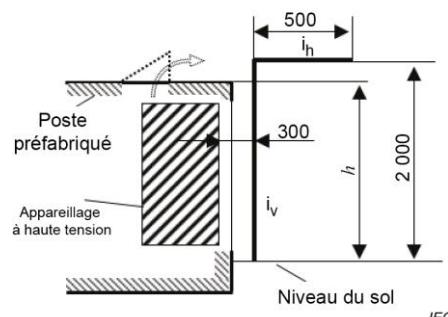
$h \geq 1,9 \text{ m}$



$h < 1,9 \text{ m}$

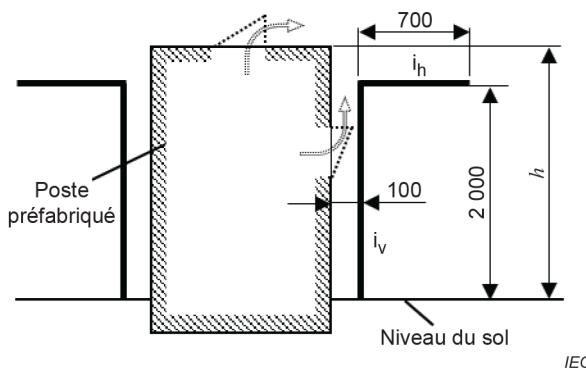
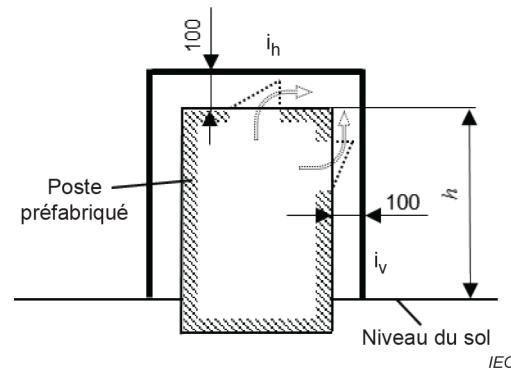
**Figure A.3 f – Protection du grand public autour d'un poste préfabriqué (portes fermées), avec un volume de décharge de pression externe au-dessous du sol**

Dimensions en millimètres

 $h \geq 1,9 \text{ m}$  $h < 1,9 \text{ m}$ 

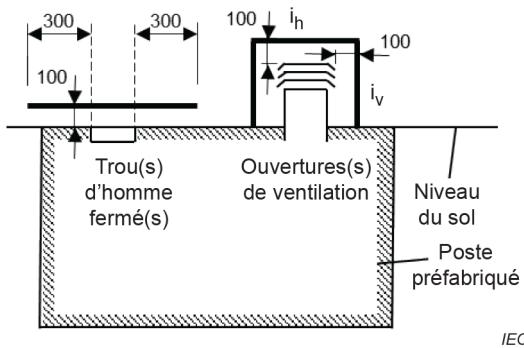
**Figure A.3 g – Protection des exploitants face au côté ouvert d'un poste préfabriqué sans aire de manœuvre, avec un dispositif de décharge de pression (l'orientation et la position des dispositifs de décharge de pression sont présentées à titre d'exemple)**

Dimensions en millimètres

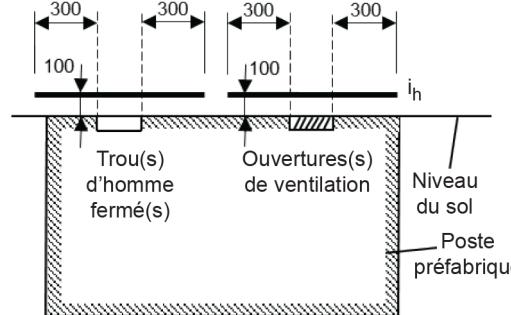
 $h \geq 1,9 \text{ m}$  $h < 1,9 \text{ m}$ 

**Figure A.3 h – Protection du grand public autour d'un poste préfabriqué (portes fermées), avec un dispositif de décharge de pression (l'orientation et la position des dispositifs de décharge de pression sont présentées à titre d'exemple)**

Dimensions en millimètres



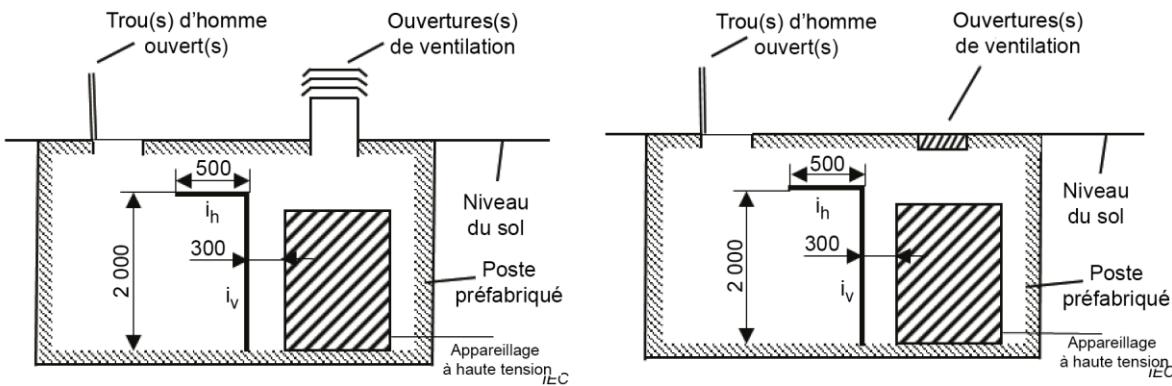
Ventilation verticale



Ventilation horizontale

**Figure A.3 i – Protection du grand public autour d'un poste préfabriqué souterrain à aire de manœuvre et sans aire de manœuvre (portes fermées)**

Dimensions en millimètres

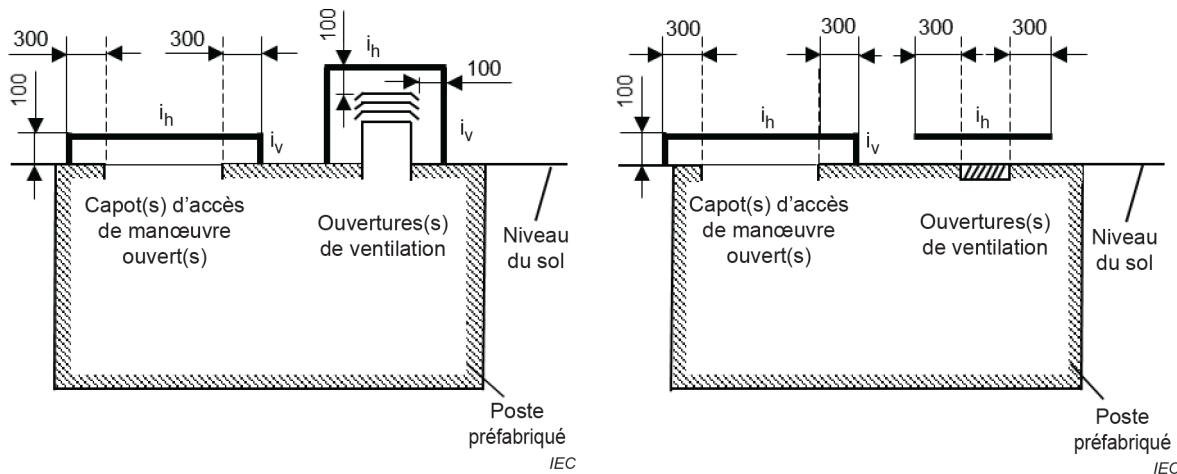


Ventilation verticale

Ventilation horizontale

**Figure A.3 j – Protection des exploitants face à l'appareillage à haute tension d'un poste préfabriqué souterrain à aire de manœuvre**

Dimensions en millimètres



Ventilation verticale

Ventilation horizontale

**Figure A.3 k – Protection des exploitants face au trou d'homme ouvert d'un poste préfabriqué souterrain sans aire de manœuvre****Légende** $h$  hauteur du poste préfabriqué $i_h$  indicateurs horizontaux $i_v$  indicateurs verticaux

PV volume de décharge de pression pour l'échappement des gaz

**Figure A.3 – Disposition des indicateurs****A.4 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 ici entre parenthèses correspondent aux tolérances applicables uniquement au montage d'essai réel et n'étendent pas les valeurs exigées):

- dimensions des indicateurs:  $+15^0$  mm;
- profondeur du cadre en acier des indicateurs:  $-3^0$  mm;
- hauteur des indicateurs  $\pm 50$  mm;

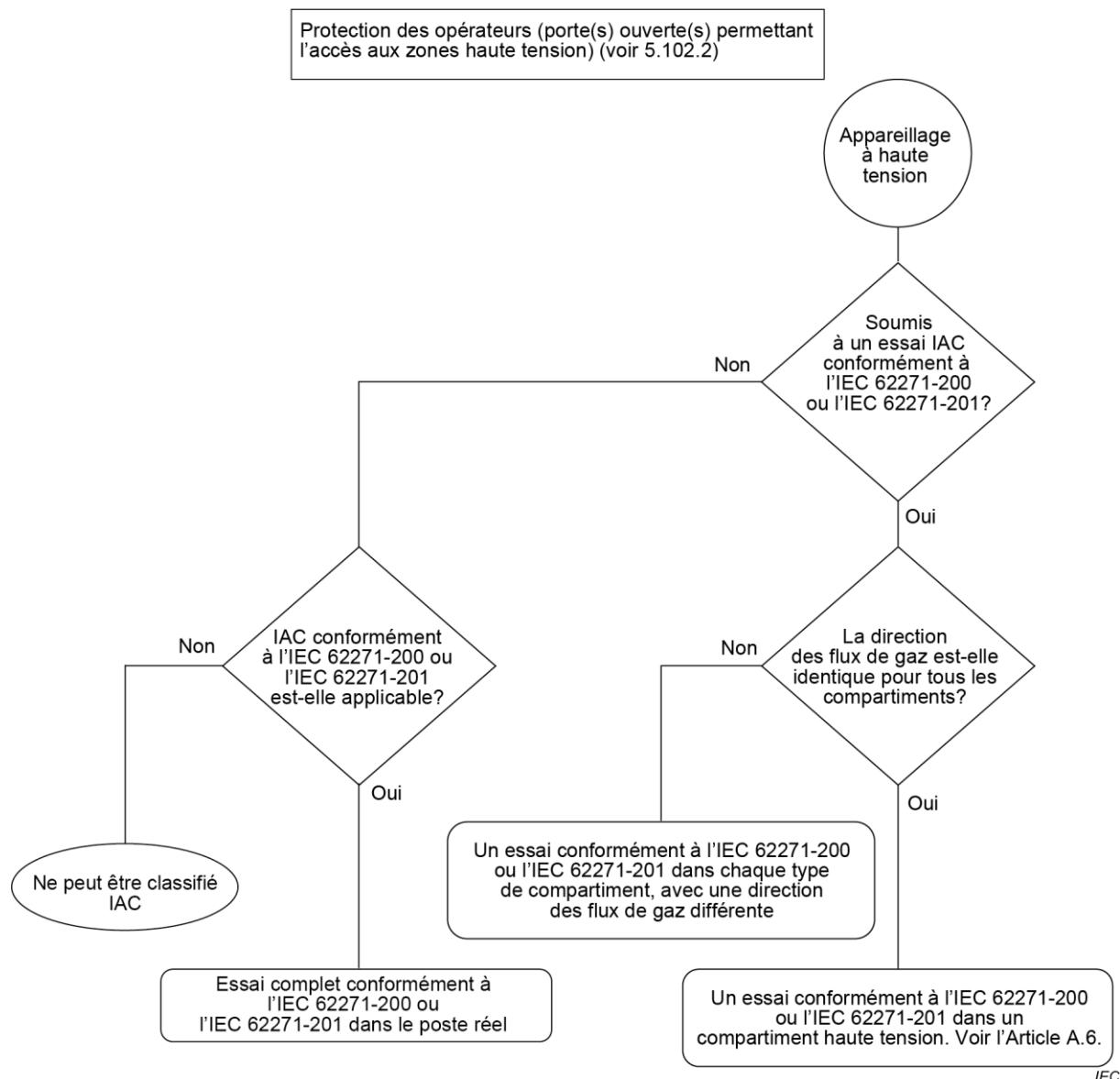
- distance entre le spécimen d'essai et les indicateurs:
  - type d'accessibilité A  $\pm 30$  mm;
  - type d'accessibilité B  $\pm 5$  mm.

## A.5 Paramètres d'essai

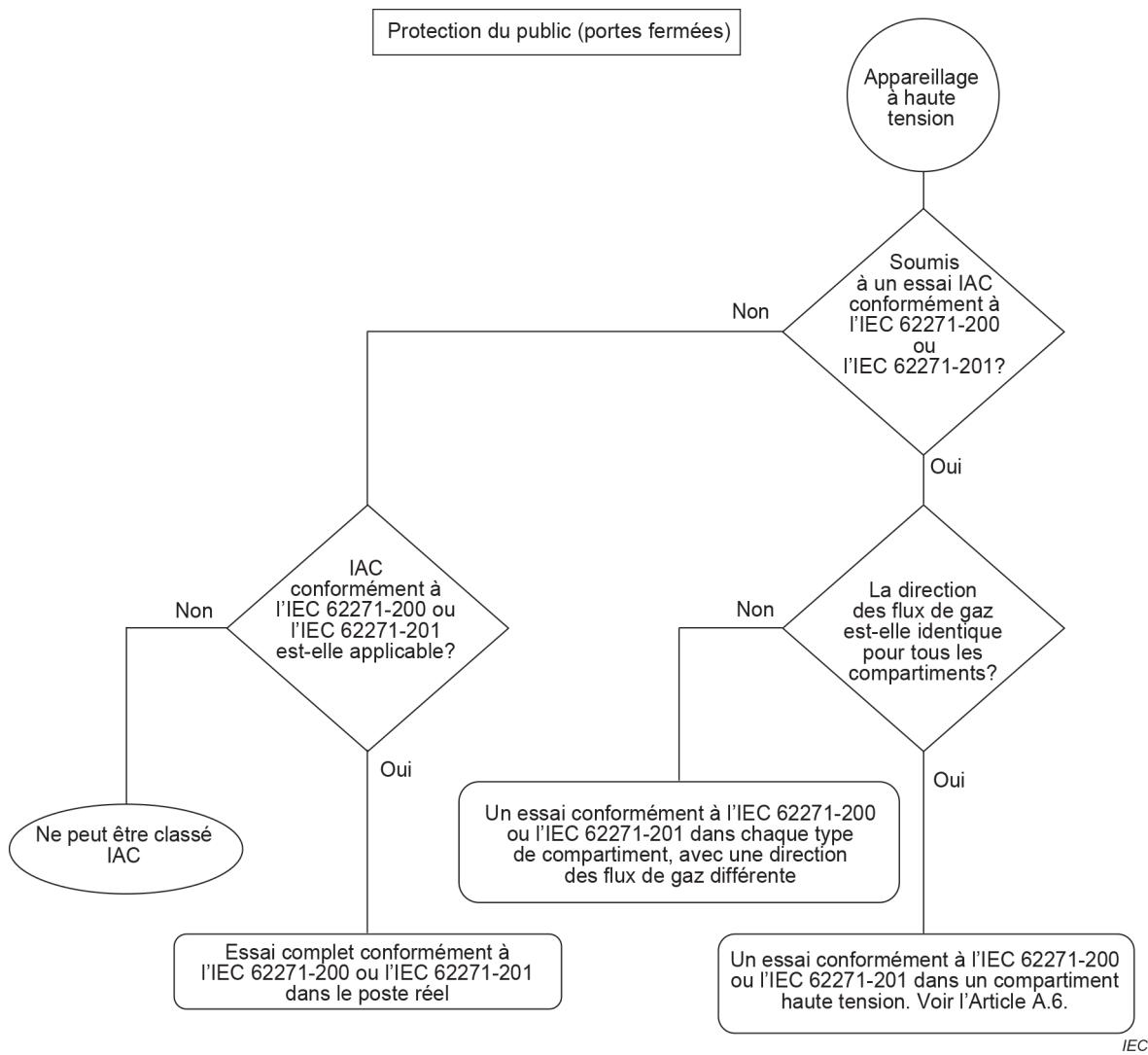
L'Article A.4 de l'IEC 62271-200:2021 est applicable.

## A.6 Procédure d'essai

Les procédures et le nombre d'essais sur l'appareillage à haute tension dépendent de la classification IAC ou non de l'appareillage conformément à l'IEC 62271-200:2021 ou l'IEC 62271-201:2014. La Figure A.4 et la Figure A.5 indiquent les critères de sélection des compartiments haute tension de l'appareillage à haute tension à soumettre à l'essai.



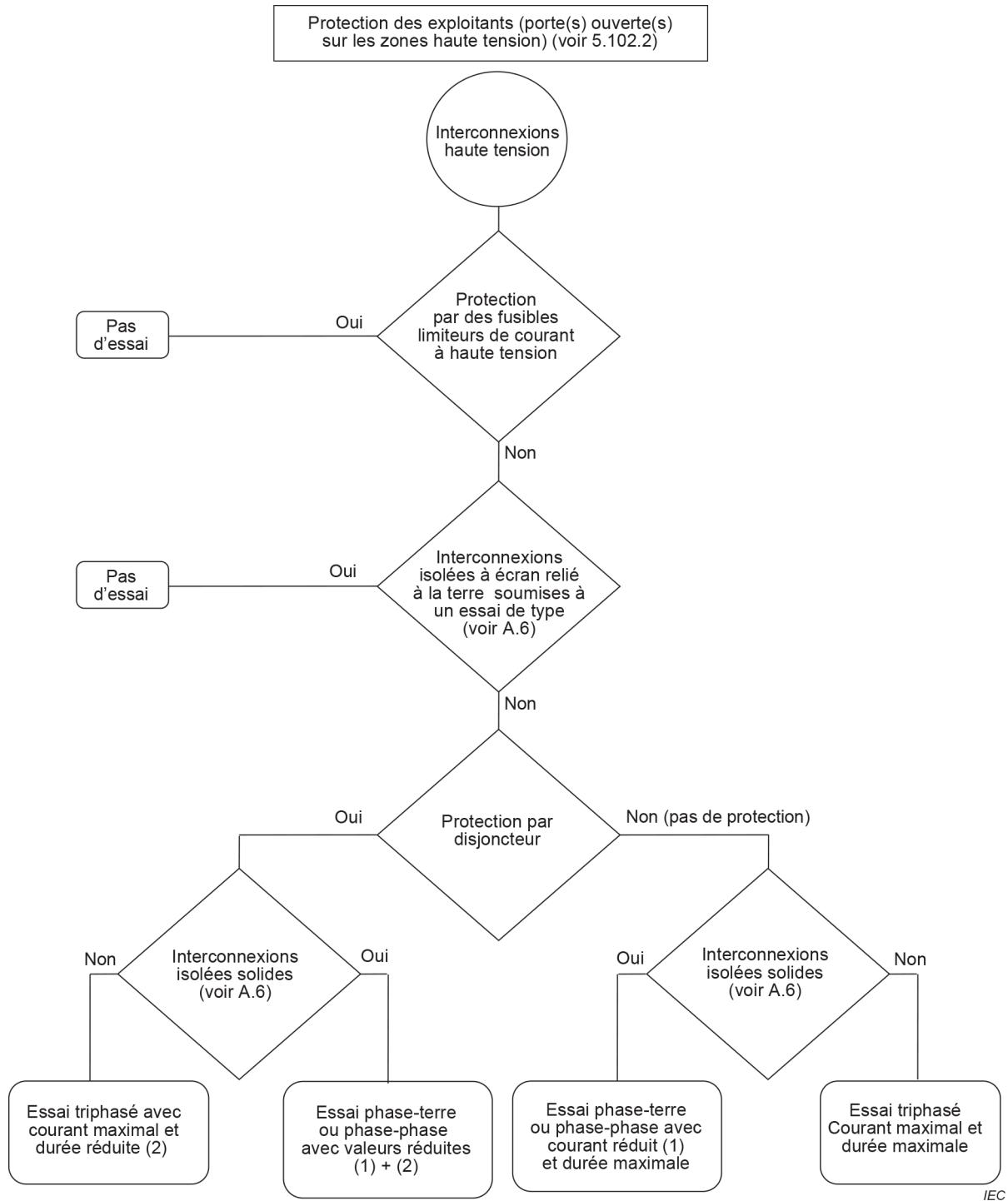
**Figure A.4 – Sélection des essais sur l'appareillage à haute tension pour la classe IAC-A**



**Figure A.5 – Sélection des essais sur l'appareillage à haute tension pour la classe IAC-B**

Les essais d'arc interne qui couvrent le cas d'un défaut d'arc dans l'appareillage à haute tension doivent être réalisés selon l'Article A.5 de l'IEC 62271-200:2021 pour l'appareillage sous enveloppe métallique de classe IAC ou selon l'Article A.5 de l'IEC 62271-201:2014 pour l'appareillage sous enveloppe isolante solide de classe IAC, qui comprend le point d'amorçage de l'arc.

Les procédures et le nombre d'essais sur les interconnexions haute tension dépendent du type de protection du transformateur de puissance et du type d'interconnexions. La Figure A.6 et la Figure A.7 indiquent les critères de sélection des interconnexions haute tension à soumettre à l'essai.

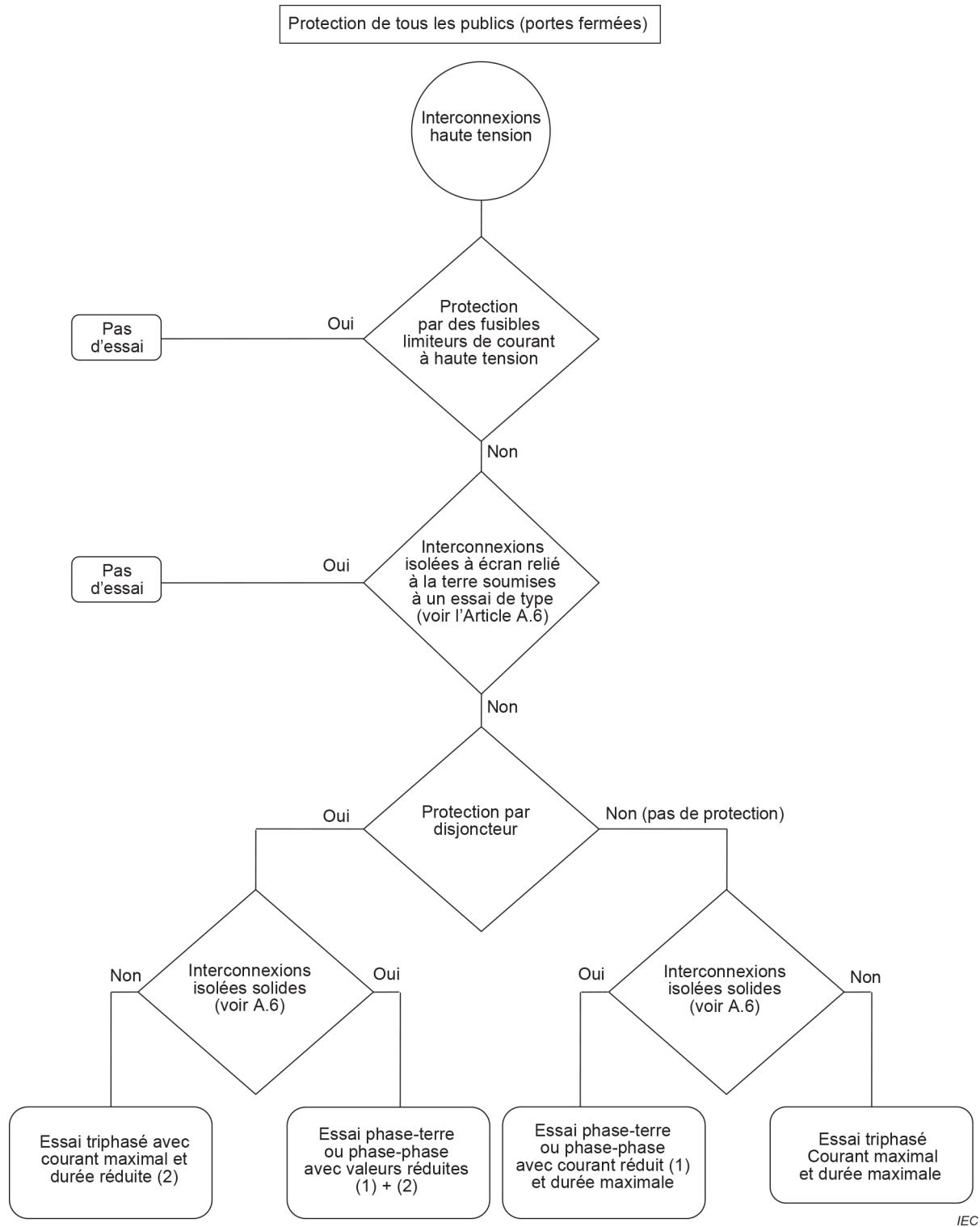


(1) IEC 62271-200:2021.

- \* Pour l'essai phase-terre, valeur du courant à déclarer par le constructeur.
- \* Pour l'essai phase-phase, le courant doit être égal à 87 % du courant de courte durée admissible assigné.

(2) La durée peut être déclarée par les constructeurs, compte tenu du réglage de temps de la protection.

**Figure A.6 – Sélection des essais sur les interconnexions haute tension pour la classe IAC-A**



(1) Applicabilité de l'essai phase-terre ou phase-phase selon les critères du paragraphe A.5.2.1 de l'IEC 62271-200:2021.

\* Pour l'essai phase-terre, valeur du courant à déclarer par le constructeur.

\* Pour l'essai phase-phase, le courant doit être égal à 87 % du courant de courte durée admissible assigné.

(2) La durée peut être déclarée par les constructeurs, compte tenu du réglage de temps de la protection.

**Figure A.7 – Sélection des essais sur les interconnexions haute tension pour la classe IAC-B**

Pour chaque type d'accessibilité d'un poste préfabriqué, au moins un essai d'arc interne est obligatoire pour l'appareillage à haute tension (voir la Figure A.4 et la Figure A.5). Le point d'amorçage de l'arc doit se situer dans le compartiment haute tension de l'appareillage à haute tension dont l'énergie d'arc la plus élevée est déterminée pendant les essais d'arc interne effectués conformément à l'IEC 62271-200 ou l'IEC 62271-201. Toutefois, en l'absence de ces données, il est acceptable de choisir le compartiment haute tension avec le plus grand espace libre entre les points d'amorçage de l'arc. Le nombre de phases soumises à l'arc, ainsi que le courant et la durée d'arc doivent être identiques pour tous les compartiments vérifiés. De plus, lorsque l'appareillage à haute tension qui est installé dans le poste préfabriqué comporte plusieurs directions de flux de gaz, un essai représentatif doit être réalisé pour chaque direction de flux de gaz différente (voir la Figure A.4 et la Figure A.5) dans le ou les compartiments haute tension choisis de l'appareillage à haute tension.

Lorsque plusieurs compartiments haute tension sont identiques par rapport à tous les aspects mentionnés ci-dessus, seul un de ces compartiments doit être soumis à l'essai. Pour l'accessibilité de type A, il convient que ce compartiment soit celui le plus éloigné de la paroi ou de la cloison latérale du poste préfabriqué le plus proche par rapport à l'ensemble d'appareillage. Pour l'accessibilité de type B, il convient que ce compartiment soit celui de l'ensemble d'appareillage le plus proche des indicateurs placés à l'extérieur du poste préfabriqué.

Les essais qui couvrent le cas d'un défaut d'arc dans l'interconnexion haute tension ou dans les câbles d'alimentation haute tension connectés directement aux traversées du transformateur de puissance (pour les postes préfabriqués sans appareillage à haute tension) doivent être réalisés suivant, le cas échéant, les dispositions de l'Annexe A de l'IEC 62271-200:2021 avec les compléments suivants au paragraphe A.5.2 de l'IEC 62271-200:2021:

- le point d'amorçage doit être situé au point le plus éloigné de l'alimentation. Le sens d'alimentation doit être celui du flux d'énergie normal attendu en service;
- l'essai d'arc interne réalisé sur des interconnexions haute tension isolées et à écran relié à la terre, ou sur des connexions entrantes, équipées de connexions isolées et à écran relié à la terre conformément à l'IEC 60050-461:2008 (461-10-15) n'est pas nécessaire (voir la Figure A.6 et la Figure A.7). Toutefois, un essai facultatif peut être convenu entre le constructeur et l'utilisateur. Dans ce cas, l'Article A.5.2 de l'IEC 62271-200:2021 est applicable;
- l'essai d'arc interne doit être réalisé sur des interconnexions isolées solides haute tension ou sur des connexions entrantes, équipées de connexions isolées conformément à l'IEC 60050-461:2008, 461-10-16 ou 461-10-21. Dans ce cas, l'Article A.5.2 de l'IEC 62271-200:2021 est applicable.

## **Annexe B** (normative)

### **Essais de vérification du niveau de bruit d'un poste de transformation préfabriqué haute tension/basse tension**

#### **B.1   Objet**

Cet essai est destiné à calculer la différence entre le niveau de bruit à vide d'un transformateur de puissance donné, seul, (voir l'IEC 60076-10:2016) et le niveau de bruit à vide du poste préfabriqué haute tension/basse tension qui contient ce même transformateur de puissance.

NOTE 1 Le niveau de bruit à pleine charge peut être considéré comme une exigence particulière.

La comparaison des deux valeurs est une évaluation du comportement vis-à-vis du bruit de l'enveloppe du poste préfabriqué. Le résultat attendu est que l'enveloppe n'augmente pas le niveau de bruit du transformateur de puissance.

NOTE 2 L'enveloppe peut accroître le niveau de bruit du transformateur de puissance par des phénomènes de résonance.

Les valeurs d'essai sont uniquement valables pour l'ensemble soumis à l'essai, à la tension et à la fréquence assignées. Lorsque le poste préfabriqué à utiliser comporte des composants ou des pièces différents, et/ou s'il est connecté à un réseau avec une tension ou une fréquence d'alimentation différente, le comportement de l'enveloppe peut être différent.

#### **B.2   Objet d'essai**

Le poste préfabriqué soumis à l'essai doit être complètement assemblé, y compris tous les accessoires et équipements.

#### **B.3   Méthode d'essai**

L'essai doit être effectué conformément à l'IEC 60076-10:2016, qui définit la méthode d'essai et de calcul d'un niveau de bruit pondéré A le long d'un contour spécifié autour du transformateur de puissance.

La même méthode doit être utilisée pour les mesurages du poste préfabriqué dont l'enveloppe est la limite d'émission sonore. La méthode de mesure doit être conforme à l'IEC 60076-10:2016, à l'exception de l'exigence pour l'appareil de mesure qui doit être à 1,5 m au-dessus du niveau du sol comme cela est défini pour le poste préfabriqué.

#### **B.4   Mesurages**

Les mesurages doivent être effectués conformément à l'IEC 60076-10:2016. Pour le positionnement des instruments de mesure, l'enveloppe doit être considérée comme la principale surface de rayonnement des postes préfabriqués.

## B.5 Présentation et calcul des résultats

Le niveau de bruit doit être calculé conformément à l'IEC 60076-10:2016.

Le rapport d'essai doit comprendre toutes les informations applicables, telles que spécifiées dans l'IEC 60076-10:2016, pour les deux configurations: transformateur de puissance seul et poste préfabriqué complètement assemblé.

De plus, pour la configuration du poste préfabriqué, les informations suivantes doivent être également fournies:

- a) les principales caractéristiques de conception de l'enveloppe, des portes, des capots et des grilles de ventilation y compris les matériaux utilisés;
- b) le plan coté de la disposition interne des composants à l'intérieur de l'enveloppe, position et taille des portes et des ouvertures de ventilation ainsi que de toute autre partie qui peut affecter de manière significative la propagation du son;
- c) la position du transformateur de puissance par rapport à l'enveloppe, aux portes, aux capots et aux ouvertures de ventilation.

NOTE Lorsqu'une mesure acoustique sur un côté quelconque du poste préfabriqué diffère de façon importante des mesures effectuées sur les autres côtés, toutes les valeurs sont enregistrées dans le rapport d'essai pour permettre à l'utilisateur de tenir compte des différences lors de l'installation du poste préfabriqué.

## Annexe C (normative)

### Essai d'impact mécanique

#### C.1 Essai de contrôle de la résistance aux impacts mécaniques

L'essai doit être réalisé sur les points faibles des parties exposées de l'enveloppe du poste préfabriqué, par exemple, capots, portes et ouvertures de ventilation.

L'essai doit être réalisé à l'aide de la méthode d'essai décrite dans l'IEC 62262:2002. L'énergie d'impact doit être de 20 J. Pour les surfaces horizontales, un tube placé verticalement peut être utilisé pour guider la pièce de frappe.

Lorsqu'une variation de la température dans les conditions normales de service affecte de manière significative la résistance aux impacts mécaniques du matériau utilisé pour des parties de l'enveloppe, par exemple, un matériau synthétique, un essai d'impact doit alors être réalisé sur ces parties à la température minimale de service.

Pendant l'essai, l'enveloppe doit être montée selon les instructions d'utilisation du constructeur.

Le nombre maximal d'impacts doit être de cinq sur chaque côté vertical ou sur le toit du poste préfabriqué. Un seul impact doit être appliqué au même point.

Les critères suivants doivent être observés pour que l'essai soit satisfaisant:

- le degré de protection de l'enveloppe doit être maintenu;
- le fonctionnement des moyens de commande, des poignées, etc. ne doit pas être affecté;
- les dommages subis par l'enveloppe ou les déformations ne doivent ni affecter l'utilisation ultérieure de l'équipement ni réduire sa tenue diélectrique (ou ses lignes de fuite, ou sa distance d'isolement) selon les valeurs spécifiées;
- des dommages superficiels, par exemple, arrachement de la peinture et légers enfoncements, sont acceptables.

#### C.2 Appareil de contrôle de la protection contre les dommages mécaniques

L'appareil d'essai consiste essentiellement en un pendule qui pivote à son extrémité supérieure de façon à être maintenu dans un plan vertical. L'axe du pivot se situe à 1 000 mm au-dessus du point de mesure et la pièce de frappe doit être conforme aux exigences de la Figure C.1.

Le rapport de la masse du bras à la masse combinée de la pièce de frappe ne doit pas être supérieur à 0,2 et le centre de gravité de la pièce de frappe doit se situer sur l'axe du bras.

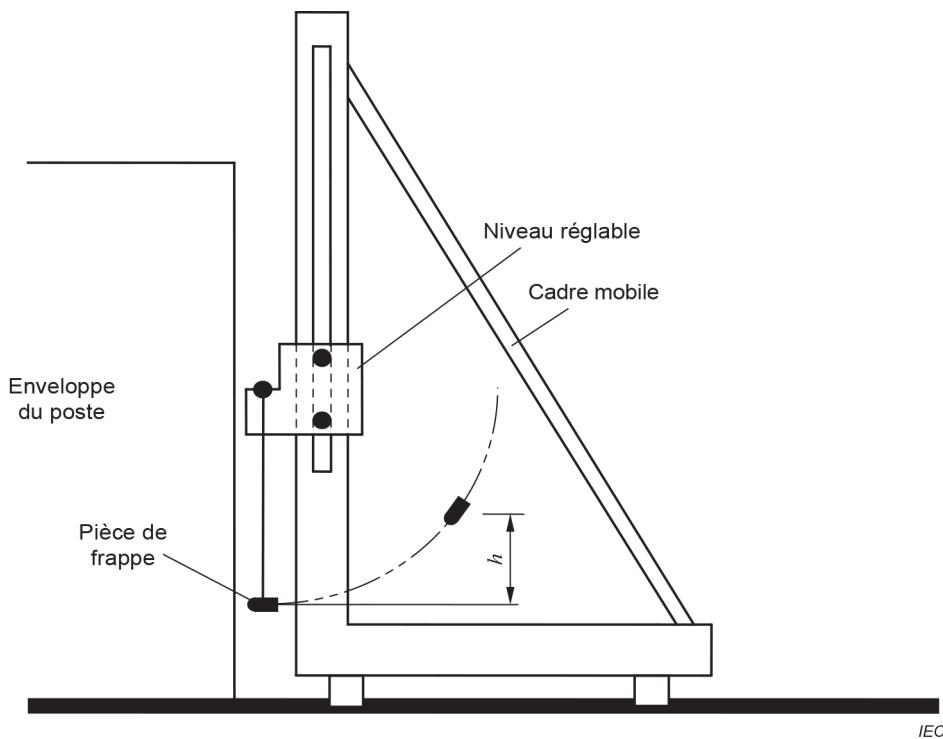
La distance entre l'extrémité de la pièce de frappe et le point de mesure doit être de 60 mm ± 20 mm.

Afin d'éviter les impacts secondaires, c'est-à-dire les rebonds, le marteau pendulaire doit être retenu après l'impact initial par saisie de la pièce de frappe, et non le bras, afin d'éviter sa déformation.

L'insert de la pièce de frappe doit être examiné visuellement avant chaque impact afin de vérifier qu'il n'a subi aucun dommage susceptible de fausser le résultat de l'essai.

Les impacts auxquels l'équipement est soumis sont définis par la masse du marteau et la hauteur de chute, c'est-à-dire la distance, mesurée verticalement, entre la pièce de frappe en position soulevée et le point d'impact.

Le marteau doit avoir une masse équivalente de 5 kg et la hauteur de chute doit être de 0,4 m, ce qui donne une énergie d'impact de 20 J.



Où:

énergie d'impact = 20 J;

masse équivalente = 5 kg  $\pm$  0,25 kg;

tête de la pièce de frappe: conforme à l'IEC 62262:2002;

matériau de la pièce: E295, numéro d'acier 1.0050, conformément à l'EN 10025-2:2019 ou équivalent, dureté Rockwell HRE 80 à 85 conformément à l'ISO 6508-1:2016;

$h$  (hauteur nominale de chute) = 400 mm  $\pm$  4 mm.

NOTE L'ISO 1052:1982 [31] est désormais supprimée. E295, conformément à l'EN 10025-2:2019 est équivalent à FE 490-2, conformément à l'ISO 1052:1982 [31].

**Figure C.1 – Appareil d'essai d'impact**

## **Annexe D** (informative)

### **Caractéristiques assignées des transformateurs de puissance dans une enveloppe**

#### **D.1 Généralités**

Conformément à l'IEC 60076-2:2011 et à l'IEC 60076-11:2018, la puissance assignée d'un transformateur de puissance se rapporte à une température annuelle moyenne de 20 °C, ce qui représente une marge de 20 K par rapport à la température de l'air ambiant maximale admissible de 40 °C. Des températures annuelles différentes et des classes d'enveloppe de poste préfabriqué différentes donnent des facteurs de charge différents, qui peuvent être extraits de la Figure D.1 à la Figure D.9.

Le transformateur de puissance qui correspond à la puissance assignée du poste préfabriqué peut avoir une charge différente pour différentes classes d'enveloppe et différentes températures de l'air ambiant. L'Annexe D fournit une méthode qui permet de définir le facteur de charge des transformateurs de puissance de type immergé dans un liquide ou de type sec.

Il convient de maintenir la température de point chaud maximale du transformateur de puissance indépendamment de l'enveloppe. Par conséquent, ce processus peut impliquer le déclassement du transformateur de puissance afin de vérifier que cette température de point chaud n'est pas dépassée. Pour les transformateurs de puissance immergés dans l'huile minérale, la température de point chaud maximale est donnée dans l'IEC 60076-7, et pour les transformateurs de puissance de type sec dans l'IEC 60076-12:2008. Cette température dépend de la classe de température des matériaux isolants.

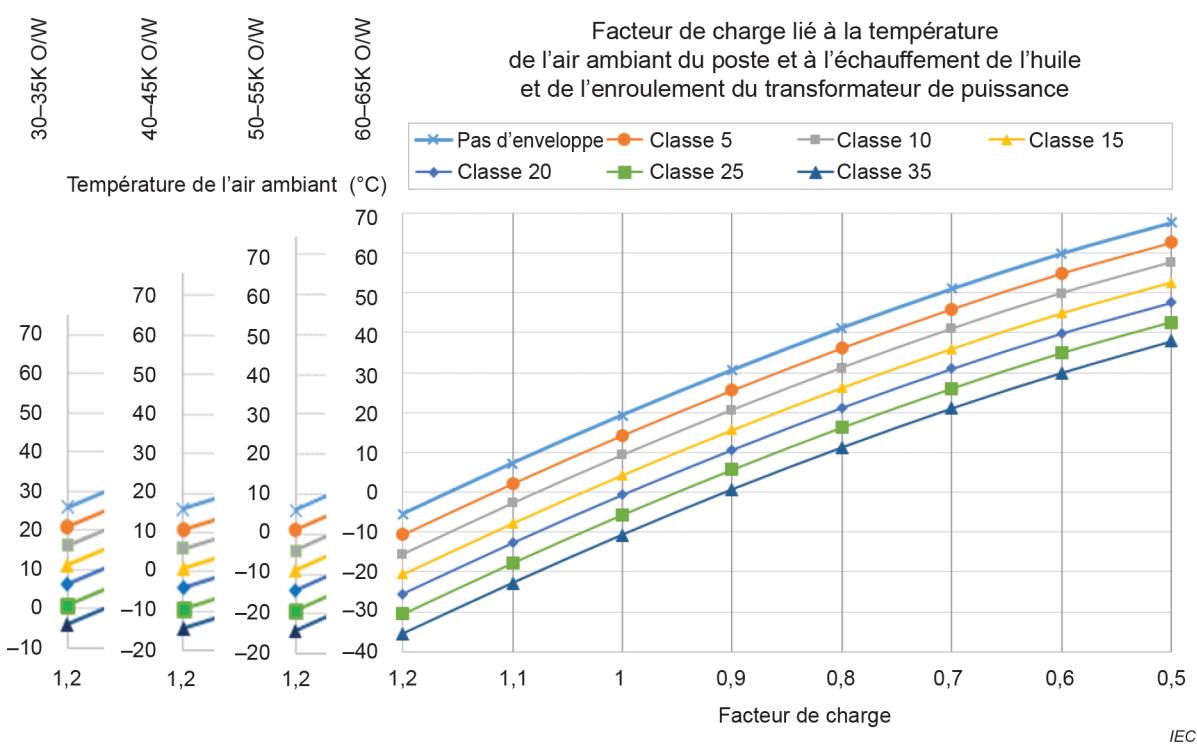
**NOTE** Un seul ensemble de courbes est fourni pour des rapports pertes à vide/pertes en charge, parce que l'utilisation d'une seule courbe ne produit aucune erreur mesurable. Les courbes sont valides pour des rapports compris entre 1:2 et 1:12.

#### **D.2 Transformateur de puissance immergé dans l'huile minérale**

En l'absence de guide de charge spécifique pour les transformateurs de puissance immergés dans un liquide, la Figure D.1, spécifique aux transformateurs de puissance immergés dans l'huile minérale, peut être utilisée.

La condition d'isolement assignée choisie du transformateur de puissance ("exempte d'air et avec taux d'humidité de 0,5 %") est conforme au Tableau A.1 de l'IEC 60076-7:2018. Il convient d'utiliser les courbes de la Figure D.1 comme suit:

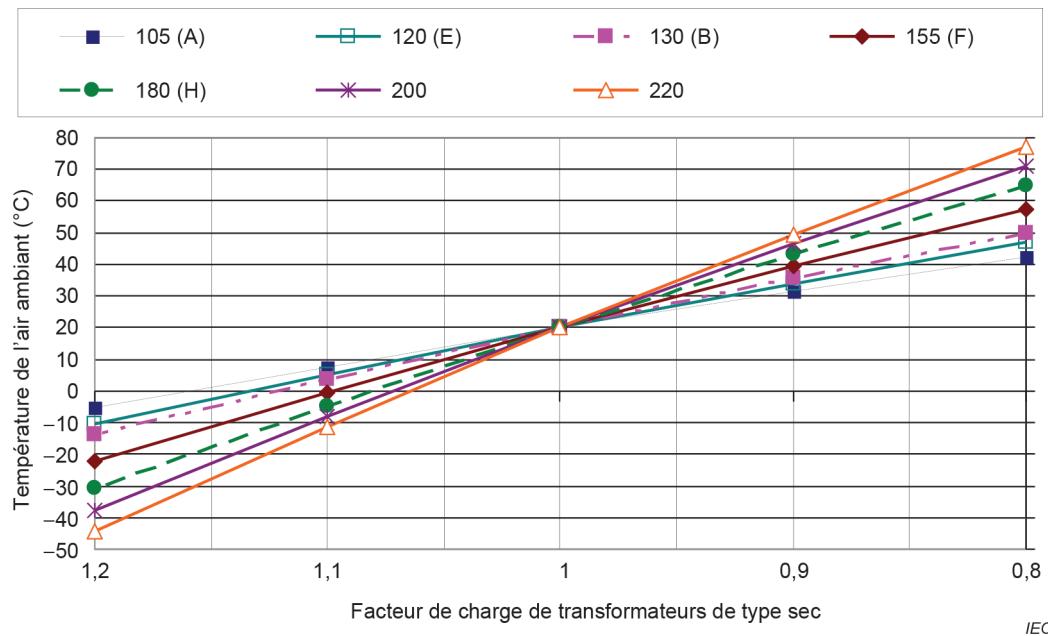
- a) choisir la ligne qui correspond à la classe d'enveloppe;
- b) choisir la température moyenne de l'air ambiant pendant une durée donnée pour le site du poste préfabriqué, sur l'axe vertical pour les limites appropriées d'échauffement de l'huile et des enroulements;
- c) l'intersection entre la ligne de classe d'enveloppe et la ligne de température de l'air ambiant donne le facteur de charge du transformateur de puissance admis, correspondant à la limite maximale d'échauffement de l'huile en partie supérieure du transformateur de puissance à l'extérieur de l'enveloppe.



**Figure D.1 – Facteur de charge de transformateur de puissance immergé dans l'huile minérale à l'intérieur de l'enveloppe en relation avec l'air ambiant sur le site et limites d'échauffement de l'huile en partie supérieure et dans les enroulements**

### D.3 Transformateur de puissance de type sec

La Figure D.2 présente le facteur de charge d'un transformateur de puissance de type sec à l'extérieur de l'enveloppe selon la température du système d'isolation électrique du transformateur de puissance (voir le Tableau 2 de l'IEC 60076-11:2018).

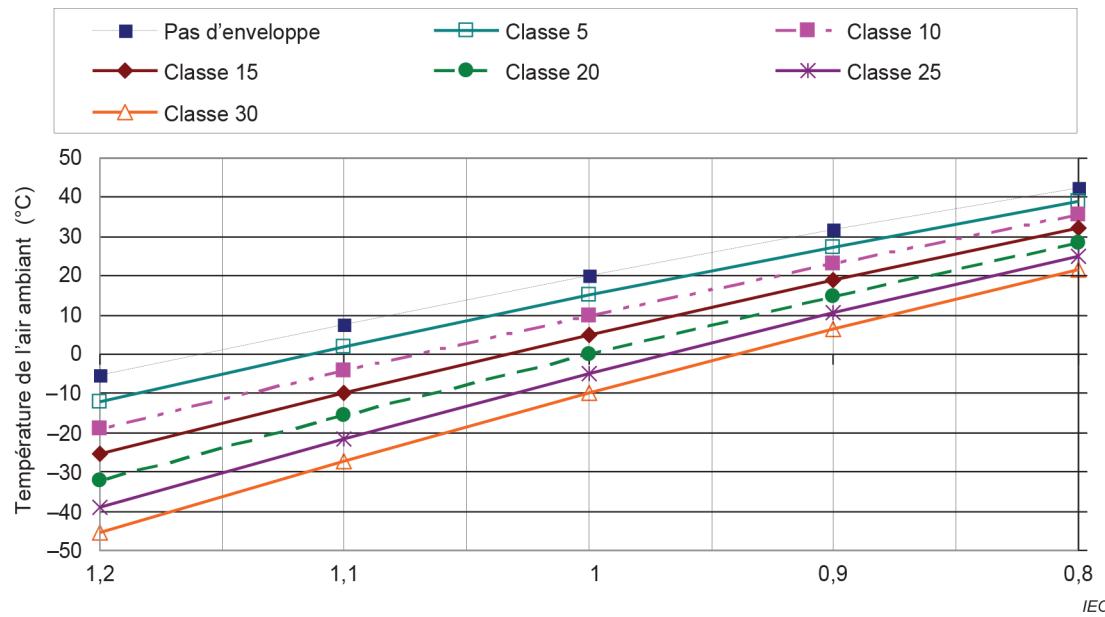


**Figure D.2 – Facteur de charge d'un transformateur de puissance de type sec à l'extérieur de l'enveloppe**

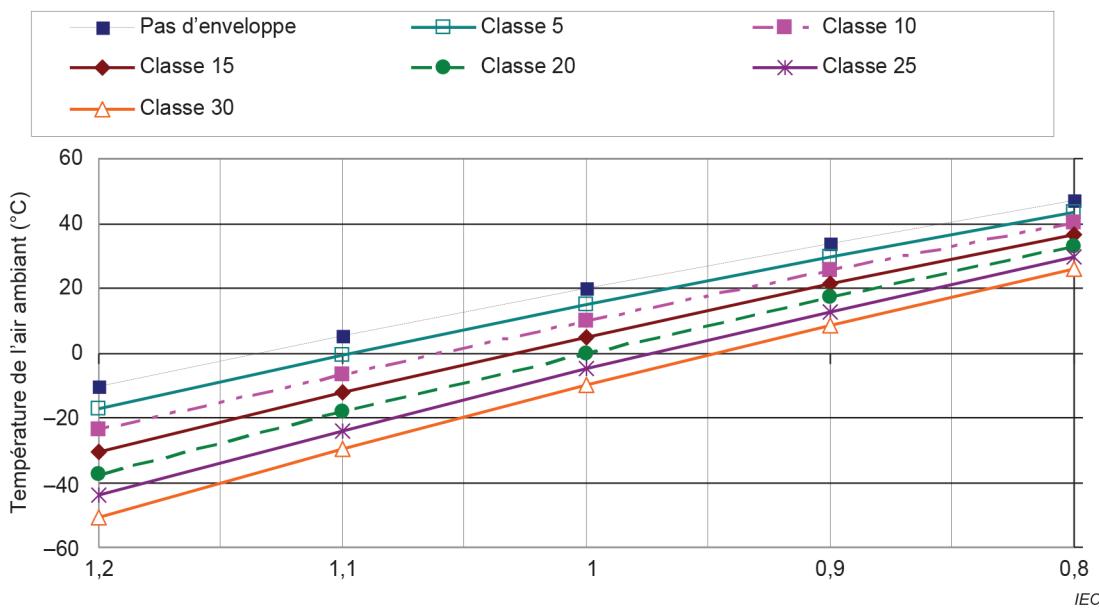
Les figures de la Figure D.3 à la Figure D.9 présentent le facteur de charge du transformateur de puissance de type sec selon la classe de l'enveloppe et la classe d'isolation dudit transformateur, respectivement Figure D.3 (classe d'isolation, 105 °C), Figure D.4 (classe d'isolation, 120 °C), Figure D.5 (classe d'isolation, 130 °C), Figure D.6 (classe d'isolation, 155 °C), Figure D.7 (classe d'isolation, 180 °C), Figure D.8 (classe d'isolation, 200 °C) et Figure D.9 (classe d'isolation, 220 °C).

Il convient d'utiliser les courbes de la Figure D.3 à la Figure D.9 comme suit:

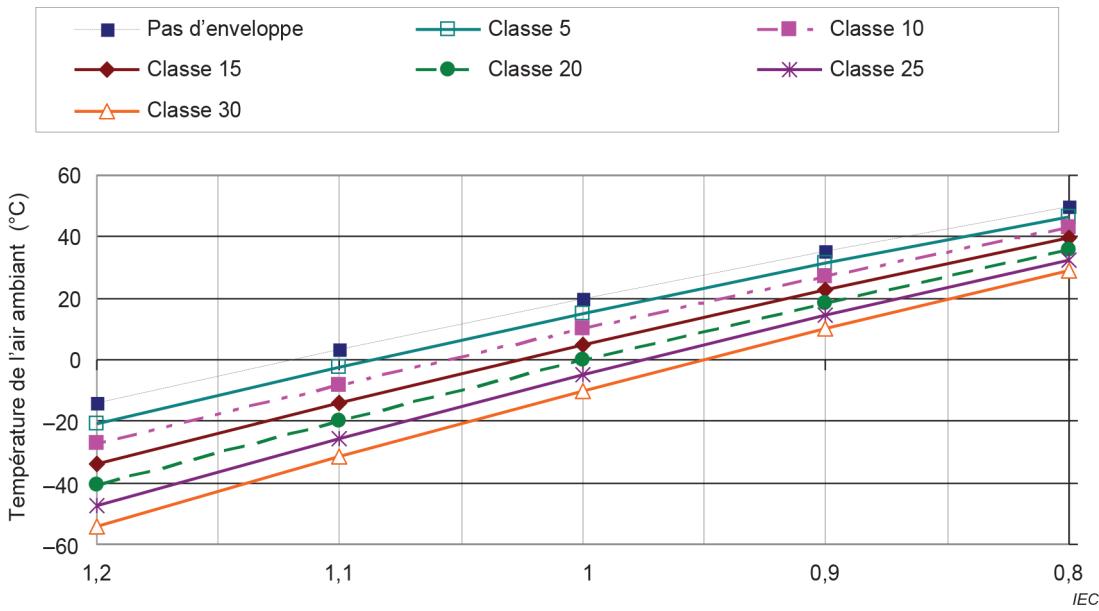
- a) choisir la ligne de la classe d'enveloppe sur la figure correspondante selon la température du système d'isolation électrique du transformateur de puissance;
- b) choisir la température moyenne de l'air ambiant pendant une durée donnée pour le site du poste préfabriqué, sur l'axe vertical;
- c) l'intersection entre la ligne de classe d'enveloppe et la ligne de température de l'air ambiant donne le facteur de charge du transformateur de puissance admis pour chaque température de système d'isolation.



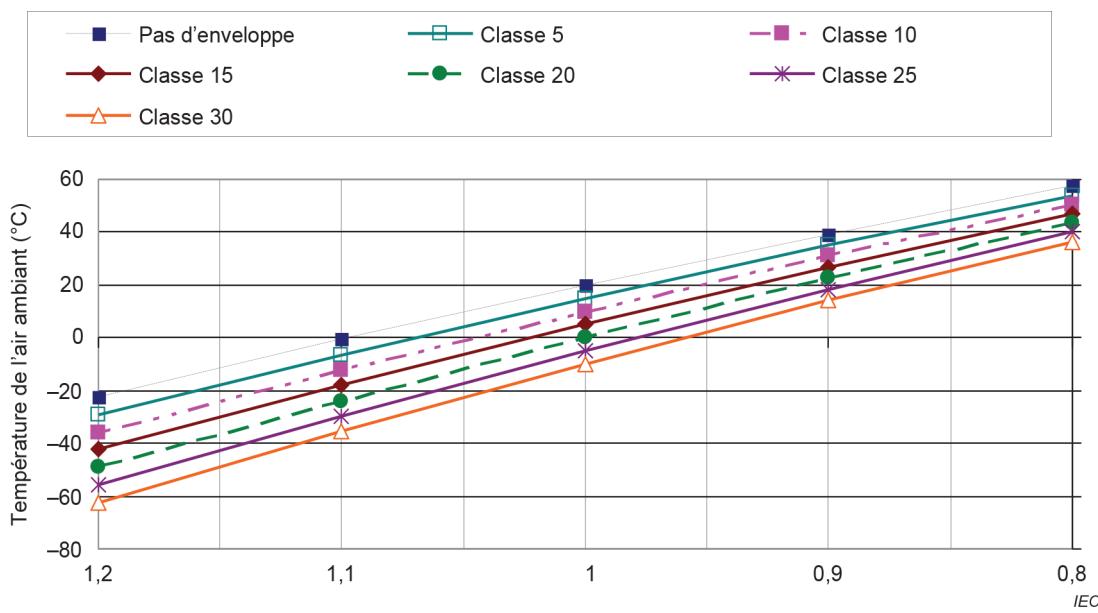
**Figure D.3 – Facteur de charge de transformateurs de puissance de type sec de classe d'isolation de 105 °C (A) dans une enveloppe**



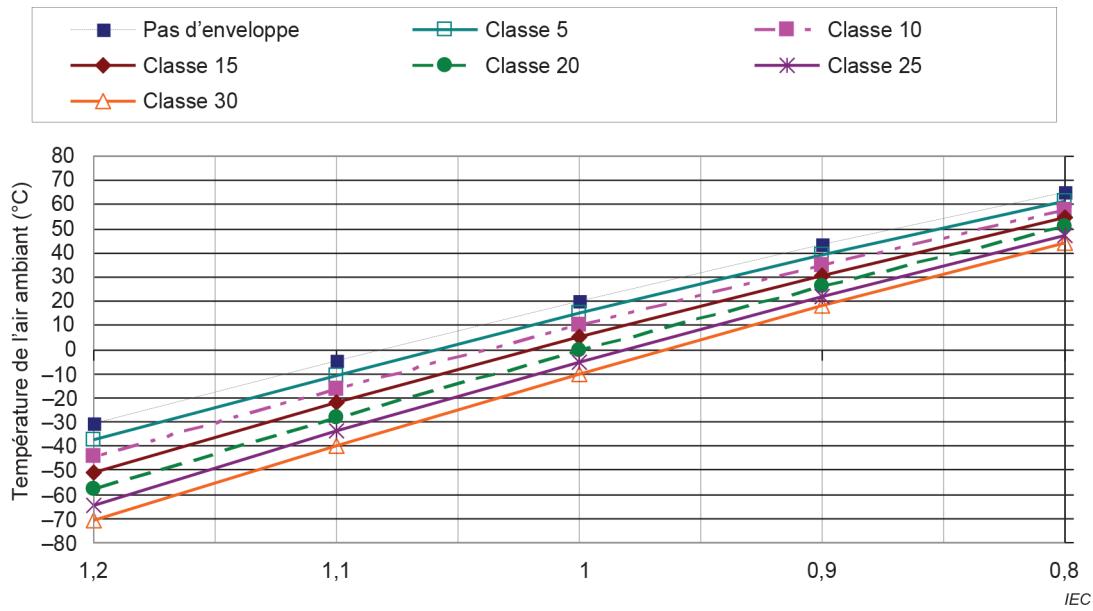
**Figure D.4 – Facteur de charge de transformateurs de puissance de type sec de classe d'isolation de 120 °C (E) dans une enveloppe**



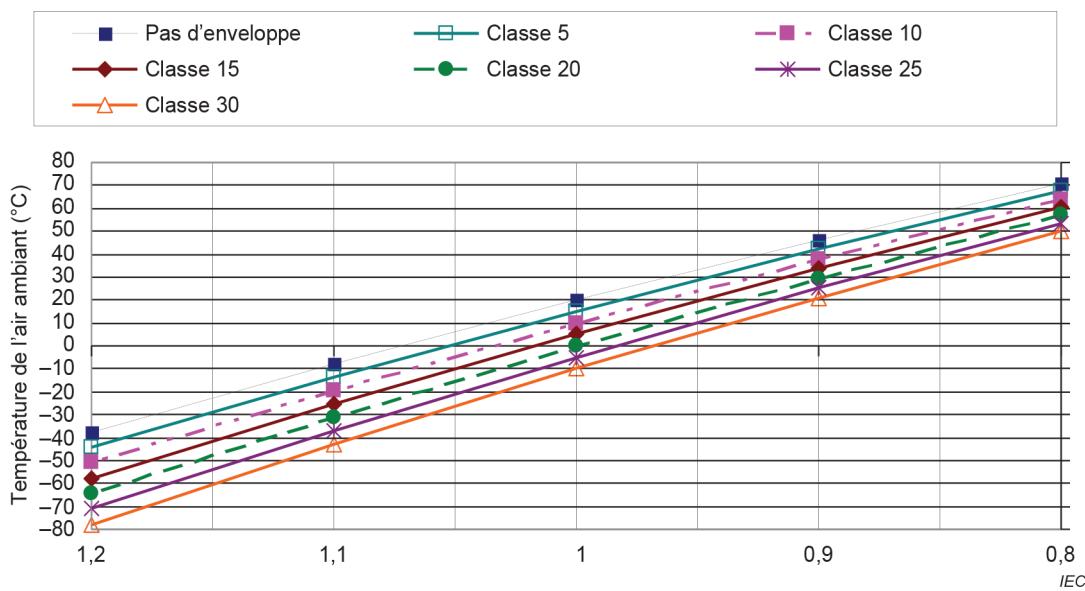
**Figure D.5 – Facteur de charge de transformateurs de puissance de type sec de classe d'isolation de 130 °C (B) dans une enveloppe**



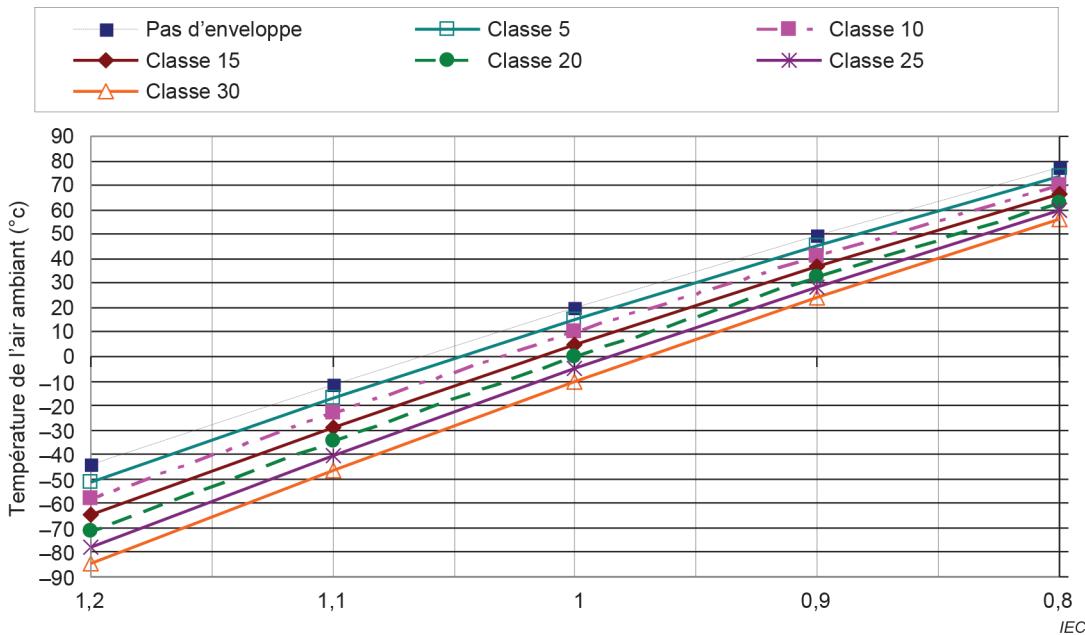
**Figure D.6 – Facteur de charge de transformateurs de puissance de type sec de classe d'isolation de 155 °C (F) dans une enveloppe**



**Figure D.7 – Facteur de charge de transformateurs de puissance de type sec de classe d'isolation de 180 °C (H) dans une enveloppe**



**Figure D.8 – Facteur de charge de transformateurs de puissance de type sec de classe d'isolation de 200 °C (H) dans une enveloppe**



**Figure D.9 – Facteur de charge de transformateurs de puissance de type sec de classe d'isolation de 220 °C (H) dans une enveloppe**

#### D.4 Exemple

##### Hypothèse

Site avec une température annuelle moyenne de l'air ambiant de 10 °C:

- la température moyenne de l'air ambiant en hiver est de 0 °C;
- la température moyenne de l'air ambiant en été est de 20 °C;
- la charge moyenne annuelle exigée est de 900 kVA;
- la charge moyenne nécessaire en hiver est de 1 000 kVA;

- la charge moyenne nécessaire en été est de 600 kVA;
- limites d'échauffement de transformateur de puissance de 60 K à 65 K respectivement pour l'huile et les enroulements.

Par hypothèse, les transformateurs de puissance utilisés pour les exemples sont les mêmes que ceux utilisés pour l'essai au courant permanent de référence qui définit la classe de l'enveloppe du poste préfabriqué. À défaut, il convient de prendre en considération l'IEC TR 62271-312 [17] qui traite de la transférabilité des essais de type.

### Question 1

Quelle est la classe d'enveloppe assignée exigée pour un transformateur de puissance de 1 000 kVA immergé dans l'huile minérale afin de ne pas dépasser les limites maximales d'échauffement de l'huile en partie supérieure et de point chaud de 60 K et 65 K respectivement?

#### Réponse:

- pour une température annuelle moyenne de l'air ambiant de 10 °C et un facteur de charge de 0,9, la Figure D.1 recommande une classe d'enveloppe 20 ou inférieure;
- pour une température hivernale moyenne de l'air ambiant de 0 °C et un facteur de charge de 1,0, la Figure D.1 recommande une classe d'enveloppe 20 ou inférieure;
- pour une température estivale moyenne de l'air ambiant de 20 °C et un facteur de charge de 0,6, la Figure D.1 recommande une classe d'enveloppe 30 ou inférieure.

### Conclusion

Seules les classes 20, 15, 10 et 5 peuvent être choisies pour un transformateur de puissance assignée de 1 000 kVA.

### Question 2

Avec la même hypothèse indiquée ci-dessus, mais avec une classe d'enveloppe 30, quels sont les facteurs de charge admissibles pour le transformateur de puissance?

#### Réponse:

- pour une température annuelle moyenne de l'air ambiant de 10 °C et une classe d'enveloppe 30, la Figure D.1 donne un facteur de charge maximal de 0,81;
- pour une température hivernale moyenne de l'air ambiant de 0 °C et une classe d'enveloppe 30, la Figure D.1 donne un facteur de charge maximal de 0,90;
- pour une température estivale moyenne de l'air ambiant de 20 °C et une classe d'enveloppe 30, la Figure D.1 donne un facteur de charge maximal de 0,70.

### Conclusion

Lorsque la classe d'enveloppe 30 est choisie, il est nécessaire de limiter la charge du transformateur de puissance.

### Question 3

Avec la même hypothèse indiquée ci-dessus, mais avec une classe d'enveloppe 30, pour des limites d'échauffement de l'huile et de l'enroulement d'un transformateur de puissance de 50 K et 55 K respectivement, quels sont les facteurs de charge admissibles du transformateur de puissance?

**Réponse:**

- pour une température annuelle moyenne de l'air ambiant de 10 °C, la Figure D.1 donne un facteur de charge maximal de 0,9;
- pour une température hivernale moyenne de l'air ambiant de 0 °C, la Figure D.1 donne un facteur de charge maximal de 1,0;
- pour une température estivale moyenne de l'air ambiant de 20 °C, la Figure D.1 donne un facteur de charge maximal de 0,8.

**Conclusion**

Lors de l'utilisation d'un transformateur de puissance avec une classe d'enveloppe 30 et des limites d'échauffement de l'huile et de l'enroulement de 50 K et 55 K respectivement, il est nécessaire de limiter la charge sauf en hiver.

**Question 4**

Avec la même hypothèse indiquée ci-dessus, mais avec un transformateur de puissance de type sec et une classe d'enveloppe 20, quelle classe d'isolation du transformateur de puissance de type sec convient-il d'utiliser, dans le cas de plages de températures et de facteurs de charge identiques?

**Réponse:**

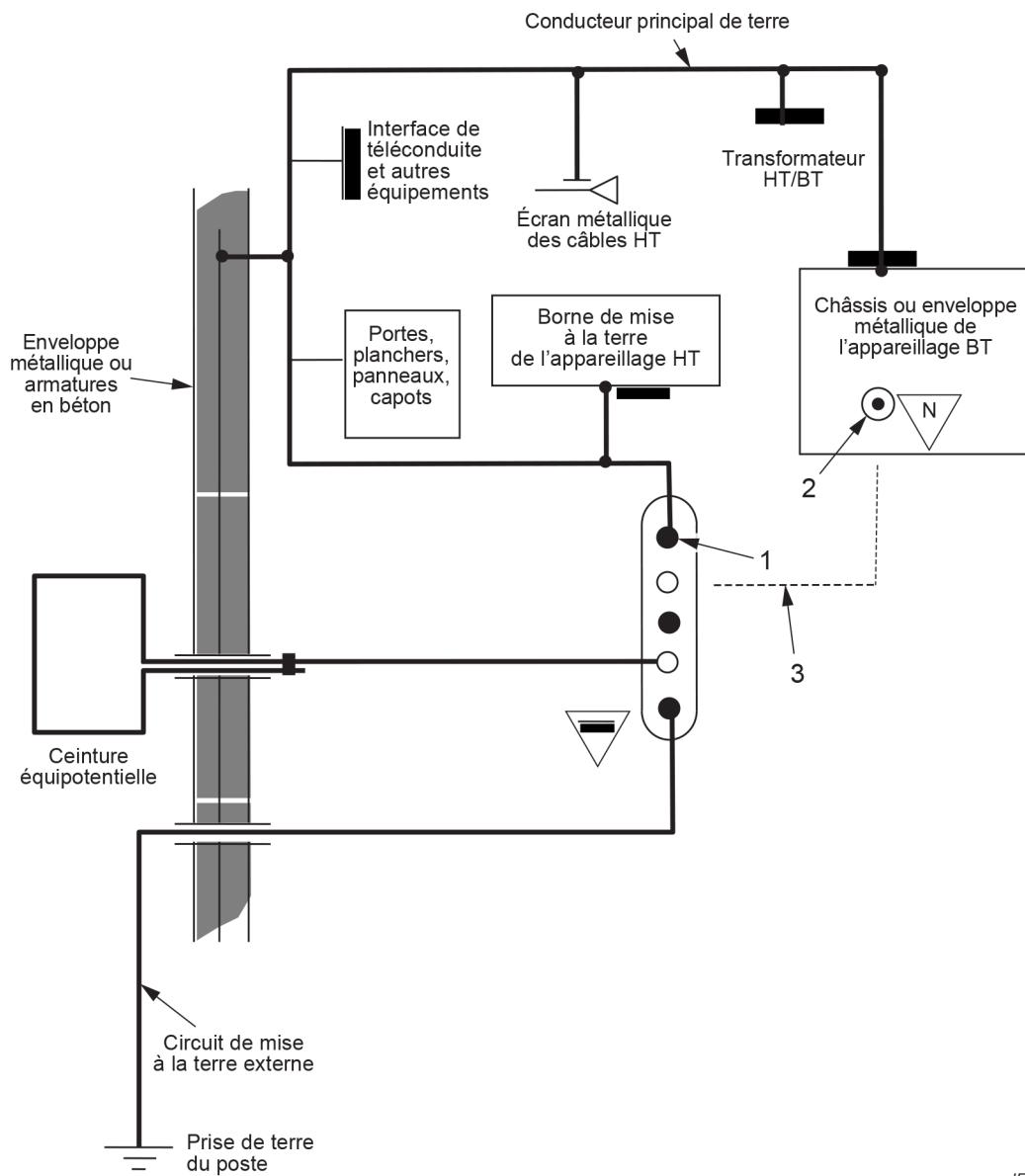
- pour une température annuelle moyenne de l'air ambiant de 10 °C, une classe d'enveloppe 20 et un transformateur de puissance de type sec de classe d'isolation 105 °C, la Figure D.5 donne un facteur de charge maximal de 0,93;
- pour une température hivernale moyenne de l'air ambiant de 0 °C, une classe d'enveloppe 20 et un transformateur de puissance de type sec de classe d'isolation 105 °C, la Figure D.5 donne un facteur de charge maximal de 1;
- pour une température estivale moyenne de l'air ambiant de 20 °C, une classe d'enveloppe 20 et un transformateur de puissance de type sec de classe d'isolation 105 °C, la Figure D.5 donne un facteur de charge maximal de 0,87.

**Conclusion**

Pour un facteur de charge maximal de 1, un transformateur de puissance de type sec avec une classe d'isolation 105 °C et une classe d'enveloppe 20 peut être utilisé jusqu'à une température moyenne de l'air ambiant de 0 °C comme un transformateur de puissance immergé dans l'huile minérale avec des limites d'échauffement de l'huile et de l'enroulement de 50 K et 55 K respectivement, et avec une classe d'enveloppe 30.

**Annexe E**  
(informative)**Exemples d'installations de mise à la terre**

Des exemples d'installations de mise à la terre sont présentés à la Figure E.1, à la Figure E.2 et à la Figure E.3.

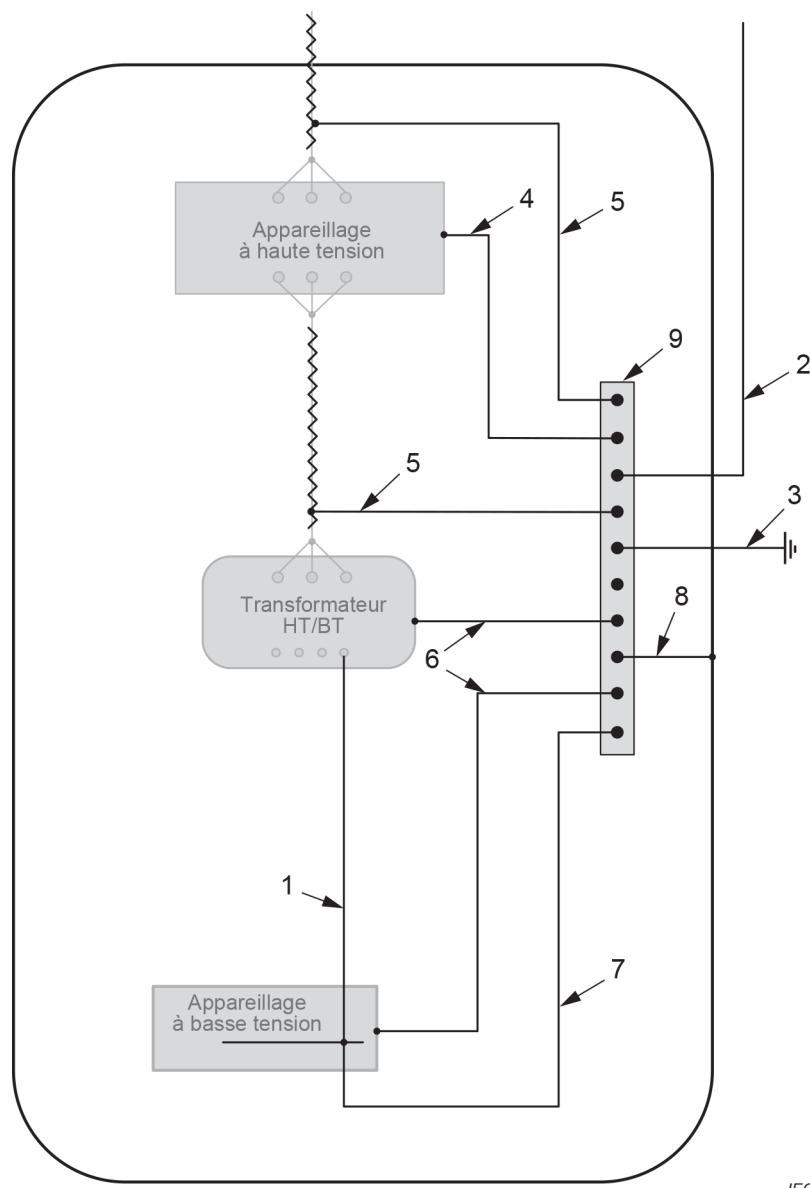


IEC

**Légende**

- 1 Plaque de mise à la terre (partie du conducteur principal de terre)
- 2 Borne de connexion du neutre BT à la terre
- 3 Connexion du neutre BT au conducteur principal de terre (conducteur de protection); ou connexion à une électrode de terre du neutre BT séparée selon les règles d'installation

**Figure E.1 – Exemple d'installation de mise à la terre**

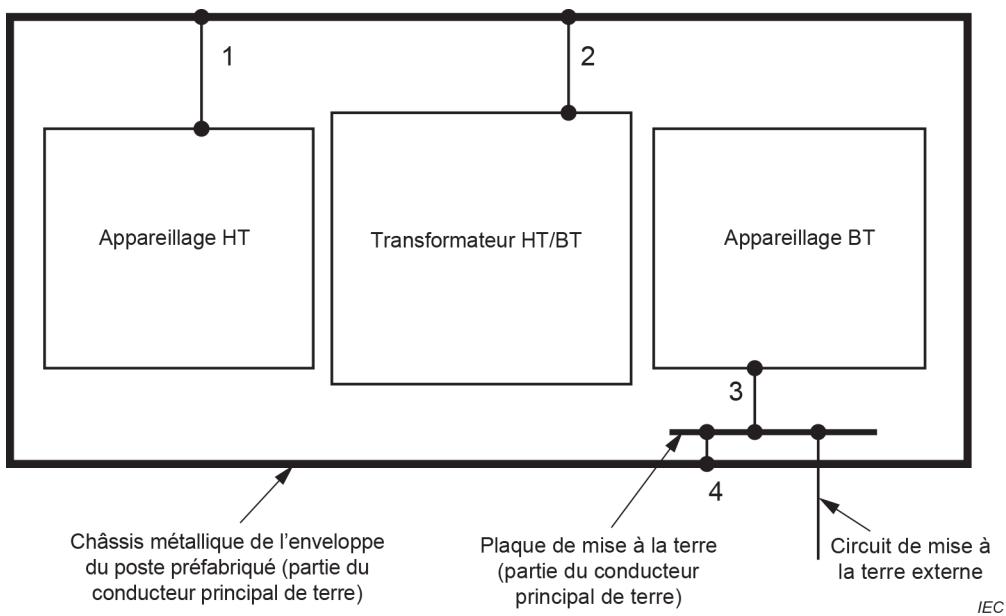


IEC

**Légende**

- 1 Conducteur neutre basse tension
- 2 Mise à la terre externe supplémentaire (selon les caractéristiques du sol)
- 3 Circuit de mise à la terre externe
- 4 Conducteur de terre de l'appareillage à haute tension
- 5 Conducteurs de terre de l'écran des câbles haute tension
- 6 Conducteurs de terre du transformateur de puissance et du châssis de l'appareillage à basse tension
- 7 Conducteur de terre de la barre neutre principale basse tension (conducteur de protection)
- 8 Conducteur de terre de l'enveloppe
- 9 Plaque de mise à la terre (conducteur principal de terre)

**Figure E.2 – Exemple d'installation de mise à la terre**



**Légende**

- 1 Conducteur de terre de l'appareillage à haute tension
- 2 Conducteur de terre de la cuve du transformateur de puissance
- 3 Conducteur de terre de l'appareillage à basse tension
- 4 Connexion de mise à la terre entre la plaque de mise à la terre et le châssis métallique de l'enveloppe du poste préfabriqué

**Figure E.3 – Exemple de châssis utilisé comme partie intégrante du conducteur principal de terre**

**Annexe F**  
(informative)**Caractéristiques des matériaux de l'enveloppe****F.1 Métaux****F.1.1 Revêtements**

Un nombre croissant de revêtements est disponible. Le Tableau F.1 énumère quelques exemples de revêtements recommandés.

**Tableau F.1 – Traitement des revêtements**

Traitement	Normes	Substrat	
		Acier	Aluminium
Galvanisation à chaud	ISO 1460 [32] ISO 1461 [33]	X	
Dépôts électrolytiques de zinc	ISO 2081 [34]	X	
Couches de conversion chimique	ISO 11408 [35] ISO 10546 <sup>3</sup> [36]	X	X

**Légende**

X applicable

**F.1.2 Peintures**

Le Tableau F.2 énumère quelques normes qui peuvent être appliquées aux peintures à l'essai.

**Tableau F.2 – Essais des revêtements**

Essais	Normes
Adhérence	ISO 2409 [37],
Brouillard salin	ISO 9227 [38]
Vieillissement artificiel	ISO 11997 (toutes les parties) 0
Abrasion	ISO 7784 (toutes les parties) [40]
Corrosion	ISO 12944 (toutes les parties) [41]

<sup>3</sup> Cette publication a été supprimée.

## F.2 Béton

La corrosion peut apparaître aussi bien sur le béton que sur l'acier d'un béton armé. Par conséquent, il convient de tenir compte des principaux facteurs énumérés au paragraphe 6.104.3 qui ont un effet sur la corrosion.

Il convient de prendre en considération les valeurs limites de certaines caractéristiques du béton, par exemple le ratio eau-ciment maximal, la valeur minimale de résistance, la quantité minimale de ciment et le recouvrement minimal des armatures du béton armé.

Le Tableau F.3 énumère quelques normes qui peuvent être appliquées pour vérifier par essai les caractéristiques du béton.

**Tableau F.3 – Essai du béton**

Essais	Normes
Résistance du béton	ISO 1920-4 [42],
Résistance à la diffusion des chlorures (sel de dégivrage)	ISO/DIS 4846 <sup>4</sup> [43]
Densité/porosité	ISO/DIS 1920-2 [44]
Spécification, performance, production et conformité	EN 206-1 [45] ASTM C94/C 94M [46]

Les peintures/revêtements peuvent améliorer la résistance à la corrosion et les propriétés du produit.

---

<sup>4</sup> Cette publication a été supprimée.

## Annexe G (informative)

### Évaluation de l'impact du rayonnement solaire – Essai au courant permanent avec rayonnement solaire simulé

#### G.1 Généralités

L'Annexe G constitue une proposition de première étape vers une méthode d'essai normalisée. Une identification plus claire des exigences du marché par une plus grande expérience s'avère nécessaire pour établir une méthode d'essai normalisée. L'essai décrit est soumis à un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Selon l'exposition au rayonnement solaire, ainsi que selon la conception et les matériaux utilisés dans la construction de l'enveloppe d'un poste préfabriqué, les effets du rayonnement solaire sur les performances dans des conditions d'échauffement du poste peuvent être pris en considération. Par exemple, les postes préfabriqués utilisés dans les centrales photovoltaïques (PV) à énergie renouvelable connaissent une application de charge de crête du transformateur de puissance à différents moments de la journée qui correspondent à une exposition au rayonnement solaire maximal. Les effets du rayonnement solaire dans ce type d'applications ne peuvent pas être ignorés. Les compartiments non ventilés dont le degré de protection est élevé peuvent constituer une préoccupation particulière. La méthode d'essai décrite à l'Annexe G peut servir à évaluer les effets du rayonnement solaire dans ce type d'applications.

#### G.2 Méthode d'essai

##### G.2.1 Généralités

Cet essai a pour objet d'évaluer l'échauffement des composants à l'intérieur du poste préfabriqué en cas de combinaison de l'effet du rayonnement solaire et du courant permanent. Les résultats de l'essai au courant permanent peuvent alors être utilisés pour déterminer de quelle manière il affecte l'échauffement, comme cela est décrit à l'Article G.3 ci-après, afin d'évaluer l'effet de déclassement du rayonnement solaire sur le transformateur de puissance et les composants principaux d'un poste préfabriqué. Par ailleurs, les résultats d'essai peuvent être utilisés pour vérifier que l'effet du rayonnement solaire n'altère pas les performances et la durée de vie prévue des composants et/ou équipements du poste préfabriqué. Leurs performances et durée de vie prévue (c'est-à-dire taux de détérioration de l'isolation) ne sont pas affectées lorsque les limites de température acceptables ne sont pas dépassées.

NOTE La simulation des effets du rayonnement solaire peut également être effectuée à l'aide d'outils CFD (*computational fluid dynamics - mécanique des fluides numérique*) complexes qui exigent un modèle tridimensionnel complet du poste préfabriqué – y compris les implantations des composants, les descriptions matérielles de l'enveloppe, des cloisons, des ouvertures de ventilation, etc. Ces outils peuvent également servir à reproduire les conditions d'essai.

##### G.2.2 Paramètres d'essai, équipements et préparation

L'essai prend en considération un éclairement solaire énergétique de 1,09 kW/m<sup>2</sup>, qui correspond au niveau maximal d'éclairement solaire énergétique (SI) auquel le poste préfabriqué peut être exposé sous un rayonnement solaire direct.

NOTE 1 Des valeurs différentes d'éclairement solaire énergétique peuvent être plus adaptées selon le site d'installation réel. Se reporter à l'IEC 60721-2-4 pour les valeurs de référence.

Bien que l'irradiation solaire par cycle diurne soit considérée comme adaptée à une durée comprise entre 8 h et 20 h, cet essai considère une irradiation continue pendant une durée limitée maximale de 8 h afin d'évaluer l'effet d'échauffement thermique supplémentaire du rayonnement solaire sur les performances dans des conditions d'échauffement du poste préfabriqué.

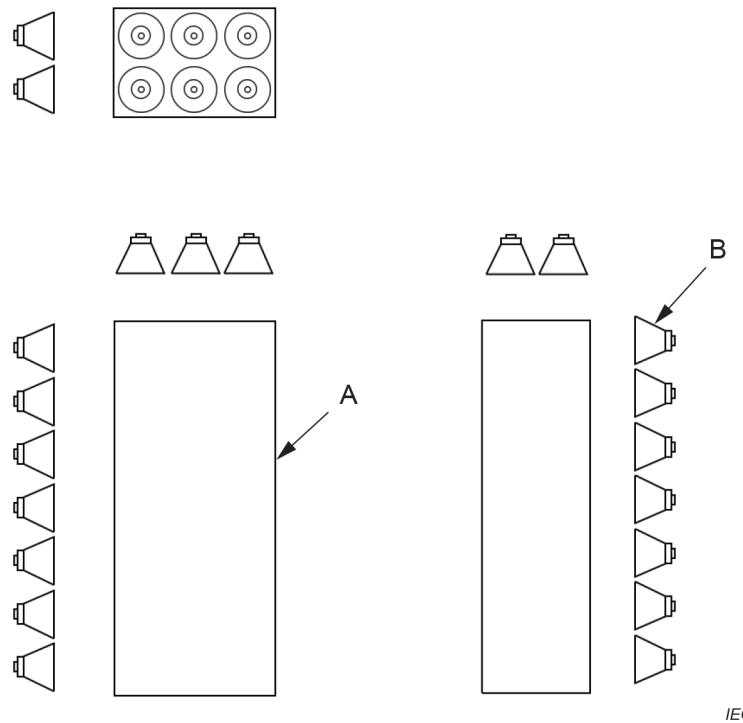
NOTE 2 Conformément à l'IEC 60068-2-5:2018, une irradiation solaire d'une durée de 8 h est définie, et les effets thermiques du rayonnement solaire constituent l'élément intéressant principal.

Par hypothèse, les effets les plus sévères du rayonnement solaire sur le poste préfabriqué sont observés en milieu de matinée ou en milieu d'après-midi lorsque le dessus, l'arrière ou l'avant et un côté adjacent de l'unité sont soumis au rayonnement solaire. La réduction de l'éclairement solaire énergétique maximal à cet instant est de 10 % environ.

Les sources de rayonnement de laboratoire (se reporter au paragraphe 5.1.8 de l'IEC 60068-2-5:2018) sont établies afin de simuler les effets du rayonnement solaire sur le dessus, l'avant et le côté adjacent du poste préfabriqué (voir la Figure G.1). Ces sources sont installées et positionnées à une distance des surfaces de l'enveloppe du poste préfabriqué en essai de telle sorte que l'éclairement solaire énergétique moyen auquel est soumise l'enveloppe, perpendiculairement à la surface prise en considération, est le suivant:

Dessus	$1,09 \text{ kW/m}^2 \times [0,9 \times 1/\sqrt{2}]$	$= 0,69 \text{ kW/m}^2$
Avant ou arrière	$1,09 \text{ kW/m}^2 \times [0,9 \times 1/(\sqrt{2} \times \sqrt{2})]$	$= 0,49 \text{ kW/m}^2$
Côté	$1,09 \text{ kW/m}^2 \times [0,9 \times 1/(\sqrt{2} \times \sqrt{2})]$	$= 0,49 \text{ kW/m}^2$

NOTE 3 Une tolérance de  $\pm 10\%$  est acceptable conformément à l'IEC 60068-2-5:2018.

**Légende**

- A poste préfabriqué en essai  
B réseau de lampes à chaleur rayonnante

**Figure G.1 – Montage indicatif des sources de rayonnement de laboratoire (par exemple, lampes à chaleur rayonnante) pour l'essai au courant permanent avec rayonnement solaire simulé**

Il convient de prendre toutes les précautions nécessaires pour éviter les points chauds. Un pyranomètre permet de mesurer le niveau d'éclairement solaire énergétique simulé le plus près possible de la surface du poste préfabriqué. Pour chaque surface prise en considération, au moins sept points de mesure, espacés au plus d'un mètre et correctement répartis sur toute la surface, permettent de calculer l'éclairement solaire énergétique moyen. Lorsque cela est nécessaire, des points de mesure supplémentaires peuvent être exigés pour vérifier l'absence effective de points chauds. Le niveau moyen d'éclairement énergétique sur chacune des surfaces exposées, les positions relatives des sources de rayonnement et une représentation des points de mesure avec leurs valeurs respectives sont enregistrés dans le rapport d'essai.

Dans le cas de postes préfabriqués enfouis ou partiellement enfouis, il convient que seules les parties des surfaces exposées au rayonnement solaire soient soumises au rayonnement solaire simulé. Lorsque cela est nécessaire, les surfaces non exposées en utilisation normale peuvent être protégées par un écran pendant l'essai.

Le montage d'essai et les positions des sources de rayonnement par rapport au poste préfabriqué sont décrits et intégrés au rapport d'essai.

La poussière et toute autre pollution superficielle peuvent modifier de manière significative les caractéristiques d'absorption des surfaces irradiées. Sauf exigence contraire, il convient de soumettre à l'essai des spécimens propres.

Lorsque le refroidissement/la ventilation forcés constituent une mesure supplémentaire d'amélioration des performances solaires de l'enveloppe, tous les ventilateurs, prises d'air et d'échappement, ainsi que tous les autres équipements associés au dispositif de refroidissement forcé sont installés et opérationnels comme l'exigent les conditions de service.

**NOTE 4** Comme cela est indiqué au paragraphe 6.104.1, l'utilisation d'un refroidissement/d'une ventilation forcés ne relève pas du domaine d'application du présent document, et est par conséquent soumise à un accord entre le constructeur et l'utilisateur. En cas d'accord, l'essai avec rayonnement solaire simulé peut être mené initialement sans refroidissement/ventilation forcés opérationnels, puis être répété avec refroidissement/ventilation forcés opérationnels afin d'évaluer son efficacité.

### G.2.3 Mode opératoire et application des courants d'essai

Les connexions des alimentations sont réalisées selon les paragraphes 7.5.103.2.2.2 (Figure 3) ou 7.5.103.2.3.3 (Figure 4). L'essai est effectué selon les deux étapes suivantes.

Étape 1:

Essai au courant permanent sans rayonnement solaire simulé selon le paragraphe 7.5.103. Il convient que les sources de rayonnement solaire de laboratoire soient installées, mais hors tension. Les mesurages de la température sont réalisés selon le paragraphe G.2.4.

Étape 2:

Le montage d'essai et l'alimentation en courant à la fin de l'étape 1 sont maintenus avec les sources de rayonnement de laboratoire sous tension pendant une durée maximale de 8 h ou jusqu'à ce que l'équilibre thermique ait été atteint au cours de cette durée. À la fin de l'étape 2, les mesurages de la température sont réalisés selon le paragraphe G.2.4.

**NOTE** Il est considéré qu'une condition stable (équilibre thermique) est obtenue lorsque la variation de température à tous les points mesurés, y compris la température de l'air ambiant, ne dépasse pas 1 K par heure.

### G.2.4 Mesurages

#### G.2.4.1 Mesurages de la température

Les mesurages de la température sont réalisés et les échauffements sont calculés selon le paragraphe 7.5.104.

**NOTE** Lorsque plusieurs mesurages ont été réalisés pendant un essai au courant permanent effectué précédemment sur le même composant, mais à des emplacements différents (par exemple, bornes supérieure et inférieure d'un appareil de connexion à basse tension), il peut être suffisant que les mesurages de la température réalisés pendant l'essai de rayonnement solaire simulé soient limités à l'emplacement et à la phase du composant dont l'échauffement est le plus élevé (par exemple, borne de phase moyenne supérieure de l'appareil de connexion à basse tension).

#### G.2.4.2 Température de l'air ambiant

La température de l'air ambiant est mesurée selon le paragraphe 7.5.104.1, sauf pour la limite supérieure de la température de l'air ambiant de +40 °C qui peut être dépassée. La disposition des sources de rayonnement solaire est choisie de manière à ne pas affecter directement les dispositifs de mesure de la température de l'air ambiant. Lorsque cela est exigé, les capteurs de température de l'air ambiant peuvent être protégés conformément à l'IEC 60068-2-5:2018 (par exemple, au moyen d'une cuve miroir réfléchissante transparente). Des dispositifs supplémentaires de mesure de la température de l'air ambiant répartis de manière égale peuvent être mis en place pour éviter toute préoccupation par rapport à l'influence du rayonnement solaire simulé sur les mesurages de la température de l'air ambiant.

## G.3 Évaluation des effets du rayonnement solaire

### G.3.1 Évaluation des effets du rayonnement solaire sur l'échauffement du transformateur de puissance

La différence d'échauffement du transformateur de puissance entre la fin de l'étape 1 et la fin de l'étape 2 du paragraphe G.2.3 est déterminée. De plus, la différence d'échauffement du transformateur de puissance entre la fin de l'étape 2 du paragraphe G.2.3 et ce même transformateur de puissance à l'extérieur de l'enveloppe est déterminée. Cette dernière valeur peut alors être utilisée pour calculer le facteur de charge admissible du transformateur de puissance conformément à l'Annexe D.

#### EXEMPLE

Calculer, dans des conditions d'exposition au rayonnement solaire, le facteur de charge, à une température de l'air ambiant de 30 °C, d'un poste préfabriqué qui contient un transformateur de puissance rempli de liquide et d'une puissance de 600 kVA (limites d'échauffement huile/enroulement 60 K/65 K) avec une classe d'enveloppe 10.

La différence d'échauffement du transformateur de puissance entre la fin de l'étape 1 et la fin de l'étape 2 du paragraphe G.2.3 est de 4 K. Cette valeur représente la contribution du rayonnement solaire à l'échauffement du transformateur de puissance.

La différence d'échauffement du transformateur de puissance à l'intérieur de l'enveloppe à la fin de l'étape 2 et ce même transformateur de puissance à l'extérieur de l'enveloppe est de 13 K.

Le facteur de charge peut alors être déterminé en fonction de la température de l'air ambiant, à l'aide de la ligne qui correspond à une classe d'enveloppe 15.

Le facteur de charge est égal à 0,7 avec prise en considération du rayonnement solaire. Par conséquent, la production continue maximale du poste préfabriqué est limitée à 420 kVA.

Le facteur de charge est égal à 0,83 sans prise en considération du rayonnement solaire (ce qui correspond à une classe d'enveloppe assignée 10). Par conséquent, la production continue maximale du poste préfabriqué est limitée à 498 kVA.

### G.3.2 Évaluation des effets du rayonnement solaire sur l'échauffement des composants autres que le transformateur de puissance

Les échauffements et les températures des bornes des interconnexions haute tension ne dépassent pas les exigences du paragraphe 7.5.6 de l'IEC 62271-1:2017.

Les échauffements et les températures des interconnexions basse tension et de l'appareillage à basse tension ne dépassent pas les exigences du paragraphe 9.2 de l'IEC 61439-1:2020.

Selon les résultats, le déclassement des composants peut être nécessaire.

#### G.4 Considérations d'application

En principe, les résultats du rayonnement solaire simulé peuvent essentiellement être limités aux conditions d'exploitation dans lesquelles des températures de l'air ambiant élevées, une demande (charge) de puissance permanente proche de la puissance assignée du transformateur de puissance et un rayonnement solaire maximal sont concomitants pendant une durée considérable.

Du fait de la capacité thermique et des constantes de temps associées des composants (transformateur de puissance, etc.) du poste préfabriqué et de l'enveloppe, les températures maximales du poste, la température de l'air ambiant maximale et le rayonnement solaire maximal ne sont pas simultanés au cours d'un cycle diurne. Pour les besoins de l'essai, le rayonnement solaire simulé d'une durée de 8 h est appliqué lorsque le poste préfabriqué est déjà stabilisé à ses températures de service maximales au courant permanent. Cette situation représente la condition la plus contraignante du point de vue de l'échauffement. La durée de 8 h est considérée comme suffisante lorsque les capacités thermiques appropriées, les températures maximales non synchronisées et les conditions de service réelles sont prises en considération.

Il est établi que le vent réduit l'effet thermique du rayonnement solaire, et peut même le décaler lorsqu'une vitesse du vent suffisante est atteinte et que les orifices de sortie de l'air de ventilation ne sont pas exposés à la direction dominante du vent. Toutefois, l'Annexe G ne prend pas en considération cet effet de réduction qui peut toutefois être pris en compte par l'utilisateur lors de l'évaluation des résultats d'essai.

Un cycle de demande (charge) de puissance moins contraignant ou d'autres conditions favorables peuvent rendre inutile toute prise en compte du rayonnement solaire. L'utilisateur peut évaluer tous ces aspects lors du choix de la classe d'enveloppe du poste préfabriqué.

D'autre part, il existe de nombreuses autres mesures d'installation qui peuvent être adoptées pour réduire l'échauffement interne dû au rayonnement solaire. L'assombrissement du dessus de l'enveloppe et/ou des côtés les plus exposés au rayonnement solaire peut réduire l'échauffement de l'air interne.

Le cas échéant, selon l'implantation et la conception du poste préfabriqué, il convient que le constructeur spécifie des recommandations relatives à la position et à l'orientation du poste afin de réduire le plus possible les effets du rayonnement solaire. Par exemple, sous des latitudes comprises entre le tropique et le pôle Sud, le ou les côtés du poste préfabriqué qui sont le plus exposés au rayonnement solaire direct sont le ou les côtés exposés au nord, et ainsi les compartiments qui hébergent du matériel électronique sensible peuvent être disposés sur les côtés opposés.

Il convient d'assurer une maintenance régulière de la couleur du poste préfabriqué par l'élimination de la poussière ou d'autres polluants et, si cela est nécessaire, l'application d'une nouvelle peinture. À défaut, il convient de réaliser l'essai défini à l'Annexe G avec la couleur la plus sombre.

## **Annexe H** (informative)

### **Conditions d'installation du matériel électronique**

#### **H.1 Généralités**

L'utilisation de dispositifs électroniques dans les postes préfabriqués se développe et devient nécessaire dans les applications de réseaux intelligents. Exemples, entre autres, de ce type d'applications: relevé automatique de compteurs, communications, surveillance et commande distantes de systèmes, diagnostic de pannes de matériel, automatisation de distribution, détection de coupure d'alimentation, protection et détection des pannes de lignes/câbles, surveillance de réseaux de câbles souterrains, contrôle de la température et des caractéristiques assignées thermiques dynamiques des conducteurs.

Nombre de ces dispositifs contiennent des composants sensibles à la température. Il convient par conséquent de tenir compte de la température de l'air interne du compartiment qui contient ces dispositifs, parce que des températures plus élevées, bien que peu fréquentes, peuvent entraîner un vieillissement prématué voire une défaillance.

D'autre part, l'accès de spécialistes à ce type de matériel peut exiger des exigences de sécurité spécifiques.

#### **H.2 Accessibilité**

Les dispositifs et matériels utilisés pour des applications de réseaux intelligents peuvent être installés dans différents compartiments d'un poste préfabriqué (par exemple, compartiment d'appareillage à haute tension, compartiment d'appareillage à basse tension, compartiment de transformateur de puissance) ou dans un compartiment prévu à cet effet à l'intérieur du poste préfabriqué. Ces matériels peuvent également être intégrés à l'appareillage à haute tension, à l'appareillage à basse tension ou au transformateur de puissance.

Généralement, l'accès à l'intérieur du poste préfabriqué est limité au personnel autorisé. Deux situations d'accès au matériel électronique par des spécialistes, à des fins de révision, de réparation ou de maintenance, sont prévues.

- Le matériel électronique est installé dans un compartiment prévu à cet effet qui dispose de sa propre entrée ou de son propre accès indépendant depuis l'extérieur.
  - Dans ce cas, la pénétration des spécialistes en électronique à l'intérieur de l'installation électrique n'est pas exigée, et ces derniers ne sont donc pas exposés aux risques associés. Par conséquent, il n'est pas nécessaire qu'ils obtiennent l'autorisation d'accéder à l'installation électrique.
- Le matériel électronique est installé dans un compartiment qui contient un appareillage à haute tension ou à basse tension et/ou un transformateur de puissance.

L'accès à ces compartiments est limité au personnel autorisé. Deux cas différents peuvent être pris en considération.

- Le spécialiste en électronique est autorisé à travailler dans une installation électrique. Dans ce cas, aucune restriction d'entrée n'est nécessaire.
- Le spécialiste en électronique n'est pas autorisé à travailler dans une installation électrique. Dans ce cas, l'accès au poste préfabriqué exige que le spécialiste soit accompagné d'une personne autorisée.

### H.3 Application des mesurages de la température de l'air à l'intérieur du poste préfabriqué

Il convient d'installer le matériel électronique conformément aux manuels d'instructions qui lui sont spécifiques, et, notamment, selon les limites de température de service qui lui sont applicables et qui sont spécifiées par le constructeur. En principe, il convient que ces limites de température de service soient prises en considération pendant la conception.

Étant donné que la température de l'air à l'intérieur d'un poste préfabriqué peut différer de manière significative selon la distance par rapport aux sources de chaleur et selon le comportement thermique à l'intérieur du poste, il est essentiel de connaître la température de l'air des emplacements où sera installé le matériel électronique. Dans ce sens, les mesurages de la température de l'air interne réalisés selon le paragraphe 7.5.104.5 peuvent être utilisés pour sélectionner les emplacements appropriés.

Il convient que la température de l'air interne soit compatible avec les limites de température des dispositifs électroniques à installer dans un compartiment donné. En variante, lorsque la température de l'air interne au cours du fonctionnement dépasse les limites d'un quelconque dispositif électronique, il convient de prendre des mesures complémentaires afin de réduire la température, par exemple, ventilation forcée, climatisation, etc.

**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](http://www.cenelec.eu).

<u>Publication</u>	<u>Année</u>	<u>Titre</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Année</u>
IEC 60050-441	-	Vocabulaire Electrotechnique International. Appareillage et fusibles	-	-
IEC 60050-461	2008	Vocabulaire Electrotechnique International - Partie 461: Câbles électriques	-	-
IEC 60068-2-5	2018	Essais d'environnement - Partie 2-5: Essais - Essai S: Rayonnement solaire simulé au niveau du sol et recommandations pour les essais de rayonnement solaire et le vieillissement aux intempéries	EN IEC 60068-2-5	2018
IEC 60071-1	2019	Coordination de l'isolement Partie 1: Définitions, principes et règles	EN IEC 60071-1	2019
IEC 60076-1	2011	Transformateurs de puissance - Partie 1: Généralités	EN 60076-1	2011
IEC 60076-2	2011	Transformateurs de puissance - Partie 2: Echauffement des transformateurs immergés dans le liquide	EN 60076-2	2011
IEC 60076-5	2006	Transformateurs de puissance - Partie 5: Tenue au court-circuit	EN 60076-5	2006
IEC 60076-7	2018	Power transformers - Part 7: Loading guide for mineral-oil-immersed power transformers	-	-
IEC 60076-10	2016	Transformateurs de puissance - Partie 10: Détermination des niveaux de bruit	EN 60076-10	2016
IEC 60076-11	2018	Transformateurs de puissance - Partie 11 : Transformateurs de type sec	EN IEC 60076-11	2018

<u>Publication</u>	<u>Année</u>	<u>Titre</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Année</u>
IEC 60076-12	2008	Transformateurs de puissance - Partie 12: Guide de charge pour transformateurs de puissance de type sec	-	-
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 60664-1	2020	Coordination de l'isolement des matériels dans les réseaux d'énergie électrique à basse tension - Partie 1: Principes, exigences et essais	EN IEC 60664-1	2020
IEC 60721-1	1990	Classification des conditions d'environnement - Partie 1: Agents d'environnement et leurs sévérités	EN 60721-1	1995
+ A1	1992		-	-
+ A2	1995		+ A2	1995
IEC 60721-2-2	2012	Classification des conditions d'environnement - Partie 2-2: Conditions d'environnement présentes dans la nature - Précipitations et vent	EN 60721-2-2	2013
IEC 60721-2-4	2018	Classification des conditions d'environnement - Partie 2-4: Conditions d'environnement présentes dans la nature - Rayonnement solaire et température	EN IEC 60721-2-4	2018
-	-		+ AC	2018- 12
IEC 60721-3-4	-	Classification des conditions d'environnement - Partie 3-4: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités - Utilisation à poste fixe, non protégé contre les intempéries	EN IEC 60721-3-4	-
IEC/TS 60815-1	2008	Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions - Part 1: Definitions, information and general principles	-	-
IEC 60947-1	-	Appareillage à basse tension - Partie 1: Règles générales	EN IEC 60947-1	-

<u>Publication</u>	<u>Année</u>	<u>Titre</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Année</u>
IEC 61180-1	1992 <sup>5</sup>	Techniques des essais à haute tension pour matériels à basse tension - Partie 1: Définitions, prescriptions et modalités relatives aux essais	-	-
IEC 61439	série	Ensembles d'appareillage à basse tension	EN IEC 61439	série
IEC 61439-1	2020	Ensembles d'appareillage à basse tension - Partie 1: Règles générales	EN IEC 61439-1	2021
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 62271-200	2021	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	EN IEC 62271-200	2021
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 62271-212	2016	Appareillage à haute tension - Partie 212: Ensemble Compact d'Équipement pour Postes de Distribution (ECEPD)	EN 62271-212	2017
ISO 1182	2010	Essais de réaction au feu de produits - Essai d'incombustibilité	-	-
ISO 1716	2018	Essais de réaction au feu de produits - Détermination du pouvoir calorifique supérieur (valeur calorifique)	EN ISO 1716	2018
ISO 6508-1	2016	Matériaux métalliques - Essai de dureté Rockwell - Partie 1: Méthode d'essai	EN ISO 6508-1	2016

<sup>5</sup> Cette publication a été remplacée partiellement par l'IEC 61180:2016.

## Bibliographie

- [1] IEC 61936-1:2021, *Installations électriques de puissance de tension supérieure à 1 kV en courant alternatif et 1,5 kV en courant continu – Partie 1: Courant alternatif*  
NOTE Harmonisée comme EN IEC 61936-1:2021 (non modifiée)
- [2] IEC TR 60943, *Guide concernant l'échauffement admissible des parties des matériaux électriques, en particulier les bornes de raccordement*
- [3] IEC TS 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*
- [4] IEC 60059:1999, *Caractéristiques des courants normaux de la CEI*  
NOTE Harmonisée comme EN 60059:1999 (non modifiée)
- [5] IEC 60076 (toutes les parties), *Transformateurs de puissance*  
NOTE Harmonisée comme EN 60076 (série)
- [6] IEC 62271-4:2013, *Appareillage à haute tension – Partie 4: Utilisation et manipulation de l'hexafluorure de soufre ( $SF_6$ ) et des mélanges contenant du  $SF_6$*   
NOTE Harmonisée comme EN 62271-4:2013 (non modifiée)
- [7] IEC 60724:2000, *Limites de température de court-circuit des câbles électriques de tensions assignées de 1 kV ( $U_m = 1,2 \text{ kV}$ ) et 3 kV ( $U_m = 3,6 \text{ kV}$ )*  
IEC 60724:2000/AMD1:2008
- [8] IEC 60479-1, *Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects* (disponible en anglais seulement)
- [9] IEC 60364-4-41:2005, *Installations électriques à basse tension – Partie 4-41: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les chocs électriques*  
NOTE Harmonisée comme HD 60364-4-41:2017 + A11:2017
- [10] IEC 60721-3-2:2018, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3-2: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Transport et manutention*  
NOTE Harmonisée comme EN IEC 60721-3-2:2018 (non modifiée)
- [11] CTU Code:2014, IMO/ILO/UNECE *Code of Practice for Packing of Cargo Transport Units*
- [12] IEC TR 61641:2014, *Ensembles d'appareillage à basse tension sous enveloppe – Guide pour l'essai en conditions d'arc dues à un défaut interne*
- [13] IEC TS 63107:2020, *Intégration de systèmes de limitation de défaut d'arc interne dans des ensembles d'appareillage de puissance (EAP) conformément à l'IEC 61439-2*
- [14] IEC 60068 (toutes les parties), *Essais d'environnement*  
NOTE Harmonisée comme EN 60068 (série)

- [15] ISO TR 16335, *Corrosion des métaux et alliages – Essais de corrosion en atmosphères artificielles – Lignes directrices pour sélectionner un essai de corrosion accéléré pour la qualification du produit*
- [16] IEC TR 62271-208:2009, *Appareillage à haute tension – Partie 208: Méthodes de quantification des champs électromagnétiques à fréquence industrielle en régime établi générés par les ensembles d'appareillages HT et les postes préfabriqués HT/BT*
- NOTE Harmonisée comme CLC/TR 62271-208:2010 (non modifiée)
- [17] IEC TR 62271-312:2021, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 312: Guidance for the transferability of type tests of high-voltage/low-voltage prefabricated substations* (disponible en anglais seulement)
- [18] 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)
- [19] ISO 9223, *Corrosion des métaux et alliages — Corrosivité des atmosphères — Classification, détermination et estimation*
- NOTE Harmonisée comme EN ISO 9223
- [20] ISO 9224, *Corrosion des métaux et alliages — Corrosivité des atmosphères — Valeurs de référence relatives aux classes de corrosivité*
- NOTE Harmonisée comme EN ISO 9224
- [21] IEC TR 62655, *Guide explicatif et d'application pour les fusibles à haute tension*
- [22] Guide ISO/IEC 51:2014, *Aspects liés à la sécurité – Principes directeurs pour les inclure dans les normes*
- [23] IEC 60721-2-6:1990, *Classification des conditions d'environnement – Partie 2: Conditions d'environnement présentes dans la nature – Vibrations et chocs sismiques*
- NOTE Harmonisée comme HD 478.2.6 S1:1993 (non modifiée)
- [24] IEC TS 62271-210:2013, *Appareillage à haute tension – Partie 210: Qualification sismique pour ensembles d'appareillage sous enveloppe métallique pour tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV*
- [25] IEC/IEEE 82079-1:2019, *Élaboration des informations d'utilisation (instructions d'utilisation) des produits – Partie 1: Principes et exigences générales*
- NOTE Harmonisée comme EN IEC/IEEE 82079-1:2020 (non modifiée)
- [26] ISO 17096, *Appareils de levage à charge suspendue – Sécurité – Accessoires de préhension*
- [27] VDI/BV-BS 6205 (all parts), *Lifting inserts and lifting systems for precast concrete elements*
- [28] ISO 13732-1:2006, *Ergonomie des ambiances thermiques – Méthodes d'évaluation de la réponse humaine au contact avec des surfaces – Partie 1: Surfaces chaudes*
- NOTE Harmonisée comme EN ISO 13732-1:2008 (non modifiée)

- [29] Guide IEC 117:2010, *Electrotechnical equipment – Temperatures of touchable hot surfaces* (disponible en anglais seulement)
- [30] IEC 62430:2019, *Écoconception (ECD) – Principes, exigences et recommandations*
- NOTE Harmonisée comme EN IEC 62430:2019 (non modifiée)
- [31] ISO 1052:1982, *Aciers de construction mécanique d'usage général*<sup>6</sup>
- [32] ISO 1460, *Revêtements métalliques – Revêtements de galvanisation à chaud sur métaux ferreux – Détermination gravimétrique de la masse par unité de surface*
- NOTE Harmonisée comme EN ISO 1460
- [33] ISO 1461, *Revêtements par galvanisation à chaud sur produits finis en fonte et en acier – Spécifications et méthodes d'essai*
- NOTE Harmonisée comme EN ISO 1461
- [34] ISO 2081, *Revêtements métalliques et autres revêtements inorganiques – Dépôts électrolytiques de zinc avec traitements supplémentaires sur fer ou acier*
- NOTE Harmonisée comme EN ISO 2081
- [35] ISO 11408, *Couches de conversion chimique – Finition noire de la fonte et de l'acier – Spécifications et méthodes d'essai*
- [36] ISO 10546, *Couches de conversion chimique – Couches de conversion au chromate rincées et non rincées sur aluminium et alliages d'aluminium*<sup>7</sup>
- [37] ISO 2409, *Peintures et vernis – Essai de quadrillage*
- NOTE Harmonisée comme EN ISO 2409
- [38] ISO 9227, *Essais de corrosion en atmosphères artificielles – Essais aux brouillards salins*
- NOTE Harmonisée comme EN ISO 9227
- [39] ISO 11997 (toutes les parties), *Peintures et vernis – Détermination de la résistance aux conditions de corrosion cyclique*
- NOTE Harmonisée comme EN ISO 11997 (série)
- [40] ISO 7784 (toutes les parties), *Peintures et vernis – Détermination de la résistance à l'abrasion*
- NOTE Harmonisée comme EN ISO 7784 (série)
- [41] ISO 12944 (toutes les parties), *Peintures et vernis – Anticorrosion des structures en acier par systèmes de peinture*
- NOTE Harmonisée comme EN ISO 12944 (série)

<sup>6</sup> Cette publication a été supprimée.

<sup>7</sup> Cette publication a été supprimée.

- [42] ISO 1920-4, *Essais du béton – Partie 4: Résistance du béton durci*<sup>8</sup>
- [43] ISO/DIS 4846, *Concrete – Determination of scaling resistance of surfaces exposed to de-icing chemicals* (disponible en anglais seulement)<sup>9</sup>
- [44] ISO 1920-2, *Essai du béton – Partie 2: Caractéristiques du béton frais*
- [45] EN 206-1, *Béton – Partie 1: Spécification, performances, production et conformité*
- [46] ASTM C94/C 94M, *Standard specification for ready-mixed concrete*
- [47] IEC 60865-1:2011, *Courants de court-circuit – Calcul des effets – Partie 1: Définitions et méthodes de calcul*

NOTE Harmonisée comme EN 60865-1:2012 (non modifiée)

- [48] IEC TR 60865-2:2015, *Short-circuit currents – Calculation of effects – Part 2: Examples of calculation* (disponible en anglais seulement)

- [49] IEC 60076-3, *Transformateurs de puissance – Partie 3: Niveaux d'isolation, essais diélectriques et distances d'isolation dans l'air*

NOTE Harmonisée comme EN 60076-3

- [50] IEC 61869 (toutes les parties), *Transformateurs de mesure*

NOTE Harmonisée comme EN IEC 61869 (série

---

<sup>8</sup> Cette publication a été supprimée.

<sup>9</sup> Cette publication a été supprimée.



NORME EUROPÉENNE  
EUROPÄISCHE NORM  
EUROPEAN STANDARD

EN IEC 62271-  
202:2022/AC:2023-09

Septembre 2023

ICS 29.130.10

Version française

Appareillage à haute tension - Partie 202: Postes préfabriqués  
pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV  
et inférieures ou égales à 52 kV  
(IEC 62271-202:2022/COR1:2023)

Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen - Teil  
202: Fabrikfertige Wechselstrom-Stationen für  
Bemessungsspannungen über 1 kV bis einschließlich 52 kV  
(IEC 62271-202:2022/COR1:2023)

High-voltage switchgear and controlgear - Part 202: AC  
prefabricated substations for rated voltages above 1 kV and  
up to and including 52 kV  
(IEC 62271-202:2022/COR1:2023)

Ce corrigendum prendra effet le 15 Septembre 2023 pour incorporation dans la version française de l'EN.



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

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brussels

### Notice d'entérinement

Le texte de l'IEC 62271-202:2022/COR1:2023 a été approuvé par le CENELEC comme l'EN IEC 62271-202:2022/AC:2023-09 sans aucune modification.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION  
COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**IEC 62271-202**  
Edition 3.0 2022-06

High-voltage switchgear and controlgear –

Part 202: AC prefabricated substations for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV

**IEC 62271-202**  
Édition 3.0 2022-06

Appareillage à haute tension –

Partie 202: Postes préfabriqués pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV

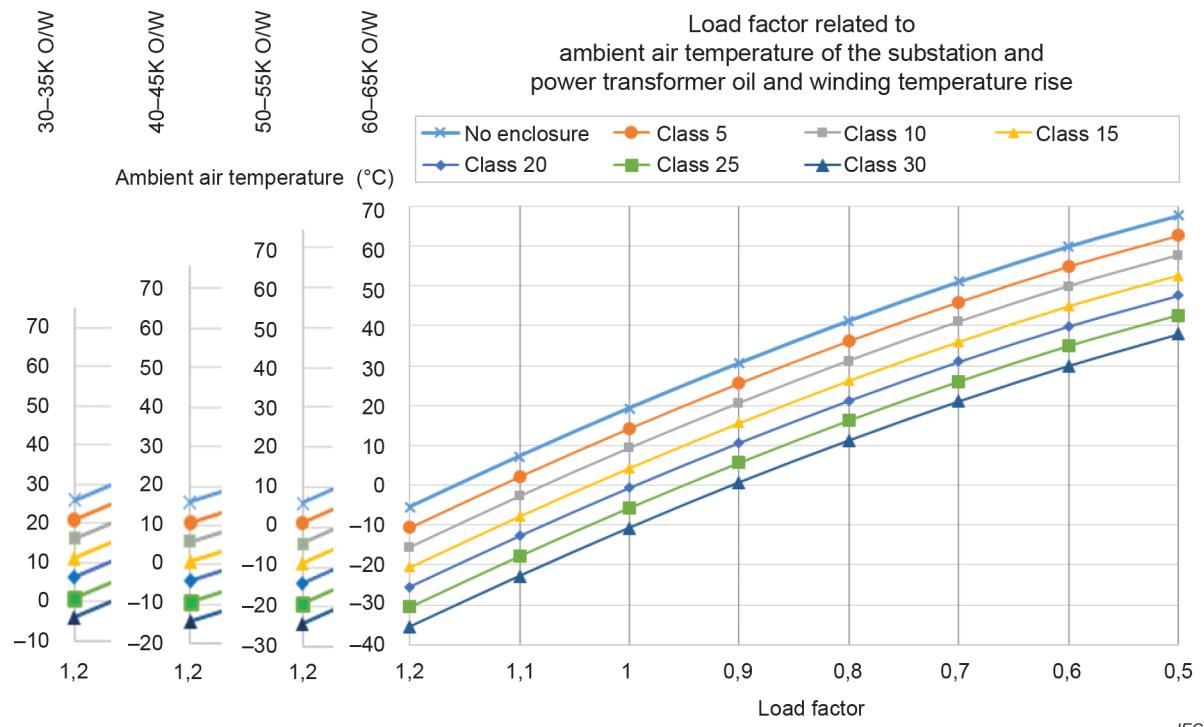
**C O R R I G E N D U M 1**

Corrections to the French version appear after the English text.

Les corrections à la version française sont données après le texte anglais.

**Figure D.1 – Mineral-oil-immersed power transformer load factor inside of the enclosure related to ambient air at the location and top-oil and winding temperature rise limits**

Replace, in the existing key “Class 35” with “Class 30”, as follows:



Corrections à la version française:

**Figure D.1 – Facteur de charge de transformateur de puissance immergé dans l'huile minérale à l'intérieur de l'enveloppe en relation avec l'air ambiant sur le site et limites d'échauffement de l'huile en partie supérieure et dans les enroulements**

Remplacer, dans la légende existante “Classe 35” par “Classe 30”, comme suit:

