

# NF C63-421-1, NF EN 61439-1

MARS 2012

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

Ce document est à usage exclusif et non collectif des clients STANDARDS WEBPORT. 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 STANDARDS WEBPORT (Standards on line) customers. All network exploitation, reproduction and re-dissemination, even partial, whatever the form (harcopy or 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.

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

**afnor**

WEBPORT

Pour : VINCI Energies

le : 31/12/2018 à 11:26

Diffusé avec l'autorisation de l'éditeur

Distributed under licence of the publisher



# norme européenne

**NF EN 61439-1**

**Mars 2012**

## norme française

Indice de classement : **C 63-421-1**

ICS : 29.130.20

### **Ensembles d'appareillage à basse tension**

#### **Partie 1 : Règles générales**

E : Low-voltage switchgear and controlgear assemblies -  
Part 1: General rules

D : Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen -  
Teil 1: Allgemeine Festlegungen

### **Norme française homologuée**

par décision du Directeur Général d'AFNOR le 15 février 2012, pour prendre effet à compter du 15 mars 2012.  
Remplace la norme homologuée NF EN 61439-1 de mars 2010 qui reste en vigueur jusqu'en septembre 2014.

**Correspondance** La norme européenne EN 61439-1:2011 a le statut d'une norme française. Elle reproduit intégralement la publication CEI 61439-1:2011.

**Analyse** Le présent document formule les définitions et indique les conditions d'emploi, les exigences de construction, les caractéristiques techniques et les exigences de vérification pour les ensembles d'appareillage à basse tension.

Le présent document entre dans le champ d'application de la Directive Basse Tension n° 2006/95/CE du 12/12/2006 et de la Directive Compatibilité Electromagnétique n°2004/108/CE du 15/12/2004.

**Descripteurs** Appareillage électrique, appareillage basse tension, groupement d'appareils électriques, définition, classification, caractéristique électrique, conditions d'utilisation, caractéristique de construction, résistance des matériaux, degré de protection, distance d'isolement, ligne de fuite, protection contre chocs électriques, circuit électrique, propriété diélectrique, limite d'échauffement, tenue au court-circuit, vérification, compatibilité électromagnétique, essai.

**Modifications** Par rapport au document remplacé, publication d'une nouvelle édition.

### **Corrections**

Editée et diffusée par l'Union Technique de l'Electricité (UTE) – Tour Chantecoq – 5, rue Chantecoq – 92808 Puteaux Cedex  
Tél. : + 33 (0) 1 49 07 62 00 – Télécopie : + 33 (0) 1 47 78 73 51 – Courriel : [ute@ute.asso.fr](mailto:ute@ute.asso.fr) – Internet : <http://www.ute-fr.com/>  
diffusée également par l'Association Française de Normalisation (AFNOR) – 11, rue Francis de Pressensé – 93571 La Plaine Saint-Denis Cedex – Tél. : 01 41 62 80 00

## AVANT-PROPOS NATIONAL

*Ce document constitue la version française complète de la norme européenne EN 61439-1:2011 qui reproduit le texte de la publication CEI 61439-1:2011.*

*Les modifications du CENELEC (dans le présent document, les annexes ZA et ZZ uniquement) sont signalées par un trait vertical dans la marge gauche du texte.*

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

*L'Union Technique de l'Électricité s'est abstenue au CENELEC sur le projet de EN 61439-1 le 7 juillet 2011.*

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

| Document international<br>cité en référence   | Document correspondant |  |
|---|------------------------|--|
|   | CENELEC (EN ou HD)     | français (NF ou UTE)                             |
| CISPR 11 (mod) (2009)   | EN 55011 (2009)        | NF EN 55011 (2010)<br>(C 91-011)                 |
| CISPR 22  | EN 55022               | NF EN 55022 (2007)<br>(C 91-022)                 |
| ISO 178 (2001)  | EN ISO 178 (2003)      | NF EN ISO 178 (2003) <sup>1)</sup><br>(T 51-001) |
| Série ISO 179   | Série EN ISO 179       | Série NF EN ISO 179<br>(T 51-035)                |
| ISO 2409 (2007)   | EN ISO 2409 (2007)     | NF EN ISO 2409 (2007)<br>(T 30-038)              |
| ISO 4628-3 (2003)   | EN ISO 4628-3 (2003)   | NF EN ISO 4628-3 (2004)<br>(T 30-140-3)          |
| ISO 4892-2 (2006)   | EN ISO 4892-2 (2006)   | NF EN ISO 4892-2 (2006)<br>(T 51-195-2)          |
| <i>Note : Les documents de la classe C sont en vente à l'Union Technique de l'Électricité – Tour Chantecoq – 5, rue Chantecoq – 92808 Puteaux Cedex – Tél. : + 33 (0) 1 49 07 62 00 ainsi qu'au service diffusion de l'Association française de normalisation – 11, rue Francis de Pressensé – 93571 La Plaine Saint-Denis Cedex – Tél. : 01 41 62 80 00.</i> |                        |  |
| <i>Les documents ISO et de la classe T sont en vente à AFNOR.</i>   |                        |  |

1) La NF EN ISO 178 de 2003 est remplacée par la NF EN ISO 178 de 2011 qui reprend la EN ISO 178 de 2010 qui elle-même reprend l'ISO 178 de 2010.

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

**EN 61439-1**

Octobre 2011

ICS 29.130.20

Remplace EN 61439-1:2009

Version française

**Ensembles d'appareillage à basse tension -**  
**Partie 1: Règles générales**  
(CEI 61439-1:2011)

Niederspannungs-  
Schaltgerätekombinationen -  
Teil 1: Allgemeine Festlegungen  
(IEC 61439-1:2011)

Low-voltage switchgear and controlgear  
assemblies -  
Part 1: General rules  
(IEC 61439-1:2011)



La présente Norme Européenne a été adoptée par le CENELEC le 2011-09-23. Les membres du CENELEC sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la Norme Européenne.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du 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 Tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède et Suisse.

**CENELEC**

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

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

EN 61439-1:2011

– 2 –



## Avant-propos

Le texte du document 17D/441/FDIS, future édition 2 de la CEI 61439-1, préparé par le SC 17D, "Ensembles d'appareillage à basse tension", du CE 17 de la CEI, "Appareillage", a été soumis au vote parallèle CEI-CENELEC et approuvé par le CENELEC en tant que EN 61439-1:2011.

Les dates suivantes sont fixées :

- date limite à laquelle ce document (dop) 2012-06-23 doit être mis en application au niveau national par publication d'une norme nationale identique ou par entérinement
- date limite à laquelle les normes (dow) 2014-09-23 nationales conflictuelles doivent être annulées

Ce document remplace l'EN 61439-1:2009

L'EN 61439-1:2011 inclut les modifications techniques importantes suivantes par rapport à l'EN 61439-1:2009:

- révision des conditions de service de l'Article 7;
- de nombreuses modifications apportées aux méthodes de vérification de l'Article 10;
- modification de la vérification individuelle de série concernant les distances d'isolement et les lignes de fuite (voir 11.3);
- adaptation des tableaux de l'Annexe C et de l'Annexe D aux exigences révisées et aux méthodes de vérification;
- déplacement des tableaux de l'Annexe H à la nouvelle Annexe N;
- nouvelle Annexe O avec recommandation sur la vérification de l'échauffement;
- nouvelles Annexe P avec une méthode de vérification de la tenue aux courts-circuits (intégration du contenu de la CEI/TR 61117);
- mise à jour des références normatives;
- revue éditoriale générale.

NOTE Il convient de noter que, lorsqu'une référence datée à la EN 60439-1 apparaît dans une autre partie de la série EN 60439 de normes d'ensembles qui n'a pas encore été transposée dans la nouvelle série EN 61439, la norme annulée EN 60439-1 continue de s'appliquer (voir aussi l'Introduction ci-après).

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

Ce document a été préparé dans le cadre d'un mandat confié au CENELEC par la Commission Européenne et l'Association Européenne de Libre Échange et couvre les exigences essentielles de(s) Directives UE.

Pour la relation avec la Directive UE, voir l'Annexe ZZ informative, qui fait partie intégrante du présent document.



## SOMMAIRE

|   |    |
|---|----|
| AVANT-PROPOS.....   | 2  |
| INTRODUCTION.....   | 10 |
| 1 Domaine d'application .....   | 11 |
| 2 Références normatives .....   | 12 |
| 3 Termes et définitions .....   | 14 |
| 3.1 Termes généraux.....  | 14 |
| 3.2 Unités de construction des ENSEMBLES .....  | 16 |
| 3.3 Présentation extérieure des ENSEMBLES.....  | 17 |
| 3.4 Eléments de structure des ENSEMBLES.....  | 18 |
| 3.5 Conditions d'installation des ENSEMBLES .....   | 19 |
| 3.6 Caractéristiques d'isolement .....  | 20 |
| 3.7 Protection contre les chocs électriques .....   | 22 |
| 3.8 Caractéristiques .....  | 24 |
| 3.9 Vérification .....  | 27 |
| 3.10 Constructeur/utilisateur .....   | 28 |
| 4 Symboles et abréviations .....  | 28 |
| 5 Caractéristiques d'interface .....  | 29 |
| 5.1 Généralités.....  | 29 |
| 5.2 Caractéristiques assignées de tension .....   | 29 |
| 5.2.1 Tension assignée ( $U_n$ ) (de l'ENSEMBLE).....   | 29 |
| 5.2.2 Tension assignée d'emploi ( $U_e$ ) (d'un circuit d'un ENSEMBLE).....                     | 29 |
| 5.2.3 Tension assignée d'isolement ( $U_i$ ) (d'un circuit d'un ENSEMBLE) .....                 | 29 |
| 5.2.4 Tension assignée de tenue aux chocs ( $U_{imp}$ ) (de l'ENSEMBLE).....                    | 29 |
| 5.3 Caractéristiques assignées de courant.....  | 30 |
| 5.3.1 Courant assigné de l'ENSEMBLE ( $I_{nA}$ ).....   | 30 |
| 5.3.2 Courant assigné d'un circuit ( $I_{nC}$ ) .....   | 30 |
| 5.3.3 Courant assigné de crête admissible ( $I_{pK}$ ) .....                                    | 30 |
| 5.3.4 Courant assigné de courte durée admissible ( $I_{cW}$ ) (d'un circuit d'un ENSEMBLE)..... | 30 |
| 5.3.5 Courant assigné de court-circuit conditionnel d'un ENSEMBLE ( $I_{cc}$ ).....             | 30 |
| 5.4 Facteur de diversité assigné (RDF) .....  | 31 |
| 5.5 Fréquence assignée ( $f_n$ ) .....  | 31 |
| 5.6 Autres caractéristiques .....   | 31 |
| 6 Informations .....  | 32 |
| 6.1 Marquage pour l'identification des ENSEMBLES .....  | 32 |
| 6.2 Documentation .....   | 32 |
| 6.2.1 Renseignements concernant l'ENSEMBLE .....  | 32 |
| 6.2.2 Instructions de manutention, d'installation, d'exploitation et de maintenance .....       | 32 |
| 6.3 Identification des appareils et/ou des composants .....                                     | 33 |



EN 61439-1:2011

– 4 –

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 7     | Conditions d'emploi .....   | 33 |
| 7.1   | Conditions normales d'emploi .....  | 33 |
| 7.1.1 | Température de l'air ambiant.....   | 33 |
| 7.1.2 | Conditions d'humidité.....  | 33 |
| 7.1.3 | Degré de pollution.....   | 34 |
| 7.1.4 | Altitude .....  | 34 |
| 7.2   | Conditions spéciales d'emploi .....   | 35 |
| 7.3   | Conditions au cours du transport, du stockage et de l'installation.....   | 35 |
| 8     | Exigences de construction .....   | 35 |
| 8.1   | Résistance des matériaux et des parties .....   | 35 |
| 8.1.1 | Généralités .....   | 35 |
| 8.1.2 | Protection contre la corrosion.....   | 36 |
| 8.1.3 | Propriétés des matériaux isolants.....  | 36 |
| 8.1.4 | Résistance aux rayonnements ultraviolets .....  | 36 |
| 8.1.5 | Résistance mécanique .....  | 36 |
| 8.1.6 | Dispositifs de levage .....   | 37 |
| 8.2   | Degré de protection procuré par l'enveloppe d'un ENSEMBLE .....   | 37 |
| 8.2.1 | Protection contre les impacts mécaniques .....  | 37 |
| 8.2.2 | Protection contre les contacts avec des parties actives, contre la<br>pénétration de corps étrangers solides et d'eau ..... | 37 |
| 8.2.3 | ENSEMBLE avec parties amovibles.....  | 38 |
| 8.3   | Distances d'isolement et lignes de fuite.....   | 38 |
| 8.3.1 | Généralités .....   | 38 |
| 8.3.2 | Distances d'isolement .....   | 39 |
| 8.3.3 | Lignes de fuite .....   | 39 |
| 8.4   | Protection contre les chocs électriques .....   | 39 |
| 8.4.1 | Généralités .....   | 39 |
| 8.4.2 | Protection principale .....   | 40 |
| 8.4.3 | Protection en cas de défaut.....  | 41 |
| 8.4.4 | Protection par isolation totale .....   | 44 |
| 8.4.5 | Limitation du courant de contact permanent et des charges<br>électriques .....  | 44 |
| 8.4.6 | Conditions d'exploitation et d'entretien .....  | 45 |
| 8.5   | Intégration des appareils de connexion et des composants.....   | 46 |
| 8.5.1 | Parties fixes.....  | 46 |
| 8.5.2 | Parties amovibles .....   | 47 |
| 8.5.3 | Choix des appareils de connexion et des composants.....   | 47 |
| 8.5.4 | Installation des appareils de connexion et des composants.....  | 47 |
| 8.5.5 | Accessibilité.....  | 48 |
| 8.5.6 | Barrières.....  | 48 |
| 8.5.7 | Sens de manœuvre et indication des positions de commande .....  | 48 |
| 8.5.8 | Voyants lumineux et boutons-poussoirs .....   | 48 |





|        |  |    |
|--------|--|----|
| 8.6    | Circuits électriques internes et connexions.....   | 48 |
| 8.6.1  | Circuits principaux .....  | 48 |
| 8.6.2  | Circuits auxiliaires.....  | 49 |
| 8.6.3  | Conducteurs nus et isolés .....  | 49 |
| 8.6.4  | Choix et installation de conducteurs actifs non protégés pour réduire la possibilité de courts-circuits.....   | 50 |
| 8.6.5  | Identification des conducteurs des circuits principaux et auxiliaires .....                                    | 50 |
| 8.6.6  | Identification du conducteur de protection (PE, PEN) et du conducteur neutre (N) des circuits principaux ..... | 51 |
| 8.7    | Refroidissement .....  | 51 |
| 8.8    | Bornes pour conducteurs externes .....   | 51 |
| 9      | Exigences de performance.....  | 53 |
| 9.1    | Propriétés diélectriques .....   | 53 |
| 9.1.1  | Généralités .....  | 53 |
| 9.1.2  | Tension de tenue à fréquence industrielle.....   | 53 |
| 9.1.3  | Tension de tenue aux chocs.....  | 53 |
| 9.1.4  | Protection des parafoudres .....   | 53 |
| 9.2    | Limites d'échauffement .....   | 53 |
| 9.3    | Protection contre les courts-circuits et tenue aux courts-circuits .....                                       | 54 |
| 9.3.1  | Généralités .....  | 54 |
| 9.3.2  | Indications concernant la tenue aux courts-circuits .....  | 54 |
| 9.3.3  | Relation entre le courant de crête et le courant de courte durée .....   | 55 |
| 9.3.4  | Coordination des dispositifs de protection.....  | 55 |
| 9.4    | Compatibilité électromagnétique (CEM).....   | 55 |
| 10     | Vérification de la conception .....  | 56 |
| 10.1   | Généralités.....   | 56 |
| 10.2   | Résistance des matériaux et des parties .....  | 57 |
| 10.2.1 | Généralités .....  | 57 |
| 10.2.2 | Résistance à la corrosion .....  | 57 |
| 10.2.3 | Propriétés des matériaux isolants.....   | 59 |
| 10.2.4 | Résistance aux rayonnements ultraviolets (UV) .....  | 60 |
| 10.2.5 | Levage .....   | 61 |
| 10.2.6 | Impact mécanique.....  | 61 |
| 10.2.7 | Marquage .....   | 61 |
| 10.3   | Degré de protection procuré par les ENSEMBLES.....   | 61 |
| 10.4   | Distances d'isolement et lignes de fuite.....  | 62 |
| 10.5   | Protection contre les chocs électriques et intégrité des circuits de protection .....                          | 62 |
| 10.5.1 | Efficacité du circuit de protection .....  | 62 |
| 10.5.2 | Continuité du circuit de terre entre les masses de l'ENSEMBLE et le circuit de protection.....                 | 62 |
| 10.5.3 | Tenue aux courts-circuits du circuit de protection.....  | 63 |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 10.6    | Intégration des appareils de connexion et des composants .....   | 63 |
| 10.6.1  | Généralités .....  | 63 |
| 10.6.2  | Compatibilité électromagnétique.....   | 63 |
| 10.7    | Circuits électriques internes et connexions.....   | 64 |
| 10.8    | Bornes pour conducteurs externes .....   | 64 |
| 10.9    | Propriétés diélectriques .....   | 64 |
| 10.9.1  | Généralités .....  | 64 |
| 10.9.2  | Tension de tenue à fréquence industrielle.....   | 64 |
| 10.9.3  | Tension de tenue aux chocs .....   | 65 |
| 10.9.4  | Essais des enveloppes en matériau isolant.....   | 67 |
| 10.9.5  | Poignées de manœuvre externes en matériau isolant .....  | 67 |
| 10.10   | Vérification de l'échauffement .....   | 67 |
| 10.10.1 | Généralités .....  | 67 |
| 10.10.2 | Vérification par des essais .....  | 67 |
| 10.10.3 | Déduction des caractéristiques assignées pour des variantes<br>similaires .....                              | 74 |
| 10.10.4 | Évaluation de vérification .....   | 75 |
| 10.11   | Tenue aux courts-circuits.....   | 78 |
| 10.11.1 | Généralités .....  | 78 |
| 10.11.2 | Circuits des ENSEMBLES exemptés de la vérification de la tenue aux<br>courts-circuits .....                  | 78 |
| 10.11.3 | Vérification par comparaison avec une conception de référence –<br>Utilisation d'une liste de contrôle ..... | 78 |
| 10.11.4 | Vérification par comparaison avec une conception de référence –<br>Utilisation de calculs .....              | 79 |
| 10.11.5 | Vérification par essai.....  | 79 |
| 10.12   | Compatibilité électromagnétique (CEM).....   | 84 |
| 10.13   | Fonctionnement mécanique .....   | 84 |
| 11      | Vérification individuelle de série.....  | 85 |
| 11.1    | Généralités.....   | 85 |
| 11.2    | Degré de protection procuré par les enveloppes .....   | 85 |
| 11.3    | Distances d'isolement et lignes de fuite.....  | 85 |
| 11.4    | Protection contre les chocs électriques et intégrité des circuits de protection .....                        | 86 |
| 11.5    | Intégration de composants incorporés .....   | 86 |
| 11.6    | Circuits électriques internes et connexions.....   | 86 |
| 11.7    | Bornes pour conducteurs externes .....   | 86 |
| 11.8    | Fonctionnement mécanique .....   | 86 |
| 11.9    | Propriétés diélectriques .....   | 86 |
| 11.10   | Câblage, fonctionnement électrique et fonction .....   | 87 |



|  |     |
|--|-----|
| Annexe A (normative) Sections minimale et maximale des conducteurs de cuivre convenant au raccordement aux bornes pour conducteurs externes (voir 8.8) .....                         | 94  |
| Annexe B (normative) Méthode de calcul de la section des conducteurs de protection par rapport aux contraintes thermiques occasionnées par les courants de courte durée .....        | 95  |
| Annexe C (informative) Modèle d'information de l'utilisateur .....   | 96  |
| Annexe D (informative) Vérification de conception .....  | 100 |
| Annexe E (informative) Facteur de diversité assigné.....   | 101 |
| Annexe F (normative) Mesure des distances d'isolement et lignes de fuite .....   | 110 |
| Annexe G (normative) Correspondance entre la tension nominale du réseau d'alimentation et la tension assignée de tenue aux chocs des matériels .....                                 | 115 |
| Annexe H (informative) Courant admissible et puissance dissipée des conducteurs en cuivre .....  | 117 |
| Annexe I (Vide).....   | 119 |
| Annexe J (normative) Compatibilité électromagnétique (CEM) .....   | 120 |
| Annexe K (normative) Protection par séparation électrique .....  | 127 |
| Annexe L (informative) Distances d'isolement et lignes de fuite en Amérique du Nord .....  | 130 |
| Annexe M (informative) Limites d'échauffement en Amérique du Nord.....   | 131 |
| Annexe N (normative) Courant admissible et puissance dissipée des barres en cuivre nues .....  | 132 |
| Annexe O (informative) Recommandations concernant la vérification de l'échauffement .....  | 134 |
| Annexe P (normative) Vérification de la tenue aux courts-circuits des structures de jeux de barres par comparaison avec une conception de référence soumise à essai par calcul ..... | 139 |
| Annexe ZA (normative) Références normatives à d'autres publications internationales avec les publications européennes correspondantes.....   | 143 |
| Annexe ZZ (informative) Couverture des Exigences Essentielles des Directives CE 2004/108/CE .....  | 147 |
| Bibliographie .....  | 148 |

|  |     |
|--|-----|
| Figure E.1 – ENSEMBLE type .....   | 102 |
| Figure E.2 – Exemple 1: Tableau E.1 – Charge d'une unité fonctionnelle pour un ENSEMBLE de facteur de diversité assigné de 0,8 .....   | 104 |
| Figure E.3 – Exemple 2: Tableau E.1 – Charge d'une unité fonctionnelle pour un ENSEMBLE de facteur de diversité assigné de 0,8 .....   | 105 |
| Figure E.4 – Exemple 3: Tableau E.1 – Charge d'une unité fonctionnelle pour un ensemble de facteur de diversité assigné de 0,8.....  | 106 |
| Figure E.5 – Exemple 4: Tableau E.1 – Charge d'une unité fonctionnelle pour un ENSEMBLE de facteur de diversité assigné de 0,8 .....   | 107 |
| Figure E.6 – Exemple de calcul d'effet thermique moyen .....   | 108 |
| Figure E.7 – Exemple de relation entre le RDF équivalent et les paramètres en service intermittent pour $t_1 = 0,5$ s, $I_1 = 7 \cdot I_2$ et différentes durées de cycle .....            | 109 |
| Figure E.8 – Exemple de relation entre le RDF équivalent et les paramètres en service intermittent pour $I_1 = I_2$ (pas de surintensité de démarrage) .....                               | 109 |
| Figure F.1 – Mesure des nervures .....   | 114 |
| Figure J.1 – Exemples d'accès .....  | 120 |
| Figure O.1 – Méthodes de vérification de l'échauffement .....  | 138 |
| Figure P.1 – Structure de jeu de barres vérifiée par essai (SS) .....  | 139 |
| Figure P.2 – Structure de jeu de barres qui n'a pas été vérifiée par essai (NSS) .....   | 140 |
| Figure P.3 – Configuration de jeux de barres coudées avec supports aux coins .....   | 142 |
| <br>Tableau 1 – Distances minimales d'isolement dans l'air <sup>a</sup> (8.3.2) .....  | 87  |
| Tableau 2 – Lignes de fuite minimales (8.3.3).....   | 87  |
| Tableau 3 – Section du conducteur de protection en cuivre (8.4.3.2.2).....   | 88  |
| Tableau 4 – Choix des conducteurs et exigences d'installation (8.6.4) .....  | 88  |
| Tableau 5 – Capacité minimale des bornes des conducteurs de protection en cuivre (PE, PEN) (8.8) .....   | 89  |
| Tableau 6 – Limites d'échauffement (9.2) .....   | 89  |
| Tableau 7 – Valeurs pour le facteur $n$ <sup>a</sup> (9.3.3) .....   | 90  |
| Tableau 8 – Tension de tenue à fréquence industrielle pour les circuits principaux (10.9.2) .....  | 91  |
| Tableau 9 – Tension de tenue à fréquence industrielle pour les circuits auxiliaires et de commande (10.9.2).....   | 91  |
| Tableau 10 – Tensions d'essai de tenue aux chocs (10.9.3).....   | 91  |
| Tableau 11 – Conducteurs d'essai en cuivre pour courants assignés jusqu'à 400 A inclus (10.10.2.3.2) .....   | 92  |
| Tableau 12 – Conducteurs d'essai en cuivre pour courants assignés de 400 A à 4 000 A (10.10.2.3.2).....  | 92  |
| Tableau 13 – Vérification de la tenue aux courts-circuits par comparaison avec une conception de référence: liste de contrôle (10.5.3.3, 10.11.3 et 10.11.4) .....                         | 93  |
| Tableau 14 – Relation entre le courant de défaut présumé et le diamètre du fil de cuivre .....   | 93  |
| Tableau A.1 – Section des conducteurs de cuivre convenant au raccordement aux bornes pour conducteurs externes .....   | 94  |
| Tableau B.1 – Valeurs de $k$ pour les conducteurs de protection isolés non incorporés aux câbles, ou pour les conducteurs de protection nus en contact avec le revêtement des câbles ..... | 95  |



|  |     |
|--|-----|
| Tableau C.1 – Modèle .....   | 96  |
| Tableau D.1 – Liste des vérifications de conception à effectuer .....  | 100 |
| Tableau E.1 – Exemples de charges pour un ENSEMBLE de facteur de diversité assigné de 0,8.....   | 103 |
| Tableau E.2 – Exemple de charge d'un groupe de circuits (Colonne B – Figure E.1) avec un facteur de diversité assigné de 0,9 .....   | 108 |
| Tableau E.3 – Exemple de charge d'un groupe de circuits (Tableau de sous-distribution – Figure E.1) avec un facteur de diversité assigné de 0,9 .....  | 108 |
| Tableau F.1 – Largeur minimale des rainures .....  | 110 |
| Tableau G.1 – Correspondance entre la tension nominale du réseau d'alimentation et la tension assignée de tenue aux chocs du matériel .....  | 116 |
| Tableau H.1 – Courant admissible et puissance dissipée des câbles de cuivre mono-conducteur avec une température admissible du conducteur de 70 °C (température ambiante à l'intérieur de l'ENSEMBLE: 55 °C).....  | 117 |
| Tableau H.2 – Facteur de réduction $k_1$ pour les câbles avec une température admissible du conducteur de 70 °C (extrait de la CEI 60364-5-52:2009, Tableau B.52.14) .....   | 118 |
| Tableau J.1 – Essais d'immunité CEM pour l'environnement A (voir J.10.12.1).....   | 124 |
| Tableau J.2 – Essais d'immunité CEM pour l'environnement B (voir J.10.12.1).....   | 125 |
| Tableau J.3 – Critères d'acceptation en présence de perturbations électromagnétiques .....   | 126 |
| Tableau K.1 – Temps de coupure maximal pour les schémas TN .....   | 129 |
| Tableau L.1 – Distances d'isolement minimales dans l'air .....   | 130 |
| Tableau L.2 – Lignes de fuite minimales.....   | 130 |
| Tableau M.1 – Limites d'échauffement en Amérique du Nord .....   | 131 |
| Tableau N.1 – Courant admissible et puissance dissipée des barres en cuivre nues de section rectangulaire, cheminant horizontalement et disposées avec leur côté le plus grand vertical, fréquence 50 Hz à 60 Hz (température ambiante à l'intérieur de l'ENSEMBLE: 55 °C, température du conducteur 70 °C)..... | 132 |
| Tableau N.2 – Facteur $k_4$ pour différentes températures de l'air à l'intérieur de l'ENSEMBLE et/ou pour les conducteurs.....   | 133 |

## INTRODUCTION

Le but de la présente norme est d'harmoniser autant que la pratique le permet, l'ensemble des règles et des exigences de nature générale qui sont applicables aux ensembles d'appareillage à basse tension (ENSEMBLES) afin d'obtenir l'uniformité des exigences et de la vérification pour les ENSEMBLES et pour éviter toute vérification nécessaire selon d'autres normes. L'ensemble des exigences relatives aux différentes normes applicables aux ENSEMBLES qui peuvent être considérées comme d'ordre général ont ainsi été rassemblées dans la présente norme de base avec des aspects spécifiques dont la portée et l'application sont étendues, par exemple, l'échauffement, les propriétés diélectriques, etc.

Pour chaque type d'ensemble d'appareillage à basse tension, seules deux normes principales sont nécessaires pour déterminer toutes les exigences et toutes les méthodes correspondantes de vérification:

- la présente norme de base désignée sous l'appellation « Partie 1 » dans les normes particulières couvrant les différents types d'ensembles d'appareillage à basse tension;
- la norme particulière applicable à un ENSEMBLE désignée ci-après également sous l'appellation norme d'ENSEMBLE applicable.

Pour qu'une règle générale s'applique à une norme d'ENSEMBLES particulière, il convient que celle-ci soit citée explicitement en indiquant le numéro de l'article ou du paragraphe correspondant dans la présente norme avec la mention « Partie 1 » par exemple, « 9.1.3 de la Partie 1 ».

Une norme d'ENSEMBLE particulière peut ne pas exiger et donc ne pas renvoyer à une règle générale lorsque cette règle n'est pas applicable ou elle peut ajouter des exigences si la règle générale est considérée comme inappropriée dans le cas particulier traité, mais elle ne peut pas introduire de divergences sauf si une justification technique importante est donnée dans la norme d'ENSEMBLE particulière.

Lorsque dans la présente norme des références de mise en correspondance sont faites à un autre article, la référence doit s'appliquer à l'article considéré tel que modifié par la norme d'ENSEMBLES particulière, le cas échéant.

Les exigences de la présente norme qui sont sujettes à un accord entre le constructeur d'ENSEMBLES et l'utilisateur sont rassemblées à l'Annexe C (informative). Cette liste facilite également la fourniture des informations sur les conditions de base et les spécifications supplémentaires de l'utilisateur afin de permettre la conception, la mise en œuvre et l'utilisation correctes de l'ENSEMBLE.

Pour la nouvelle série restructurée CEI 61439, les parties suivantes sont prévues:

- a) CEI 61439-1: Règles générales
- b) CEI 61439-2: ENSEMBLES d'appareillage de puissance (ENSEMBLES EAP)
- c) CEI 61439-3: Tableaux de répartition (en remplacement de la CEI 60439-3)
- d) CEI 61439-4: ENSEMBLES de chantiers (en remplacement de la CEI 60439-4)
- e) CEI 61439-5: ENSEMBLES pour la distribution d'énergie électrique (en remplacement de la CEI 60439-5)
- f) CEI 61439-6: Canalisations préfabriquées (en remplacement de la CEI 60439-2)
- g) IEC/TR 61439-0: Guidance to specifying ASSEMBLIES (disponible en anglais uniquement)

Cette liste n'est pas exhaustive; des parties supplémentaires peuvent être élaborées en fonction des besoins.



## ENSEMBLES D'APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

### Partie 1: Règles générales

#### 1 Domaine d'application

NOTE 1 Dans la présente norme, le terme ENSEMBLE (voir 3.1.1) est utilisé pour désigner un ensemble d'appareillage à basse tension.

La présente partie de la série CEI 61439 formule les définitions et indique les conditions d'emploi, les exigences de construction, les caractéristiques techniques et les exigences de vérification pour les ensembles d'appareillage à basse tension.

La présente norme ne peut pas être utilisée de manière isolée pour spécifier un ENSEMBLE ou dans le but d'établir la conformité. Les ENSEMBLES doivent être conformes à la partie applicable de la série CEI 61439, à partir de la Partie 2.

La présente norme s'applique, uniquement lorsque la norme d'ENSEMBLES applicable l'exige, aux ensembles d'appareillage à basse tension (ENSEMBLES) tels que décrits ci-après:

- ENSEMBLES dont la tension assignée ne dépasse pas 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu;
- ENSEMBLES fixes ou mobiles avec ou sans enveloppe;
- ENSEMBLES destinés à être utilisés avec des équipements conçus pour la production, le transport, la distribution et la conversion de l'énergie électrique et la commande des matériels consommant de l'énergie électrique;
- ENSEMBLES conçus pour être utilisés dans des conditions spéciales d'emploi, par exemple, à bord de navires et de véhicules ferroviaires, sous réserve que les autres exigences spécifiques correspondantes soient respectées;

NOTE 2 Les exigences supplémentaires relatives aux ENSEMBLES à bord de navires sont couvertes par la CEI 60092-302.

- ENSEMBLES conçus pour l'équipement électrique des machines sous réserve que les autres exigences spécifiques correspondantes soient respectées.

NOTE 3 Les exigences supplémentaires relatives aux ENSEMBLES faisant partie intégrante d'une machine sont couvertes par la série CEI 60204.

La présente norme s'applique à tous les ENSEMBLES qu'ils soient conçus, fabriqués et vérifiés à l'unité ou qu'ils constituent un modèle type et soient fabriqués en quantité.

La fabrication et/ou l'assemblage peut être réalisé(e) par un tiers qui n'est pas le constructeur d'origine (voir 3.10.1).

La présente norme ne s'applique pas aux appareils considérés individuellement et aux composants indépendants, tels que démarreurs de moteurs, fusibles-interrupteurs, matériels électroniques, etc. qui sont conformes aux normes de produit les concernant.

## 2 Références normatives

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

CEI 60068-2-2:2007, *Essais d'environnement – Partie 2-2: Essais – Essai B: Chaleur sèche*

CEI 60068-2-11:1981, *Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique – Partie 2-11: Essais – Essai Ka: Brouillard salin*

CEI 60068-2-30:2005, *Essais d'environnement – Partie 2-30: Essais – Essai Db: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 h + 12 h)*

CEI 60073:2002, *Principes fondamentaux et de sécurité pour l'interface homme-machine, le marquage et l'identification – Principes de codage pour les indicateurs et les organes de commande*

CEI 60085:2007, *Isolation électrique – Evaluation et désignation thermiques*

CEI 60216 (toutes les parties), *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique*

CEI 60227-3:1993, *Conducteurs et câbles isolés au polychlorure de vinyle, de tension nominale au plus égale à 450/750 V – Partie 3: Conducteurs pour installations fixes*

CEI 60245-3:1994, *Conducteurs et câbles isolés au caoutchouc – Tension assignée au plus égale à 450/750 V – Partie 3: Conducteurs isolés au silicone, résistant à la chaleur*

CEI 60245-4:1994, *Conducteurs et câbles isolés au caoutchouc – Tension assignée au plus égale à 450/750 V – Partie 4: Câbles souples*

CEI 60364 (toutes les parties), *Installations électriques à basse tension*

CEI 60364-4-41:2005, *Installations électriques à basse tension – Partie 4-41: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les chocs électriques*

CEI 60364-4-44:2007, *Installations électriques à basse tension – Partie 4-44: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les perturbations de tension et les perturbations électromagnétiques*

CEI 60364-5-52:2009, *Installations électriques à basse tension – Partie 5-52: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Canalisations*

CEI 60364-5-53:2001, *Installations électriques des bâtiments – Partie 5-53: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Sectionnement, coupure et commande*

CEI 60364-5-54:2011, *Installations électriques basse-tension – Partie 5-54: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Installations de mise à la terre et conducteurs de protection*

CEI 60439 (toutes les parties), *Ensembles d'appareillage à basse tension*

CEI 60445:2010, *Principes fondamentaux et de sécurité pour les interfaces homme-machines, le marquage et l'identification – Identification des bornes de matériels, des extrémités de conducteurs et des conducteurs*

CEI 60447:2004, *Principes fondamentaux et de sécurité pour l'interface homme-machine, le marquage et l'identification – Principes de manœuvre*





CEI 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*<sup>1</sup>

CEI 60664-1:2007, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

CEI 60695-2-10:2000, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-10: Essais au fil incandescent/chauffant – Appareillage et méthode commune d'essai*

CEI 60695-2-11:2000, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-11: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'inflammabilité pour produits finis*

CEI 60695-11-5:2004, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-5: Flammes d'essai – Méthode d'essai au brûleur-aiguille – Appareillage, dispositif d'essai de vérification et lignes directrices*

CEI 60865-1:1993, *Courants de court-circuit – Calcul des effets – Partie 1: Définitions et méthodes de calcul*

CEI 60890:1987, *Méthode de détermination par extrapolation des échauffements pour les ensembles d'appareillage à basse tension dérivés de série (EDS)*

CEI 60947-1:2007, *Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

CEI 61000-4-2:2008, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques*

CEI 61000-4-3:2006, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*<sup>2</sup>

CEI 61000-4-4:2004, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves*

CEI 61000-4-5:2005, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc*

CEI 61000-4-6:2008, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*

CEI 61000-4-8:2009, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-8: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité au champ magnétique à la fréquence du réseau*

CEI 61000-4-11:2004, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-11: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension*

CEI 61000-4-13:2002, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-13: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité basse fréquence aux harmoniques et inter-harmoniques incluant les signaux transmis sur le réseau électrique alternatif*<sup>3</sup>

CEI 61000-6-4:2006, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-4: Normes génériques – Norme sur l'émission pour les environnements industriels*<sup>4</sup>

---

<sup>1</sup> Il existe une édition 1.1 consolidée (2001) qui comprend la CEI 60529 (1989) et son amendement 1 (1999).

<sup>2</sup> Il existe une édition 3.2 consolidée (2010) qui comprend la CEI 61000-4-3 (2006) et l'amendement 1 (2007) et l'amendement 2 (2010).

<sup>3</sup> Il existe une édition 1.1 consolidée (2009) qui comprend la CEI 61000-4-13 (2002) et son amendement 1 (2009).



EN 61439-1:2011

– 14 –

CEI 61082-1, *Etablissement des documents utilisés en électrotechnique – Partie 1 : Règles*

CEI 61180 (toutes les parties), *Techniques des essais à haute tension pour matériels à basse tension*

CEI/TS 61201:2007, *Utilisation des tensions limites conventionnelles de contact – Guide d'application*

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

CEI 62208, *Enveloppes vides destinées aux ensembles d'appareillage à basse tension – Règles générales*

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

CEI 81346-1, *Systèmes industriels, installations et appareils, et produits industriels – Principes de structuration et désignations de référence – Partie 1: Règles de base*

CEI 81346-2, *Systèmes industriels, installations et appareils, et produits industriels – Principes de structuration et désignations de référence – Partie 2: Classification des objets et codes pour les classes*

CISPR 11:2009, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux – Caractéristiques de perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure<sup>5</sup>*

CISPR 22, *Appareils de traitement de l'information – Caractéristiques des perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*

ISO 178:2001, *Plastiques – Détermination des propriétés de flexion*

ISO 179 (toutes les parties), *Plastiques – Détermination de la résistance au choc Charpy*

ISO 2409:2007, *Peintures et vernis – Essai de quadrillage*

ISO 4628-3:2003, *Peintures et vernis – Evaluation de la dégradation des revêtements – Désignation de la quantité et de la dimension des défauts, et de l'intensité des changements uniformes d'aspect – Partie 3: Evaluation du degré d'enrouillement*

ISO 4892-2:2006, *Plastiques – Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire – Partie 2: Lampes à arc au xénon*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

#### 3.1 Termes généraux

##### 3.1.1

##### **ensemble d'appareillage à basse tension**

##### **ENSEMBLE**

combinaison d'un ou de plusieurs appareils de connexion à basse tension avec les matériels associés de commande, de mesure, de signalisation, de protection, de régulation, avec toutes leurs liaisons internes mécaniques et électriques et tous leurs éléments de structures

---

<sup>4</sup> Il existe une édition 2.1 consolidée (2011) qui comprend la CEI 61000-6-4 (2006) et son amendement 1 (2010).

<sup>5</sup> Il existe une édition 5.1 consolidée (2010) qui comprend la CISPR 11 (2009) et son amendement 1 (2010).



### 3.1.2

#### **système d'ENSEMBLE**

gamme complète de composants électriques et mécaniques (enveloppes, jeux de barres, unités fonctionnelles, etc.), tels que définis par le constructeur d'origine et pouvant être assemblés selon les instructions du constructeur d'origine en vue de la fabrication de différents ENSEMBLES

### 3.1.3

#### **circuit principal** (d'un ENSEMBLE)

toutes les pièces conductrices d'un ENSEMBLE qui font partie d'un circuit destiné à transporter l'énergie électrique

[CEI 60050-441:1984, 441-13-02]

### 3.1.4

#### **circuit auxiliaire** (d'un ENSEMBLE)

toutes les pièces conductrices d'un ENSEMBLE insérées dans un circuit, autre que le circuit principal, destinées à la commande, la mesure, la signalisation, la régulation et au traitement de données, etc.

NOTE Les circuits auxiliaires d'un ENSEMBLE comprennent les circuits de commande et les circuits auxiliaires des appareils de connexion.

[CEI 60050-441:1984, 441-13-03, modifiée]

### 3.1.5

#### **jeu de barres**

conducteur de faible impédance auquel plusieurs circuits électriques peuvent être raccordés séparément

NOTE Le terme « jeu de barres » ne préjuge pas de la forme géométrique, de la taille ou des dimensions du conducteur.

### 3.1.6

#### **jeu de barres principal**

jeu de barres auquel un ou plusieurs jeux de barres de distribution et/ou des unités d'arrivée et de départ peuvent être raccordés

### 3.1.7

#### **jeu de barres de distribution**

jeu de barres à l'intérieur d'une colonne qui est raccordé à un jeu de barres principal et à partir duquel des unités de départ sont alimentées

NOTE Des conducteurs reliant une unité fonctionnelle et un jeu de barres ne sont pas considérés comme partie intégrante des jeux de barres de distribution.

### 3.1.8

#### **unité fonctionnelle**

partie d'un ENSEMBLE comprenant tous les éléments mécaniques et électriques, y compris les appareils de connexion, qui concourent à l'exécution d'une seule fonction

NOTE Des conducteurs reliés à une unité fonctionnelle mais extérieurs à son compartiment ou espace protégé clos (par exemple, câbles auxiliaires reliés à un compartiment commun) ne sont pas considérés comme faisant partie de l'unité fonctionnelle.

### 3.1.9

#### **unité d'arrivée**

unité fonctionnelle à travers laquelle l'énergie électrique est normalement fournie à l'ENSEMBLE



EN 61439-1:2011

– 16 –

### **3.1.10**

#### **unité de départ**

unité fonctionnelle à travers laquelle l'énergie électrique est normalement fournie à un ou plusieurs circuits externes

### **3.1.11**

#### **dispositif de protection contre les courts-circuits**

##### **DPCC**

dispositif destiné à protéger un circuit ou des parties d'un circuit contre les courants de court-circuit par l'interruption de ceux-ci

[2.2.21 de la CEI 60947-1:2007]

## **3.2 Unités de construction des ENSEMBLES**

### **3.2.1**

#### **partie fixe**

partie constituée d'éléments assemblés et câblés entre eux sur un support commun et qui est conçue pour rester fixe

### **3.2.2**

#### **partie amovible**

partie constituée d'éléments assemblés et câblés entre eux sur un support commun et qui est conçue pour être entièrement retirée de l'ENSEMBLE et remise en place même lorsque le circuit auquel elle est raccordée est sous tension

### **3.2.3**

#### **position raccordée**

position d'une partie amovible lorsque celle-ci est entièrement raccordée pour la fonction à laquelle elle est destinée

### **3.2.4**

#### **position retirée**

position d'une partie amovible lorsque celle-ci se trouve à l'extérieur de l'ENSEMBLE et en est séparée mécaniquement et électriquement

### **3.2.5**

#### **verrouillage d'insertion**

dispositif empêchant l'introduction d'une partie amovible dans un emplacement pour lequel elle n'est pas conçue

### **3.2.6**

#### **connexion fixe**

connexion qui est connectée ou déconnectée au moyen d'un outil

### **3.2.7**

#### **colonne**

unité de construction d'un ENSEMBLE entre deux séparations verticales successives

### **3.2.8**

#### **élément de colonne**

unité de construction d'un ENSEMBLE entre deux séparations horizontales ou verticales successives à l'intérieur d'une colonne

### **3.2.9**

#### **compartiment**

colonne ou élément de colonne sous enveloppe à l'exception des ouvertures nécessaires aux raccordements, à la commande ou à la ventilation



### **3.2.10**

#### **unité de transport**

partie d'un ENSEMBLE ou ENSEMBLE complet pouvant être transporté sans être démonté

### **3.2.11**

#### **volet**

partie qui peut être déplacée entre:

- une position dans laquelle elle permet l'embrochage des contacts d'une partie amovible sur des contacts fixes, et
- une position dans laquelle elle constitue une partie d'un panneau ou d'une cloison protégeant les contacts fixes

[CEI 60050-441:1984, 441-13-07, modifiée]

## **3.3 Présentation extérieure des ENSEMBLES**

### **3.3.1**

#### **ENSEMBLE ouvert**

ENSEMBLE constitué d'un châssis qui supporte le matériel électrique, les parties actives du matériel électrique étant accessibles

### **3.3.2**

#### **ENSEMBLE ouvert à protection frontale**

ENSEMBLE ouvert avec un panneau avant; les parties actives pouvant être accessibles à partir des autres faces que la face avant

### **3.3.3**

#### **ENSEMBLE sous enveloppe**

ENSEMBLE comportant une paroi sur toutes les faces, sauf éventuellement sur la surface de montage, de façon à assurer un degré de protection défini

### **3.3.4**

#### **ENSEMBLE en armoire**

ENSEMBLE sous enveloppe reposant sur le sol, pouvant comprendre plusieurs colonnes, éléments de colonnes ou compartiments

### **3.3.5**

#### **ENSEMBLE en armoires multiples**

combinaison d'ENSEMBLES en armoires mécaniquement assujettis

### **3.3.6**

#### **ENSEMBLE en pupitre**

ENSEMBLE sous enveloppe présentant un pupitre de commande horizontal ou incliné, ou une combinaison des deux et équipé d'appareils de commande, de mesure, de signalisation, etc.

### **3.3.7**

#### **ENSEMBLE en coffret**

ENSEMBLE sous enveloppe, prévu pour être monté sur un plan vertical

### **3.3.8**

#### **ENSEMBLE en coffrets multiples**

combinaison d'ENSEMBLES en coffrets reliés mécaniquement entre eux, avec ou sans charpente commune, les liaisons électriques entre deux coffrets voisins passant par des ouvertures aménagées sur les faces qui leur sont communes

### **3.3.9**

#### **ENSEMBLE pour fixation en saillie sur mur**

ENSEMBLE destiné à être fixé sur la surface d'un mur



EN 61439-1:2011

– 18 –

### **3.3.10**

#### **ENSEMBLE à encastrer dans un mur**

ENSEMBLE destiné à être installé dans un renforcement de mur, l'enveloppe ne supportant pas la partie de mur située au-dessus

## **3.4 Eléments de structure des ENSEMBLES**

### **3.4.1**

#### **châssis**

structure faisant partie d'un ENSEMBLE et prévue pour supporter divers constituants de l'ENSEMBLE et, le cas échéant, une enveloppe

### **3.4.2**

#### **charpente**

structure ne faisant pas partie d'un ENSEMBLE, prévue pour supporter un ENSEMBLE

### **3.4.3**

#### **plaque de montage**

support plan prévu pour supporter divers constituants et pouvant être installé dans un ENSEMBLE

### **3.4.4**

#### **cadre**

structure prévue pour supporter divers constituants et pouvant être installée dans un ENSEMBLE

### **3.4.5**

#### **enveloppe**

enceinte assurant le type et le degré de protection approprié pour l'application prévue

[CEI 60050-195:1998, 195-02-35]

### **3.4.6**

#### **panneau**

partie extérieure de l'enveloppe d'un ENSEMBLE

### **3.4.7**

#### **porte**

panneau pivotant ou glissant

### **3.4.8**

#### **panneau amovible**

panneau destiné à fermer une ouverture dans l'enveloppe extérieure et qui peut être enlevé pour effectuer certaines opérations d'exploitation et de maintenance

### **3.4.9**

#### **plaque de fermeture**

partie d'un ENSEMBLE utilisée pour fermer une ouverture dans l'enveloppe extérieure et conçue pour être fixée par vis ou moyens semblables

NOTE 1 Elle n'est pas normalement enlevée après la mise en service de l'équipement.

NOTE 2 La plaque de fermeture peut être munie d'entrées de câble.

### **3.4.10**

#### **cloison**

partie de l'enveloppe d'un compartiment le séparant des autres compartiments



#### **3.4.11 barrière**

partie assurant la protection contre les contacts directs dans toute direction habituelle d'accès

[CEI 60050-195:1998, 195-06-15, modifiée]

#### **3.4.12 obstacle**

élément empêchant un contact direct fortuit mais ne s'opposant pas à un contact direct par une action délibérée

[CEI 60050-195:1998, 195-06-16, modifiée]

NOTE Les obstacles sont destinés à empêcher tout contact fortuit avec les parties actives mais pas un contact fortuit par contournement délibéré de l'obstacle. Ils sont destinés à protéger les personnes qualifiées ou averties mais pas les personnes ordinaires.

#### **3.4.13 cache-bornes**

partie renfermant des bornes et procurant un degré de protection défini contre l'accès aux parties actives par des personnes ou des objets

#### **3.4.14 entrée de câbles**

partie comportant des ouvertures permettant le passage de câbles à l'intérieur de l'ENSEMBLE

#### **3.4.15 espace protégé clos**

partie d'un ENSEMBLE destinée à enfermer des composants électriques et procurant une protection définie contre les influences externes et les contacts avec les parties actives

### **3.5 Conditions d'installation des ENSEMBLES**

#### **3.5.1 ENSEMBLE pour installation à l'intérieur**

ENSEMBLE destiné à être utilisé dans des locaux où les conditions normales d'emploi pour l'intérieur, spécifiées en 7.1, sont satisfaites

#### **3.5.2 ENSEMBLE pour installation à l'extérieur**

ENSEMBLE destiné à être utilisé dans des locaux où les conditions normales d'emploi pour l'extérieur, spécifiées en 7.1, sont satisfaites

#### **3.5.3 ENSEMBLE fixe**

ENSEMBLE destiné à être fixé à son emplacement d'installation, par exemple au sol ou sur un mur, et à être utilisé à cet emplacement

#### **3.5.4 ENSEMBLE mobile**

ENSEMBLE prévu pour pouvoir être facilement déplacé d'un emplacement d'utilisation à un autre

### **3.6 Caractéristiques d'isolement**

#### **3.6.1**

##### **distance d'isolement**

distance entre deux parties conductrices le long d'un fil tendu suivant le plus court trajet possible entre ces deux parties conductrices

[CEI 60050-441:1984, 441-17-31]

#### **3.6.2**

##### **ligne de fuite**

distance la plus courte, le long de la surface d'un isolant solide, entre deux parties conductrices

[CEI 60050-151:2001, 151-15-50]

NOTE Un joint entre deux portions d'isolant est considéré comme faisant partie de la surface.

#### **3.6.3**

##### **surtension**

toute tension ayant une valeur de crête dépassant la valeur de crête correspondante de la tension maximale en régime permanent dans les conditions normales de fonctionnement

[définition 3.7 de la CEI 60664-1:2007]

#### **3.6.4**

##### **surtension temporaire**

surtension à fréquence industrielle de durée relativement longue (plusieurs secondes)

[définition 3.7.1 de la CEI 60664-1:2007, modifiée]

#### **3.6.5**

##### **surtension transitoire**

surtension de courte durée, ne dépassant pas quelques millisecondes, oscillatoire ou non, généralement fortement amortie

[CEI 60050-604:1987, 604-03-13]

#### **3.6.6**

##### **tension de tenue à fréquence industrielle**

valeur efficace d'une tension sinusoïdale à fréquence industrielle qui ne provoque pas de claquage dans des conditions d'essai spécifiées

[définition 2.5.56 de la CEI 60947-1: 2007]

NOTE La tension de tenue à fréquence industrielle est équivalente à la surtension temporaire de courte durée définie dans la CEI 60664-1.

#### **3.6.7**

##### **tension de tenue aux chocs**

valeur de crête la plus élevée d'une tension de choc, de forme et de polarité prescrites, qui ne provoque pas de claquage dans des conditions d'essai spécifiées

[définition 3.8.1 de la CEI 60664-1: 2007]

#### **3.6.8**

##### **pollution**

tout apport de matériau étranger solide, liquide ou gazeux, qui peut entraîner une réduction de la rigidité diélectrique ou de la résistivité superficielle de l'isolation

[définition 3.11 de la CEI 60664-1: 2007, modifiée]





### 3.6.9

#### **degré de pollution** (des conditions d'environnement)

nombre conventionnel, basé sur la quantité de poussières conductrices ou hygroscopiques, de gaz ionisés ou de sels et sur l'humidité relative et sa fréquence d'apparition se traduisant par l'absorption ou la condensation d'humidité, ayant pour effet de diminuer la rigidité diélectrique et/ou la résistivité superficielle

NOTE 1 Le degré de pollution auquel les matériaux isolants des dispositifs et des composants sont exposés peut être différent de celui du macro-environnement dans lequel sont situés les appareils et les composants, en raison de la protection assurée par des moyens tels qu'une enveloppe ou un chauffage interne empêchant l'absorption ou la condensation d'humidité.

NOTE 2 Dans le cadre de la présente norme, le degré de pollution est celui du micro-environnement.

[définition 2.5.58 de la CEI 60947-1: 2007]

### 3.6.10

#### **micro-environnement** (d'une distance d'isolement ou d'une ligne de fuite)

environnement immédiat de l'isolation qui a une influence particulière sur le dimensionnement des lignes de fuite

NOTE Le micro-environnement des lignes de fuite ou des distances d'isolement et non l'environnement de l'ENSEMBLE ou des constituants détermine l'effet sur l'isolation. Le micro-environnement peut être meilleur ou pire que l'environnement de l'ENSEMBLE ou des constituants.

[définition 3.12.2 de la CEI 60664-1:2007, modifiée]

### 3.6.11

#### **catégorie de surtension** (d'un circuit ou dans un réseau)

nombre conventionnel, basé sur la limitation (ou la commande) des valeurs de surtensions transitoires présumées apparaissant dans un circuit (ou dans un réseau où existent des sections de tensions nominales différentes) et dépendant des moyens employés pour agir sur ces surtensions

NOTE Dans un réseau, le passage d'une catégorie de surtension à une autre catégorie inférieure est réalisé à l'aide de moyens appropriés répondant aux exigences d'interface, tels qu'un dispositif de protection contre les surtensions ou des impédances disposées en série capables de dissiper, d'absorber ou de détourner l'énergie du courant de surcharge correspondant, afin d'abaisser la valeur des surtensions transitoires à celle qui correspond à la catégorie de surtension inférieure recherchée.

[définition 2.5.60 de la CEI 60947-1: 2007]

### 3.6.12

#### **parafoudre**

##### **SPD<sup>6</sup>**

appareil destiné à protéger le matériel électrique contre les surtensions transitoires élevées et à limiter la durée et souvent l'amplitude du courant de suite

[définition 2.2.22 de la CEI 60947-1: 2007]

### 3.6.13

#### **coordination de l'isolement**

correspondance des caractéristiques d'isolement du matériel électrique, d'une part avec les surtensions attendues et avec les caractéristiques des dispositifs de protection contre les surtensions et, d'autre part, avec le micro-environnement attendu et les moyens de protection contre la pollution

[définition 2.5.61 de la CEI 60947-1: 2007, modifiée]

---

<sup>6</sup> SPD = Surge Protective Device.

### **3.6.14**

#### **champ non homogène (non uniforme)**

champ électrique dont le gradient de tension entre électrodes n'est pas essentiellement constant

[définition 2.5.63 de la CEI 60947-1: 2007]

### **3.6.15**

#### **cheminement**

formation progressive de trajets conducteurs produits à la surface d'un isolant solide sous l'effet combiné des contraintes électriques et de la contamination électrolytique de cette surface

[définition 2.5.64 de la CEI 60947-1: 2007]

### **3.6.16**

#### **indice de résistance au cheminement**

##### **IRC**

valeur numérique de la tension maximale, exprimée en volts, pour laquelle un matériau supporte sans cheminement le dépôt de 50 gouttes d'une solution d'essai

NOTE Il convient que la valeur de chaque tension d'essai et de l'indice de résistance au cheminement soit divisible par 25.

[définition 2.5.65 de la CEI 60947-1: 2007, modifiée]

### **3.6.17**

#### **décharge disruptive**

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

NOTE 1 Une décharge disruptive dans un diélectrique solide produit une perte permanente de rigidité diélectrique; dans un diélectrique liquide ou gazeux, cette perte peut n'être que momentanée.

NOTE 2 Le terme « décharge » est utilisé lorsqu'une décharge disruptive se produit dans un diélectrique liquide ou gazeux.

NOTE 3 Le terme « amorçage » est utilisé lorsqu'une décharge disruptive se produit à la surface d'un diélectrique dans un milieu gazeux ou liquide.

NOTE 4 Le terme « perforation » est utilisé lorsqu'une décharge disruptive se produit à travers un diélectrique solide.

## **3.7 Protection contre les chocs électriques**

### **3.7.1**

#### **partie active**

conducteur ou partie conductrice destiné à être sous tension en service normal, y compris le conducteur de neutre, mais par convention, excepté le conducteur PEN

NOTE Ce terme n'implique pas nécessairement un risque de choc électrique.

[CEI 60050-195:1998, 195-02-19, modified]

### **3.7.2**

#### **partie active dangereuse**

partie active qui peut provoquer, dans certaines conditions, un choc électrique nuisible

[CEI 60050-195:1998, 195-06-05]



### 3.7.3

#### **partie conductrice accessible, masse** (dans une installation électrique)

partie conductrice d'un ENSEMBLE, susceptible d'être touchée et qui n'est pas normalement sous tension, mais qui peut devenir une partie active dangereuse en cas de défaut

[CEI 60050-826:2004, 826-12-10, modifiée]

### 3.7.4

#### **conducteur de protection**

(identification: PE)

conducteur prévu à des fins de sécurité, par exemple protection contre les chocs électriques

[CEI 60050-826:2004, 826-13-22]

NOTE Par exemple, un conducteur de protection peut raccorder électriquement les parties suivantes:

- masses;
- éléments conducteurs étrangers à l'installation;
- borne principale de terre;
- prise de terre;
- point de l'alimentation relié à la terre ou point neutre artificiel.

### 3.7.5

#### **conducteur (de) neutre**

**N**

conducteur relié électriquement au point neutre et pouvant contribuer à la distribution de l'énergie électrique

[CEI 60050-195:1998, 195-02-06, modifiée]

### 3.7.6

#### **conducteur PEN**

conducteur assurant à la fois les fonctions de conducteur de mise à la terre de protection et de conducteur neutre

[CEI 60050-195:1998, 195-02-12]

### 3.7.7

#### **courant de défaut**

courant résultant d'un défaut de l'isolation, du contournement de l'isolation ou d'un raccordement incorrect dans un circuit électrique

### 3.7.8

#### **protection principale**

protection contre les chocs électriques en l'absence de défaut

[CEI 60050-195:1998, 195-06-01]

NOTE La protection principale est destinée à empêcher tout contact avec les parties actives et elle correspond généralement à la protection contre les contacts directs.

### 3.7.9

#### **isolation principale**

isolation des parties actives dangereuses qui assure la protection principale

[CEI 60050-195:1998, 195-06-06]

NOTE Cette notion n'est pas applicable à l'isolation exclusivement utilisée à des fins fonctionnelles.



EN 61439-1:2011

– 24 –

### 3.7.10

#### **protection en cas de défaut**

protection contre les chocs électriques en condition de premier défaut (par exemple, en cas de défaillance de l'isolation principale)

[CEI 60050-195:1998, 195-06-02, modifiée]

NOTE La protection en cas de défaut correspond généralement à la protection contre les contacts indirects, essentiellement en cas de défaillance de l'isolation principale.

### 3.7.11

#### **très basse tension**

##### **TBT**

toute tension ne dépassant pas la limite de tension correspondante spécifiée dans la CEI 61201

### 3.7.12

#### **personne qualifiée**

personne ayant la formation et l'expérience appropriées pour lui permettre de percevoir les risques et d'éviter les dangers que peut présenter l'électricité

[CEI 60050-826:2004, 826-18-01]

### 3.7.13

#### **personne avertie**

personne suffisamment informée ou surveillée par des personnes qualifiées en électricité pour lui permettre de percevoir les risques et d'éviter les dangers que peut présenter l'électricité

[CEI 60050-826:2004, 826-18-02]

### 3.7.14

#### **personne ordinaire**

personne qui n'est ni une personne qualifiée ni une personne avertie

[CEI 60050-826:2004, 826-18-03]

### 3.7.15

#### **personne autorisée**

personne qualifiée ou avertie qui a reçu l'autorisation de réaliser des travaux définis

## 3.8 Caractéristiques

### 3.8.1

#### **valeur nominale**

##### **valeur de dénomination**

valeur d'une grandeur, utilisée pour dénommer et identifier un composant, un dispositif, un matériel ou un système

NOTE La valeur nominale est généralement une valeur arrondie.

[CEI 60050-151:2001, 151-16-09]

### 3.8.2

#### **valeur limite**

dans une spécification d'un composant, dispositif, matériel ou système, la plus grande ou la plus petite valeur admissible d'une grandeur

[CEI 60050-151:2001, 151-16-10: 2001]



### 3.8.3

#### **valeur assignée**

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

[CEI 60050-151:2001, 151-16-08]

### 3.8.4

#### **caractéristiques assignées**

ensemble des valeurs assignées et des conditions d'exploitation

[CEI 60050-151:2001, 151-16-11]

### 3.8.5

#### **tension nominale** (d'un réseau électrique)

valeur arrondie de la tension utilisée pour dénommer ou identifier un réseau électrique

[CEI 60050-601:1985, 601-01-21, modifiée]

### 3.8.6

#### **courant de court-circuit**

$I_c$

surintensité résultant d'un court-circuit dû à un défaut ou à un branchement incorrect dans un circuit électrique

[CEI 60050-441:1984, 441-11-07]

### 3.8.7

#### **courant de court-circuit présumé**

$I_{cp}$

valeur efficace du courant qui circule lorsque les conducteurs d'alimentation du circuit sont court-circuités par un conducteur d'impédance négligeable placé aussi près que la pratique le permet des bornes d'alimentation de l'ENSEMBLE (voir 10.11.5.4)

### 3.8.8

#### **courant coupé limité**

valeur instantanée maximale du courant atteinte au cours de la coupure effectuée par un appareil de connexion ou un fusible

NOTE Cette notion est d'une importance particulière si l'appareil de connexion ou le fusible fonctionne de telle manière que la valeur de crête du courant présumé du circuit n'est pas atteinte.

[CEI 60050-441:1984, 441-17-12]

### 3.8.9

#### **caractéristiques assignées de tension**

#### **3.8.9.1**

##### **tension assignée**

$U_n$

tension nominale la plus élevée du réseau électrique, à courant alternatif (efficace) ou à courant continu, déclarée par le constructeur de l'ENSEMBLE, auquel le(s) circuit(s) principal(aux) de l'ENSEMBLE est prévu pour être relié

NOTE 1 Pour les circuits polyphasés, il s'agit de la tension entre phases.

NOTE 2 Les transitoires sont ignorées.

NOTE 3 La valeur de la tension d'alimentation peut dépasser la tension assignée dans les limites des tolérances admissibles du réseau.



EN 61439-1:2011

– 26 –

### 3.8.9.2

#### **tension assignée d'emploi** (d'un circuit d'un ENSEMBLE)

$U_e$

valeur de tension déclarée par le constructeur d'ENSEMBLES qui, combinée au courant assigné détermine son utilisation

NOTE Pour les circuits polyphasés, il s'agit de la tension entre phases.

### 3.8.9.3

#### **tension assignée d'isolement**

$U_i$

valeur efficace de tension de tenue fixée par le constructeur d'ENSEMBLES aux matériels ou à une partie d'entre eux, caractérisant la capacité de tenue spécifiée (à long terme) de son isolation

[définition 3.9.1 de la CEI 60664-1: 2007, modifiée]

NOTE 1 Pour les circuits polyphasés, il s'agit de la tension entre phases.

NOTE 2 La tension assignée d'isolement n'est pas nécessairement égale à la tension d'emploi assignée des matériels qui est principalement liée aux caractéristiques fonctionnelles.

### 3.8.9.4

#### **tension assignée de tenue aux chocs**

$U_{imp}$

valeur de tension de tenue aux chocs fixée par le constructeur d'ENSEMBLES caractérisant la capacité de tenue spécifiée de l'isolation contre des surtensions transitoires

[définition 3.9.2 de la CEI 60664-1: 2007, modifiée]

### 3.8.10

#### **caractéristiques assignées de courant**

#### 3.8.10.1

##### **courant assigné**

valeur du courant, déclarée par le constructeur d'ENSEMBLES, qu'un circuit peut conduire sans que l'échauffement des différentes parties de l'ENSEMBLE ne dépasse les limites spécifiées dans des conditions données

NOTE Pour le courant assigné de l'ENSEMBLE ( $I_{nA}$ ) voir 5.3.1, et pour le courant assigné d'un circuit ( $I_{nC}$ ) voir 5.3.2.

#### 3.8.10.2

##### **courant assigné de crête admissible**

$I_{pk}$

valeur de crête du courant de court-circuit déclarée par le constructeur d'ENSEMBLES à laquelle le circuit peut résister dans des conditions spécifiées

#### 3.8.10.3

##### **courant assigné de courte durée admissible**

$I_{cw}$

valeur efficace du courant de courte durée, déclarée par le constructeur d'ENSEMBLES, à laquelle le circuit peut résister dans des conditions spécifiées, définies en termes de courant et de durée



#### 3.8.10.4

##### **courant assigné de court-circuit conditionnel**

$I_{cc}$

valeur du courant de court-circuit présumé, déclarée par le constructeur d'ENSEMBLES à laquelle un circuit protégé par un dispositif de protection contre les courts-circuits (DPCC) peut résister pendant la durée totale de fonctionnement (temps de coupure) de ce dispositif dans des conditions spécifiées

NOTE Le dispositif de protection contre les courts-circuits peut soit former une partie intégrante de l'ENSEMBLE, soit être une unité séparée.

#### 3.8.11

##### **facteur de diversité assigné**

**RDF<sup>7</sup>**

proportion de la valeur du courant assigné, fixée par le constructeur d'ENSEMBLES, à laquelle les circuits de départ d'un ENSEMBLE peuvent être chargés de manière continue et simultanée en tenant compte des influences thermiques mutuelles

#### 3.8.12

##### **fréquence assignée**

$f_n$

valeur de fréquence déclarée par le constructeur d'ENSEMBLES pour laquelle un circuit est conçu et à laquelle se réfèrent les conditions d'emploi

NOTE On peut attribuer à un circuit un certain nombre ou une plage de fréquences assignées, ou le spécifier à la fois en courant alternatif et en courant continu.

#### 3.8.13

##### **compatibilité électromagnétique**

**CEM**

NOTE Pour les termes et définitions liés à la CEM, voir J.3.8.13.1 à J.3.8.13.5 de l'Annexe J.

### 3.9 Vérification

#### 3.9.1

##### **vérification de la conception**

vérification réalisée sur un échantillon d'un ENSEMBLE ou sur des parties d'ENSEMBLES pour montrer que la conception satisfait aux exigences de la norme d'ENSEMBLES applicable

NOTE La vérification de la conception peut inclure une ou plusieurs méthodes équivalentes, voir 3.9.1.1, 3.9.1.2 et 3.9.1.3.

##### 3.9.1.1

##### **essai de vérification**

essai réalisé sur un échantillon d'un ENSEMBLE ou sur des parties d'ENSEMBLES pour vérifier que la conception satisfait aux exigences de la norme d'ENSEMBLES applicable

NOTE Les essais de vérification sont équivalents aux essais de type.

##### 3.9.1.2

##### **comparaison de vérification**

comparaison structurée d'une proposition de conception d'un ENSEMBLE, ou de parties d'un ENSEMBLE, avec une conception de référence soumise à essai

---

<sup>7</sup> RDF = Rated Diversity Factor.



EN 61439-1:2011

– 28 –

### 3.9.1.3

#### évaluation de vérification

vérification de conception des règles de conception ou des calculs stricts appliqués à un échantillon d'un ENSEMBLE ou à des parties d'ENSEMBLES pour montrer que la conception satisfait aux exigences de la norme d'ENSEMBLES applicable

### 3.9.2

#### vérification individuelle de série

vérification de chaque ENSEMBLE réalisée au cours et/ou à l'issue de la fabrication pour s'assurer qu'il est conforme aux exigences de la norme d'ENSEMBLES applicable

## 3.10 Constructeur/utilisateur

### 3.10.1

#### constructeur d'origine

organisme qui a réalisé la conception d'origine et la vérification associée d'un ENSEMBLE conformément à la norme d'ENSEMBLES applicable

### 3.10.2

#### constructeur d'ENSEMBLES

organisme prenant la responsabilité de l'ENSEMBLE fini

NOTE Le constructeur d'ENSEMBLES peut être un organisme différent du constructeur d'origine.

### 3.10.3

#### utilisateur

partie qui spécifie, achète, utilise et/ou exploite l'ENSEMBLE, ou toute personne agissant en son nom

## 4 Symboles et abréviations

Liste alphabétique des termes avec leurs symboles et abréviations accompagnés de la référence du paragraphe où ils sont utilisés la première fois:

| Symbole/Abréviation | Terme   | Paragraphe |
|---------------------|---|------------|
| IRC                 | indice de résistance au cheminement           | 3.6.17     |
| TBT                 | très basse tension                            | 3.7.11     |
| CEM                 | compatibilité électromagnétique               | 3.8.13     |
| $f_n$               | fréquence assignée                            | 3.8.12     |
| $I_c$               | courant de court-circuit                      | 3.8.6      |
| $I_{cc}$            | courant assigné de court-circuit conditionnel | 3.8.10.4   |
| $I_{cp}$            | courant de court-circuit présumé              | 3.8.7      |
| $I_{cw}$            | courant assigné de courte durée admissible    | 3.8.10.3   |
| $I_{nA}$            | courant assigné de l'ENSEMBLE                 | 5.3.1      |
| $I_{nc}$            | courant assigné d'un circuit                  | 5.3.2      |
| $I_{pk}$            | valeur de crête du courant assigné admissible | 3.8.10.2   |
| N                   | conducteur neutre                             | 3.7.5      |
| PE                  | conducteur de protection                      | 3.7.4      |
| PEN                 | conducteur PEN                                | 3.7.6      |
| RDF                 | facteur de diversité assigné                  | 3.8.11     |





| Symbole/Abréviation | Terme   | Paragraphe |
|---------------------|---|------------|
| DPCC                | dispositif de protection contre les courts-circuits | 3.1.11     |
| SPD <sup>8</sup>    | parafoudre  | 3.6.12     |
| $U_e$               | tension assignée d'emploi                           | 3.8.9.2    |
| $U_i$               | tension assignée d'isolement                        | 3.8.9.3    |
| $U_{imp}$           | tension assignée de tenue aux chocs                 | 3.8.9.4    |
| $U_n$               | tension assignée                                    | 3.8.9.1    |

## 5 Caractéristiques d'interface

### 5.1 Généralités

Les caractéristiques de l'ENSEMBLE doivent assurer la compatibilité avec les caractéristiques assignées des circuits auxquels il est raccordé et avec les conditions d'installation, et elles doivent être spécifiées par le constructeur d'ENSEMBLES en utilisant les critères identifiés de 5.2 à 5.6.

### 5.2 Caractéristiques assignées de tension

#### 5.2.1 Tension assignée ( $U_n$ ) (de l'ENSEMBLE)

La tension assignée doit être au moins égale à la tension nominale du réseau électrique.

#### 5.2.2 Tension assignée d'emploi ( $U_e$ ) (d'un circuit d'un ENSEMBLE)

La tension assignée d'emploi de tout circuit ne doit pas être inférieure à la tension nominale du réseau électrique auquel il est prévu pour être raccordé.

Si elle est différente de la tension assignée de l'ENSEMBLE, la tension assignée d'emploi appropriée du circuit doit être spécifiée.

#### 5.2.3 Tension assignée d'isolement ( $U_i$ ) (d'un circuit d'un ENSEMBLE)

La tension assignée d'isolement d'un circuit d'un ENSEMBLE est la valeur de tension à laquelle on se réfère pour les tensions d'essais diélectriques et pour les lignes de fuite.

La tension assignée d'isolement d'un circuit doit être supérieure ou égale aux valeurs spécifiées pour  $U_n$  et pour  $U_e$  pour le même circuit.

NOTE Pour les circuits monophasés provenant des schémas IT (voir CEI 60364-5-52), il convient que la tension assignée d'isolement soit au moins égale à la tension entre les phases de l'alimentation.

#### 5.2.4 Tension assignée de tenue aux chocs ( $U_{imp}$ ) (de l'ENSEMBLE)

La tension assignée de tenue aux chocs doit être supérieure ou égale aux valeurs spécifiées pour les surtensions transitoires qui apparaissent dans le ou les réseau(x) électrique(s) au(x)quel(s) le circuit est conçu pour être raccordé.

NOTE Les valeurs préférentielles de tension assignée de tenue aux chocs sont celles données au Tableau G.1 de l'Annexe G.

<sup>8</sup> SPD = Surge Protective Device.



### 5.3 Caractéristiques assignées de courant

#### 5.3.1 Courant assigné de l'ENSEMBLE ( $I_{nA}$ )

Le courant assigné de l'ENSEMBLE est le plus faible:

- de la somme des courants assignés des circuits d'arrivée de l'ENSEMBLE fonctionnant en parallèle;
- du courant total que le jeu de barres principal est capable de distribuer dans la configuration particulière de l'ENSEMBLE.

Ce courant doit passer sans que l'échauffement des différentes parties ne dépasse les limites spécifiées en 9.2.

NOTE 1 Le courant assigné d'un circuit d'arrivée peut être inférieur au courant assigné de l'appareil d'entrée (selon la norme d'appareil applicable) installé dans l'ENSEMBLE.

NOTE 2 Dans ce contexte, le jeu de barres principal est un jeu de barres simple ou une combinaison de jeux de barres simples qui sont normalement raccordés en service, par exemple, au moyen d'un dispositif de couplage de barres.

NOTE 3 Le courant assigné de l'ENSEMBLE est le courant de charge maximal que l'ENSEMBLE peut distribuer et qui ne peut pas être dépassé en ajoutant des unités de départ supplémentaires.

#### 5.3.2 Courant assigné d'un circuit ( $I_{nC}$ )

Le courant assigné d'un circuit est la valeur du courant pouvant être transporté par ce circuit chargé seul dans les conditions normales d'emploi. Ce courant doit passer sans que l'échauffement des différentes parties de l'ENSEMBLE ne dépasse les limites spécifiées en 9.2.

NOTE 1 Le courant assigné d'un circuit peut être inférieur aux courants assignés des appareils (selon la norme d'appareil respective) installés dans ce circuit.

NOTE 2 Etant donné la complexité des facteurs qui déterminent les courants assignés, aucune valeur normalisée ne peut être donnée.

#### 5.3.3 Courant assigné de crête admissible ( $I_{pK}$ )

Le courant assigné de crête admissible doit être supérieure ou égal à la (aux) valeur(s) de crête spécifiée(s) du courant de court-circuit présumé du ou des réseau(x) d'alimentation au(x)quel(s) le(s) circuit(s) est (sont) conçu(s) pour être raccordé(s) (voir aussi 9.3.3).

#### 5.3.4 Courant assigné de courte durée admissible ( $I_{cW}$ ) (d'un circuit d'un ENSEMBLE)

Le courant assigné de courte durée admissible doit être supérieur ou égal à la valeur efficace du courant de court-circuit présumé ( $I_{cP}$ ) à chaque point de raccordement du circuit à l'alimentation, (voir aussi 3.8.10.3).

Différentes valeurs de  $I_{cW}$  peuvent être attribuées à un ENSEMBLE pour différentes durées (par exemple, 0,2 s; 1 s; 3 s).

En courant alternatif, la valeur du courant est la valeur efficace de la composante alternative.

#### 5.3.5 Courant assigné de court-circuit conditionnel d'un ENSEMBLE ( $I_{cC}$ )

Le courant assigné de court-circuit conditionnel doit être supérieur ou égal à la valeur efficace du courant de court-circuit présumé ( $I_{cP}$ ) pendant une durée limitée par le fonctionnement du dispositif de protection contre les courts-circuits qui protège l'ENSEMBLE.

Le pouvoir de coupure et les caractéristiques de limitation du courant ( $I^2t$ ,  $I_{pK}$ ) du dispositif de protection contre les courts-circuits spécifié doivent être indiqués par le constructeur d'ENSEMBLES, compte tenu des données fournies par le constructeur des dispositifs.



## 5.4 Facteur de diversité assigné (RDF)

Le facteur de diversité assigné est la proportion de la valeur du courant assigné fixée par le constructeur d'ENSEMBLES à laquelle les circuits de départ d'un ENSEMBLE peuvent être chargés de manière continue et simultanée en tenant compte des influences thermiques mutuelles.

Le facteur de diversité assigné peut être spécifié:

- pour des groupes de circuits;
- pour l'ENSEMBLE complet.

Le facteur de diversité assigné multiplié par le courant assigné des circuits doit être égal ou supérieur à la charge présumée des circuits de départ. La charge présumée des circuits de départ doit être traitée par la norme d'ENSEMBLES applicable.

NOTE 1 La charge présumée des circuits de départ peut être un courant constant ou l'équivalent thermique d'un courant variable (voir Annexe E).

Le facteur de diversité assigné est applicable lorsque l'ENSEMBLE fonctionne sous le courant assigné ( $I_{nA}$ ).

NOTE 2 Le facteur de diversité assigné reconnaît qu'en pratique toutes les unités fonctionnelles ne sont pas complètement chargées simultanément ou qu'elles sont chargées de manière intermittente.

Voir l'Annexe E pour plus de précisions.

NOTE 3 En Norvège, la protection contre les surcharges des conducteurs ne doit pas être uniquement fondée sur l'utilisation de facteurs de diversité des circuits en aval.

## 5.5 Fréquence assignée ( $f_n$ )

La fréquence assignée d'un circuit est la valeur de fréquence à laquelle les conditions d'exploitation font référence. Lorsque les circuits d'un ENSEMBLE sont prévus pour différentes valeurs de fréquence, la fréquence assignée de chaque circuit doit être précisée.

NOTE Il convient que la fréquence soit comprise dans les limites spécifiées dans les normes correspondantes de la CEI relatives aux constituants incorporés. Sauf indication contraire du constructeur d'ENSEMBLES, on admet que les limites sont égales à 98 % et 102 % de la fréquence assignée.

## 5.6 Autres caractéristiques

Les caractéristiques suivantes doivent être fixées:

- a) exigences complémentaires en fonction des conditions d'emploi spécifiques d'une unité fonctionnelle (par exemple, type de coordination, caractéristiques de surcharge);
- b) degré de pollution (voir 3.6.9);
- c) types de mise à la terre du réseau pour lesquels l'ENSEMBLE est conçu;
- d) installation à l'intérieur et/ou à l'extérieur (voir 3.5.1 et 3.5.2);
- e) fixe ou mobile (voir 3.5.3 et 3.5.4);
- f) degré de protection;
- g) destiné à être utilisé par des personnes qualifiées ou ordinaires (voir 3.7.12 et 3.7.14);
- h) classification de compatibilité électromagnétique (CEM) (voir Annexe J);
- i) conditions spéciales d'emploi, le cas échéant (voir 7.2);
- j) conception extérieure (voir 3.3);
- k) protection contre les chocs mécaniques, le cas échéant (voir 8.2.1);
- l) le type de construction – fixe ou à parties amovibles (voir 8.5.1 et 8.5.2).



EN 61439-1:2011

– 32 –

- m) la nature du ou des dispositifs de protection contre les courts-circuits (voir 9.3.2);
- n) les mesures de protection contre les chocs électriques;
- o) les dimensions hors tout (y compris les saillies, par exemple, poignées, panneaux, portes), si nécessaire;
- p) la masse, si nécessaire.

## 6 Informations

### 6.1 Marquage pour l'identification des ENSEMBLES

Le constructeur d'ENSEMBLES doit pourvoir chaque ENSEMBLE d'une ou plusieurs étiquettes, marquées d'une manière durable et disposées à un emplacement leur permettant d'être visibles et lisibles lorsque l'ENSEMBLE est installé et en exploitation. La conformité est vérifiée selon l'essai de 10.2.7 et par examen.

Les renseignements suivants concernant l'ENSEMBLE doivent être fournis sur l'étiquette ou les étiquettes d'identification:

- a) nom du constructeur d'ENSEMBLES ou sa marque de fabrique (voir 3.10.2);
- b) désignation du type ou un numéro d'identification, ou tout autre moyen d'identification, permettant d'obtenir du constructeur d'ENSEMBLES les renseignements appropriés;
- c) moyens d'identification de la date de fabrication;
- d) CEI 61439-X (la partie particulière "X" doit être identifiée).

NOTE La norme d'ENSEMBLES applicable peut spécifier s'il convient que des renseignements complémentaires soient indiqués sur l'étiquette d'identification.

### 6.2 Documentation

#### 6.2.1 Renseignements concernant l'ENSEMBLE

Toutes les caractéristiques d'interface conformément à l'Article 5, doivent, le cas échéant, être fournies dans la documentation technique du constructeur d'ENSEMBLES, livrée avec l'ENSEMBLE.

#### 6.2.2 Instructions de manutention, d'installation, d'exploitation et de maintenance

Le constructeur d'ENSEMBLES doit spécifier, dans ses documents ou ses catalogues, les conditions éventuelles de manutention, d'installation, d'exploitation et de maintenance de l'ENSEMBLE et du matériel qu'il contient.

Si nécessaire, les instructions doivent indiquer les mesures qui sont d'une importance particulière pour que le transport, la manutention, l'installation et l'exploitation de l'ENSEMBLE soient corrects et appropriés. La mise à disposition de renseignements détaillés concernant le poids est particulièrement importante en vue du transport et de la manutention des ENSEMBLES.

L'emplacement et l'installation corrects des moyens de levage et la taille des câbles des accessoires de levage, le cas échéant, doivent être donnés dans la documentation du constructeur d'ENSEMBLES ou dans les instructions sur la manière de manutention de l'ENSEMBLE.

Les éventuelles mesures à prendre pendant l'installation, l'exploitation et la maintenance de l'ENSEMBLE en vue de la CEM doivent être spécifiées (voir Annexe J).

Si un ENSEMBLE prévu spécifiquement pour un environnement A doit être utilisé dans un environnement B, l'avertissement suivant doit être inclus dans les instructions d'exploitation:



#### AVERTISSEMENT

Ce produit a été conçu pour un environnement A. L'utilisation de ce produit dans un environnement B peut engendrer des perturbations électromagnétiques non désirées qui peuvent nécessiter la prise de mesures d'atténuation appropriées de la part de l'utilisateur.

Lorsque cela est nécessaire, les documents mentionnés ci-dessus doivent indiquer la nature de la maintenance et sa périodicité recommandées.

Si le câblage n'apparaît pas nettement du fait de la disposition matérielle des appareils installés, les renseignements appropriés, par exemple, schémas ou tableaux des circuits, doivent être fournis.

### 6.3 Identification des appareils et/ou des composants

A l'intérieur de l'ENSEMBLE, il doit être possible d'identifier chacun des circuits et leurs dispositifs de protection. Les marquages d'identification doivent être lisibles, permanents et appropriés à l'environnement physique. Toutes les identifications utilisées doivent être conformes à celles de la CEI 81346-1 et de la CEI 81346-2 et identiques à celles des schémas des circuits qui doivent être conformes à la CEI 61082-1.

## 7 Conditions d'emploi

### 7.1 Conditions normales d'emploi

Les ENSEMBLES conformes à la présente norme sont prévus pour être utilisés dans les conditions normales d'emploi indiquées ci-dessous.

NOTE Si on utilise des composants, par exemple des relais, des matériels électroniques, qui ne sont pas prévus pour ces conditions, il convient de prendre des mesures appropriées pour assurer un fonctionnement convenable.

#### 7.1.1 Température de l'air ambiant

##### 7.1.1.1 Température de l'air ambiant pour les installations à l'intérieur

La température de l'air ambiant ne dépasse pas +40 °C et la température moyenne pendant une période de 24 h ne dépasse pas +35 °C.

La limite inférieure de la température de l'air ambiant est de –5 °C.

##### 7.1.1.2 Température de l'air ambiant pour les installations à l'extérieur

La température de l'air ambiant ne dépasse pas +40 °C et la température moyenne pendant une période de 24 h ne dépasse pas +35 °C.

La limite inférieure de la température de l'air ambiant est de –25 °C.

#### 7.1.2 Conditions d'humidité

##### 7.1.2.1 Conditions d'humidité pour les installations à l'intérieur

L'humidité relative de l'air ne dépasse pas 50 % à une température maximale de +40 °C. Des degrés d'humidité relative plus élevés peuvent être admis à des températures plus basses, par exemple, 90 % à +20 °C. Il convient de tenir compte d'une condensation modérée qui peut se produire occasionnellement en raison des variations de température.



EN 61439-1:2011

– 34 –

#### **7.1.2.2 Conditions d'humidité pour les installations à l'extérieur**

L'humidité relative peut temporairement atteindre 100 % à une température maximale de +25 °C.

#### **7.1.3 Degré de pollution**

Le degré de pollution (voir 3.6.9) se rapporte aux conditions d'environnement pour lesquelles l'ENSEMBLE est prévu.

Pour les appareils de connexion et les composants à l'intérieur d'une enveloppe, le degré de pollution des conditions d'environnement à l'intérieur de l'enveloppe est applicable.

Pour évaluer les distances d'isolement et les lignes de fuite, on distingue les quatre degrés de pollution suivants au niveau du micro-environnement.

##### *Degré de pollution 1:*

Pas de pollution ou seulement une pollution sèche non conductrice. La pollution n'a aucune influence.

##### *Degré de pollution 2:*

Présence uniquement d'une pollution non conductrice. On peut cependant, occasionnellement, s'attendre à une conductivité temporaire provoquée par la condensation.

##### *Degré de pollution 3:*

Présence d'une pollution conductrice ou d'une pollution sèche non conductrice qui devient conductrice par suite de condensation.

##### *Degré de pollution 4:*

Il se produit une conductivité persistante causée par de la poussière conductrice, ou par de la pluie ou par d'autres conditions humides.

Le degré de pollution 4 n'est pas applicable pour un micro-environnement à l'intérieur d'un ENSEMBLE conforme à la présente norme.

Sauf spécification contraire, les ENSEMBLES pour les applications industrielles sont, en général, destinés à être utilisés dans un environnement à degré de pollution 3. Toutefois, d'autres degrés de pollution peuvent s'appliquer en fonction du micro-environnement ou d'emplois particuliers.

NOTE Le degré de pollution du micro-environnement de l'équipement peut être influencé par l'installation de celui-ci dans une enveloppe.

#### **7.1.4 Altitude**

L'altitude du lieu de l'installation ne dépasse pas 2 000 m.

NOTE Pour les équipements destinés à être utilisés à des altitudes plus élevées, il est nécessaire de tenir compte de la diminution de la rigidité diélectrique, du pouvoir de coupure des appareils et du pouvoir de refroidissement de l'air.



## 7.2 Conditions spéciales d'emploi

Lorsqu'il existe des conditions spéciales d'emploi, les exigences particulières applicables doivent être respectées ou des conventions particulières doivent intervenir entre l'utilisateur et le constructeur d'ENSEMBLES. L'utilisateur doit informer le constructeur d'ENSEMBLES de l'existence de telles conditions spéciales d'emploi.

Les conditions spéciales d'emploi comprennent, par exemple:

- a) des valeurs de température, d'humidité relative et/ou d'altitude différentes de celles qui sont spécifiées en 7.1;
- b) des utilisations dans lesquelles des variations de température et/ou de pression de l'air se produisent si rapidement qu'une condensation exceptionnelle est susceptible de se produire à l'intérieur de l'ENSEMBLE;
- c) une pollution importante de l'air par des poussières, fumées, particules corrosives ou radioactives, vapeurs ou sel;
- d) une exposition à des champs électriques ou magnétiques élevés;
- e) une exposition à des conditions climatiques extrêmes;
- f) des attaques par des champignons ou de petits animaux;
- g) une installation dans des emplacements exposés à des dangers d'incendie ou d'explosion;
- h) une exposition à des vibrations, des chocs importants, des phénomènes sismiques;
- i) une installation dans des conditions telles que l'aptitude à supporter le courant ou le pouvoir de coupure est affectée, par exemple, les matériels incorporés à des machines ou encastrés dans un mur;
- j) une exposition à des perturbations conduites et rayonnées autres qu'électromagnétiques et aux perturbations électromagnétiques dans des environnements autres que ceux décrits en 9.4;
- k) des conditions de surtension ou des fluctuations de tension exceptionnelles;
- l) des harmoniques excessifs dans la tension d'alimentation ou le courant de charge.

## 7.3 Conditions au cours du transport, du stockage et de l'installation

Un accord spécial doit être conclu entre l'utilisateur et le constructeur d'ENSEMBLES si les conditions pendant le transport, le stockage et l'installation, par exemple, les conditions de température et d'humidité, diffèrent de celles qui sont définies en 7.1.

# 8 Exigences de construction

## 8.1 Résistance des matériaux et des parties

### 8.1.1 Généralités

Les ENSEMBLES doivent être construits avec des matériaux capables de supporter les contraintes mécaniques, électriques et thermiques ainsi que les contraintes d'environnement susceptibles d'être rencontrées dans les conditions d'emploi spécifiées.

La forme extérieure de l'enveloppe de l'ENSEMBLE peut varier pour s'adapter à la réalisation et à l'utilisation, et plusieurs exemples sont donnés en 3.3. Ces enveloppes peuvent également être construites dans différents matériaux, par exemple, isolants, métalliques ou une combinaison des deux.



## **8.1.2 Protection contre la corrosion**

La protection contre la corrosion doit être assurée par l'utilisation de matériaux appropriés ou par des revêtements de protection des surfaces exposées, en tenant compte des conditions normales d'emploi (voir 7.1). La conformité à cette exigence est vérifiée par l'essai de 10.2.2.

## **8.1.3 Propriétés des matériaux isolants**

### **8.1.3.1 Stabilité thermique**

Pour les enveloppes ou les parties des enveloppes en matériaux isolants, la stabilité thermique doit être vérifiée conformément à 10.2.3.1.

### **8.1.3.2 Résistance des matériaux isolants à la chaleur et au feu**

#### **8.1.3.2.1 Généralités**

Les parties des matériaux isolants qui sont susceptibles d'être exposées à des contraintes thermiques résultant d'effets électriques internes, et dont la détérioration peut altérer la sécurité de l'ENSEMBLE, ne doivent pas être affectées défavorablement par la chaleur normale (en exploitation), par une chaleur anormale ou par le feu.

#### **8.1.3.2.2 Résistance des matériaux isolants à la chaleur**

Le constructeur d'origine doit sélectionner les matériaux isolants soit par référence à l'indice de température de l'isolation (déterminé par exemple par les méthodes définies dans la CEI 60216), soit par conformité avec la CEI 60085.

#### **8.1.3.2.3 Résistance des matériaux isolants à une chaleur anormale et au feu dus aux effets électriques internes**

Les matériaux isolants utilisés pour les parties nécessaires pour maintenir en position les parties transportant le courant et les parties susceptibles d'être exposées à des contraintes thermiques résultant d'effets électriques internes, et dont la détérioration peut altérer la sécurité de l'ENSEMBLE, ne doivent pas être affectés défavorablement par une chaleur anormale ou le feu et doivent être vérifiés au moyen de l'essai au fil incandescent de 10.2.3.2. Pour les besoins de cet essai, un conducteur de protection (PE) n'est pas considéré comme une partie transportant le courant.

Pour les petites parties (ayant des dimensions de surface n'excédant pas 14 mm x 14 mm), un autre essai peut être choisi (par exemple, l'essai au brûleur-aiguille conformément à la CEI 60695-11-5). La même procédure peut être appliquée pour d'autres raisons pratiques lorsque le matériau métallique d'une partie est important par rapport au matériau isolant.

## **8.1.4 Résistance aux rayonnements ultraviolets**

Pour les enveloppes et les parties externes en matériaux isolants qui sont destinées à être utilisées à l'extérieur, la résistance aux rayonnements ultraviolets doit être vérifiée conformément à 10.2.4.

## **8.1.5 Résistance mécanique**

Toutes les enveloppes ou cloisons, y compris les moyens de fermeture et les charnières des portes, doivent avoir une résistance mécanique suffisante pour résister aux contraintes auxquelles elles peuvent être soumises en utilisation normale et en conditions de court-circuit (voir aussi 10.13).

Le fonctionnement mécanique des parties amovibles, y compris tout verrouillage d'insertion, doit être vérifié par essai selon 10.13.





### 8.1.6 Dispositifs de levage

Lorsque cela est exigé, les ENSEMBLES doivent être équipés d'appareils appropriés de levage. La conformité est vérifiée selon l'essai de 10.2.5.

## 8.2 Degré de protection procuré par l'enveloppe d'un ENSEMBLE

### 8.2.1 Protection contre les impacts mécaniques

Le degré de protection procuré par l'enveloppe d'un ENSEMBLE contre les impacts mécaniques doit, si nécessaire, être défini par les normes d'ENSEMBLES applicables et être vérifié conformément à la CEI 62262 (voir 10.2.6).

### 8.2.2 Protection contre les contacts avec des parties actives, contre la pénétration de corps étrangers solides et d'eau

Le degré de protection procuré par un ENSEMBLE contre les contacts avec des parties actives, contre la pénétration de corps étrangers solides et d'eau est indiqué par le code IP conformément à la CEI 60529 et est vérifié selon 10.3.

NOTE 1 Aux Etats-Unis (USA), au Canada et au Mexique, on utilise des désignations de « type » d'enveloppe pour spécifier le « degré de protection » procuré par l'ENSEMBLE. Pour les réalisations aux USA, il convient d'utiliser la désignation de type d'enveloppe appropriée spécifiée dans la NEMA 250. Pour les réalisations au Canada, il convient d'utiliser la désignation de type d'enveloppe appropriée spécifiée dans la norme CSA C22.2 No 94.1 et 94.2. Pour les réalisations au Mexique, il convient d'utiliser la désignation de type d'enveloppe appropriée spécifiée dans les normes NMX-J-235/1-ANCE et NMX-J-235/2-ANCE.

Le degré de protection d'un ENSEMBLE sous enveloppe doit être au moins égal à IP 2X, après installation conformément aux instructions du constructeur d'ENSEMBLES. Le degré de protection procuré par la face avant d'un ENSEMBLE ouvert à protection frontale doit être au moins égal à IP XXB.

Pour les ENSEMBLES fixes non soumis à une inclinaison dans des conditions normales d'emploi, le degré de protection IP X2 n'est pas applicable.

Dans le cas des ENSEMBLES pour installation à l'extérieur n'ayant pas de protection supplémentaire, le second chiffre caractéristique doit être au moins égal à 3.

NOTE 2 Pour l'installation à l'extérieur, la protection supplémentaire peut être un toit ou une protection analogue.

Sauf spécification contraire, le degré de protection indiqué par le constructeur d'ENSEMBLES s'applique à l'ENSEMBLE complet lorsqu'il est installé conformément aux instructions du constructeur d'ENSEMBLES, par exemple, avec obturation de la surface de montage de l'ENSEMBLE laissée ouverte, etc.

Lorsqu'un ENSEMBLE n'a pas le même IP partout, le constructeur d'ENSEMBLES doit déclarer l'IP de chacune des parties.

Les différentes caractéristiques assignées IP ne doivent pas affecter l'utilisation prévue de l'ENSEMBLE.

NOTE 3 Les exemples incluent:

- Face de service IP 20, autres parties IP 00.
- Trous de vidange pratiqués dans la base IP XXD, autres parties IP 43.

Aucun code IP ne peut être donné si les vérifications appropriées n'ont pas été réalisées selon 10.3.

Les ENSEMBLES sous enveloppe pour installation à l'extérieur et à l'intérieur, destinés à être utilisés dans des lieux où règnent une humidité élevée et des températures variant avec une grande amplitude, doivent comporter des dispositifs appropriés (ventilation et/ou chauffage intérieur, trous de vidange, etc.) afin d'empêcher toute condensation nuisible à l'intérieur de l'ENSEMBLE. Toutefois, le degré de protection spécifié doit être maintenu en même temps.

### **8.2.3 ENSEMBLE avec parties amovibles**

Le degré de protection indiqué pour les ENSEMBLES s'applique normalement à la position raccordée (voir 3.2.3) des parties amovibles.

Si le degré de protection d'origine n'est pas maintenu après le retrait d'une partie amovible, par exemple par la fermeture d'une porte, un accord doit être recherché entre le constructeur d'ENSEMBLES et l'utilisateur concernant les mesures qui doivent être prises pour assurer la protection adéquate. Les indications fournies par le constructeur d'ENSEMBLES peuvent tenir lieu d'un tel accord.

Lorsque des volets permettent d'assurer une protection adéquate contre l'accès aux parties actives, ils doivent être fixés de manière à ne pas pouvoir être démontés de façon non intentionnelle.

## **8.3 Distances d'isolement et lignes de fuite**

### **8.3.1 Généralités**

Les exigences applicables aux distances d'isolement et aux lignes de fuite sont fondées sur les principes de la CEI 60664-1 et sont destinées à assurer une coordination de l'isolement au sein de l'installation.

Les distances d'isolement et les lignes de fuite des équipements qui font partie de l'ENSEMBLE doivent être conformes aux exigences de la norme de produit applicable.

Lorsqu'on incorpore des équipements dans l'ENSEMBLE, les distances d'isolement et les lignes de fuite spécifiées doivent être maintenues dans les conditions normales d'emploi.

Pour dimensionner des distances d'isolement et des lignes de fuite entre des circuits distincts, on doit utiliser les caractéristiques assignées de tension les plus élevées (tension assignée de tenue aux chocs pour les distances d'isolement et tension assignée d'isolement pour les lignes de fuite).

Les distances d'isolement et les lignes de fuite s'appliquent entre phases, entre phase et neutre et, sauf si un conducteur est directement raccordé à la terre, entre phase et terre et neutre et terre.

Pour les conducteurs actifs nus et les raccordements (par exemple, jeux de barres, connexions entre appareils et cosses de câbles), les distances d'isolement et les lignes de fuite doivent être au moins équivalentes à celles spécifiées pour l'appareil auquel ils sont directement associés.

Un court-circuit inférieur ou égal à la (aux) caractéristique(s) assignée(s) déclarée(s) de l'ENSEMBLE ne doit pas réduire d'une manière permanente les distances d'isolement ou les lignes de fuite entre les jeux de barres et/ou les connexions en dessous des valeurs spécifiées pour l'ENSEMBLE. La déformation des parties de l'enveloppe ou des cloisons, des barrières et des obstacles internes due à un court-circuit ne doit pas réduire de manière permanente les distances d'isolement ou les lignes de fuite en dessous des valeurs spécifiées en 8.3.2 et 8.3.3 (voir aussi 10.11.5.5).



### 8.3.2 Distances d'isolement

Les distances d'isolement doivent être suffisantes pour satisfaire à la tension assignée de tenue aux chocs ( $U_{imp}$ ) d'un circuit. Les distances d'isolement doivent être telles que spécifiées au Tableau 1 sauf si un essai de vérification de conception et un essai individuel de série de la tension assignée de tenue aux chocs sont effectués conformément à 10.9.3 et 11.3, respectivement.

La méthode de vérification des distances d'isolement par des mesures est donnée à l'Annexe F.

NOTE Aux Etats-Unis (USA) et au Mexique, les codes électriques nationaux sont utilisés pour spécifier les distances d'isolement minimales. Aux USA, le code électrique national NFPA 70, Article 408.56 s'applique. Au Mexique, le code NOM-001-SEDE s'applique. Pour ces réalisations, il est recommandé que les distances d'isolement soient choisies en utilisant l'Annexe L, Tableau L.1 de la présente norme. Pour les réalisations au Canada, les distances d'isolement électrique minimales sont spécifiées dans le Code Electrique Canadien, Partie 2 Normes de Sécurité des Produits.

### 8.3.3 Lignes de fuite

Le constructeur d'origine doit choisir une ou des tensions assignées d'isolement ( $U_i$ ) pour les circuits de l'ENSEMBLE à partir desquelles la ou les lignes de fuite doivent être déterminées. Pour tout circuit donné, la tension assignée d'isolement ne doit pas être inférieure à la tension assignée d'emploi ( $U_e$ ).

Dans tous les cas, les lignes de fuite ne doivent pas être inférieures aux distances d'isolement minimales associées.

Les lignes de fuite doivent correspondre à un degré de pollution tel que spécifié en 7.1.3 et au groupe de matériaux correspondant à la tension assignée d'isolement donnée au Tableau 2.

La méthode de vérification des lignes de fuite par des mesures est donnée à l'Annexe F.

NOTE 1 Pour les matériaux isolants en matière non organique, par exemple, le verre ou la céramique, qui ne cheminent pas, il n'est pas nécessaire que les lignes de fuite soient supérieures à leurs distances d'isolement associées. Il convient, toutefois, de tenir compte du risque de décharge disruptive.

NOTE 2 Aux Etats-Unis (USA) et au Mexique, les codes électriques nationaux sont utilisés pour spécifier les lignes de fuite minimales. Aux USA, le code électrique national NFPA 70, Article 408.56 s'applique. Au Mexique, le code NOM-001-SEDE s'applique. Pour ces réalisations, il est recommandé que les lignes de fuite soient choisies en utilisant l'Annexe L, Tableau L.2 de la présente norme. Pour les réalisations au Canada, les lignes de fuite minimales sont spécifiées dans le Code Electrique Canadien, Partie 2 Normes de Sécurité des Produits.

En utilisant des nervures de 2 mm de hauteur minimale, la ligne de fuite peut être réduite, mais quel que soit le nombre de nervures, elle ne doit pas être inférieure à 0,8 fois la valeur du Tableau 2, ni inférieure à la distance d'isolement minimale associée. La largeur minimale de la base de la nervure est déterminée par des exigences mécaniques (voir Article F.2).

## 8.4 Protection contre les chocs électriques

### 8.4.1 Généralités

Les appareils et les circuits de l'ENSEMBLE doivent être disposés de manière à faciliter leur exploitation et leur maintenance, et en même temps à assurer le degré nécessaire de sécurité.

Les exigences suivantes sont destinées à assurer que les mesures de protection requises sont obtenues après installation d'un ENSEMBLE dans un réseau électrique conforme à la série CEI 60364.

NOTE Pour les mesures de protection généralement acceptées, se reporter à la CEI 61140 et à la CEI 60364-4-41.

Les mesures de protection qui sont particulièrement importantes pour un ENSEMBLE sont reproduites de 8.4.2 à 8.4.6.



EN 61439-1:2011

– 40 –

## **8.4.2 Protection principale**

### **8.4.2.1 Généralités**

La protection principale est destinée à empêcher tout contact direct avec les parties actives dangereuses.

La protection principale peut être obtenue soit par des mesures appropriées de construction de l'ENSEMBLE lui-même, soit par des dispositions complémentaires à prendre lors de son installation; ceci peut nécessiter que des renseignements soient fournis par le constructeur d'ENSEMBLES.

Un exemple de mesures complémentaires à prendre est l'installation d'un ENSEMBLE ouvert, sans autres dispositions, dans un emplacement dont l'accès est réservé au seul personnel autorisé.

Lorsque la protection principale est obtenue par des mesures de construction, une ou plusieurs des mesures de protection données en 8.4.2.2 et 8.4.2.3 peuvent être choisies. Le choix de la mesure de protection doit être déclaré par le constructeur d'ENSEMBLES, s'il n'est pas spécifié dans la norme d'ENSEMBLES applicable.

### **8.4.2.2 Isolation principale assurée par des matériaux isolants**

Les parties actives dangereuses doivent être complètement recouvertes d'une isolation qui ne puisse être enlevée que par destruction ou par l'emploi d'un outil.

Cette isolation doit être faite à l'aide de matériaux isolants appropriés capables de résister durablement aux contraintes mécaniques, électriques et thermiques auxquelles l'isolation peut être soumise en service.

NOTE Les composants électriques enrobés dans un isolant et les conducteurs isolés en sont des exemples.

Les peintures, vernis et laques seuls ne sont pas considérés comme satisfaisant aux exigences de l'isolation principale.

### **8.4.2.3 Barrières ou enveloppes**

Les parties actives à isolement dans l'air doivent se trouver à l'intérieur d'enveloppes ou derrière des barrières assurant au moins un degré de protection IP XXB.

Les surfaces supérieures horizontales des enveloppes accessibles ayant une hauteur inférieure ou égale à 1,6 m au-dessus de l'aire de passage doivent fournir un degré de protection d'au moins IP XXD.

Les barrières et les enveloppes doivent être fixées solidement en place et présenter une stabilité et une durabilité suffisantes pour maintenir les degrés de protection exigés et la séparation appropriée avec les parties actives dans les conditions normales d'emploi en tenant compte des influences externes concernées. La distance entre une barrière conductrice ou une enveloppe et les parties actives qu'elles protègent ne doit pas être inférieure aux valeurs spécifiées pour les distances d'isolement et les lignes de fuite en 8.3.

Lorsqu'il est nécessaire de retirer les barrières ou d'ouvrir les enveloppes ou de retirer des parties des enveloppes, cela ne doit être possible que si l'une des conditions a) à c) est satisfaite:

- a) A l'aide d'une clé ou d'un outil, c'est-à-dire d'une aide mécanique pour ouvrir la porte, couvrir ou débloquer un verrouillage.
- b) Après séparation de l'alimentation des parties actives, contre lesquelles les barrières ou les enveloppes assurent la protection principale, le rétablissement de l'alimentation étant possible uniquement après le remplacement ou la fermeture des barrières ou enveloppes. Dans les schémas TN-C, le conducteur PEN ne doit être ni sectionné ni coupé. Dans les schémas TN-S et TN-C-S, il n'est pas nécessaire de sectionner ou de couper les conducteurs neutres (voir CEI 60364-5-53:2001, 536.1.2).



Exemple: En verrouillant la ou les portes avec un sectionneur de telle sorte qu'elles ne puissent être ouvertes que si le sectionneur est ouvert et qu'il ne soit pas possible de fermer le sectionneur si la porte est ouverte, sauf à l'aide d'un outil.

NOTE En Norvège, le conducteur neutre doit être sectionné ou coupé.

- c) Lorsqu'une barrière intermédiaire assurant un degré de protection d'au moins IP XXB empêche le contact avec les parties actives, une telle barrière ne pouvant être retirée qu'à l'aide d'une clé ou d'un outil.

### **8.4.3 Protection en cas de défaut**

#### **8.4.3.1 Conditions d'installation**

L'ENSEMBLE doit comprendre des mesures de protection et être adapté aux installations conçues pour être conformes à la CEI 60364-4-41. Des mesures de protection adaptées pour des installations particulières (par exemple, les voies ferrées, les bateaux) doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur d'ENSEMBLES et l'utilisateur.

Lorsque le réseau électrique utilise une installation de mise à la terre TT, une des mesures suivantes doit s'appliquer à l'ENSEMBLE:

- a) isolation double ou renforcée des connexions d'arrivée, ou
- b) protection par dispositif (de coupure) différentiel (DDR) du circuit d'arrivée

Ces dispositions sont soumises à un accord entre l'utilisateur et le constructeur.

#### **8.4.3.2 Exigences pour le conducteur de protection pour faciliter la coupure automatique de l'alimentation**

##### **8.4.3.2.1 Généralités**

Chaque ENSEMBLE doit posséder un conducteur de protection pour faciliter la coupure automatique de l'alimentation pour:

- a) la protection contre les conséquences des défauts (par exemple, défaillance de l'isolation principale) à l'intérieur de l'ensemble;
- b) la protection contre les conséquences des défauts (par exemple, défaillance de l'isolation principale) dans les circuits externes alimentés par l'ENSEMBLE.

Les exigences à satisfaire sont données dans les paragraphes qui suivent.

Les exigences d'identification du conducteur de protection (PE, PEN) sont données en 8.6.6.

##### **8.4.3.2.2 Exigences pour la continuité à la terre assurant la protection contre les conséquences des défauts à l'intérieur de l'ENSEMBLE**

Toutes les masses de l'ENSEMBLE doivent être raccordées entre elles et au conducteur de protection de l'alimentation ou par un conducteur de terre au dispositif de mise à la terre.

Ces raccordements peuvent être effectués soit au moyen de connexions métalliques vissées, soit par soudage, soit par d'autres connexions conductrices, soit par un conducteur de protection séparé.

NOTE Pour les parties métalliques de l'ENSEMBLE ayant un fini de surface résistant à l'abrasion, par exemple, des plaques de presse-étoupe avec un revêtement de poudre polymérisée, la connexion dédiée à la mise à la terre pour des raisons de protection nécessite le retrait ou la pénétration du revêtement.

La méthode de vérification de la continuité à la terre entre les masses de l'ENSEMBLE et le circuit de protection est donnée en 10.5.2.



EN 61439-1:2011

– 42 –

Pour la continuité de ces connexions, les exigences suivantes doivent s'appliquer:

- a) Lorsqu'une partie de l'ENSEMBLE est retirée, par exemple, pour la maintenance normale, les circuits de protection (continuité à la terre) vers le reste de l'ENSEMBLE ne doivent pas être interrompus.

Les moyens utilisés pour l'assemblage des diverses pièces métalliques d'un ENSEMBLE sont considérés comme suffisants pour assurer la continuité des circuits de protection si les mesures de prévention prises garantissent en permanence une bonne conductivité.

Les conduits métalliques souples ou flexibles ne doivent pas être utilisés comme conducteurs de protection sauf s'ils sont conçus à cet effet.

- b) Pour les couvercles, portes, plaques de fermeture et autres pièces analogues, les connexions métalliques à vis et boulonnées et les charnières métalliques utilisées couramment sont considérées comme suffisantes pour assurer la continuité à condition qu'aucun matériel électrique dépassant les limites de la très basse tension (TBT) n'y soit fixé.

Si des appareils ayant une tension dépassant les limites de la très basse tension sont fixés à des couvercles, portes ou à des plaques de fermeture, des mesures complémentaires doivent être prises pour assurer la continuité à la terre. Ces parties doivent être équipées d'un conducteur de protection (PE) dont la section est conforme au Tableau 3 en fonction du courant assigné d'emploi le plus élevé  $I_e$  de l'appareil fixé ou, si le courant assigné d'emploi de cet appareil fixé est inférieur ou égal à 16 A, d'une connexion électrique équivalente spécialement conçue et vérifiée dans ce but (contact glissant, charnières protégées contre la corrosion).

Les masses d'un appareil qui ne peuvent pas être raccordées au circuit de protection par les moyens de fixation de l'appareil doivent être raccordées au circuit de protection de l'ENSEMBLE par un conducteur dont la section est choisie conformément au Tableau 3.

Certaines masses d'un ENSEMBLE qui ne constituent pas un danger

- soit parce qu'elles ne peuvent être touchées sur de grandes surfaces ni être saisies à la main,
- soit parce qu'elles sont de petite dimension (environ 50 mm sur 50 mm) ou disposées de telle sorte que tout risque de contact avec les parties actives est exclu,

n'ont pas besoin d'être reliées à un conducteur de protection. Cela s'applique aux vis, aux rivets et aux plaques signalétiques. Il en est de même pour les électro-aimants de contacteurs ou de relais, les noyaux magnétiques de transformateurs, certaines pièces de déclencheurs, ou équivalents quelles que soient leurs dimensions.

Lorsque les parties amovibles comportent des surfaces portantes métalliques, ces surfaces doivent être considérées comme suffisantes pour assurer la continuité à la terre des circuits de protection sous réserve que la pression exercée sur elles soit suffisamment élevée.

#### **8.4.3.2.3 Exigences pour les conducteurs de protection assurant la protection contre les conséquences de défauts dans les circuits externes alimentés par l'intermédiaire de l'ENSEMBLE**

Un conducteur de protection à l'intérieur de l'ENSEMBLE doit être conçu de sorte qu'il soit capable de supporter les contraintes dynamiques et thermiques les plus élevées résultant de défauts dans les circuits externes sur le lieu d'installation et qui sont alimentés à travers l'ENSEMBLE. Les parties conductrices de la structure peuvent être utilisées comme conducteur de protection ou comme partie de celui-ci.

Sauf dans le cas où la vérification de la tenue aux courts-circuits n'est pas exigée conformément à 10.11.2, la vérification doit être réalisée conformément à 10.5.3.



En principe, à l'exception des cas mentionnés ci-dessous, les conducteurs de protection à l'intérieur d'un ENSEMBLE ne doivent pas comprendre de dispositif de sectionnement (interrupteur, sectionneur, etc.).

Dans les circuits des conducteurs de protection, des barrettes pouvant être enlevées à l'aide d'un outil et accessibles seulement au personnel autorisé (ces barrettes peuvent être nécessaires pour certains essais) doivent être autorisées.

Lorsque la continuité peut être interrompue au moyen de connecteurs ou de prises de courant, le circuit de protection ne doit être interrompu qu'après l'interruption des conducteurs actifs et la continuité doit être établie avant que les conducteurs actifs soient de nouveau raccordés.

Dans le cas d'un ENSEMBLE contenant des parties structurelles, des bâtis, des enveloppes, etc., en matériau conducteur, il n'est pas nécessaire qu'un conducteur de protection, s'il est prévu, soit isolé de ces pièces. Les conducteurs des dispositifs de détection de défauts sensibles à la tension, y compris les conducteurs qui les relient à une prise de terre distincte, doivent être isolés lorsque le constructeur le spécifie. Cela peut également s'appliquer à la connexion avec la terre du neutre du transformateur.

La section des conducteurs de protection (PE, PEN) dans un ENSEMBLE auquel des conducteurs externes sont destinés à être raccordés ne doit pas être inférieure à la valeur calculée avec la formule indiquée à l'Annexe B en utilisant le courant de défaut le plus élevé et la durée de défaut qui peuvent apparaître, en tenant compte de la limitation des dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC) qui protègent les conducteurs actifs correspondants. La tenue aux courts-circuits est vérifiée selon 10.5.3.

Pour les conducteurs PEN, les exigences complémentaires suivantes s'appliquent:

- la section minimale doit être de 10 mm<sup>2</sup> pour le cuivre ou de 16 mm<sup>2</sup> pour l'aluminium;
- le conducteur PEN doit avoir une section qui ne soit pas inférieure à celle exigée pour un conducteur neutre (voir 8.6.1);
- il n'est pas nécessaire d'isoler les conducteurs PEN dans un ENSEMBLE;
- les pièces de structure ne doivent pas être utilisées comme conducteur PEN. Cependant, des rails de montage en cuivre ou en aluminium peuvent être utilisés comme conducteurs PEN.

Pour les détails des exigences concernant les bornes pour le raccordement des conducteurs de protection externes, voir 8.8.

#### **8.4.3.3 Séparation électrique**

La séparation électrique des différents circuits est destinée à empêcher les chocs électriques par contact avec des masses pouvant être mises sous tension par un défaut de l'isolation principale du circuit.


Pour ce type de protection, voir l'Annexe K.



#### 8.4.4 Protection par isolation totale

NOTE Selon 412.2.1.1 de la CEI 60364-4-41, « l'isolation totale » est équivalente aux appareils de la Classe II.

Pour assurer la protection principale et la protection en cas de défaut, par une isolation totale, les exigences suivantes doivent être satisfaites.

- a) Les appareils doivent être complètement enveloppés dans un matériau isolant équivalent à une isolation double ou renforcée. L'enveloppe doit porter le symbole  qui doit être visible de l'extérieur.
- b) L'enveloppe ne doit être percée en aucun point par des parties conductrices de telle manière qu'il y ait possibilité qu'une tension de défaut soit transmise à l'extérieur de l'enveloppe.

Cela signifie que les parties métalliques, telles que les mécanismes des organes de commande qui doivent traverser l'enveloppe pour des raisons de construction, doivent être isolées des parties actives à l'intérieur ou à l'extérieur de l'enveloppe, pour la tension assignée d'isolement maximale et pour la tension assignée maximale de tenue aux chocs de tous les circuits de l'ENSEMBLE.

Si un organe de commande est réalisé en métal (qu'il soit ou non recouvert d'un matériau isolant), il doit être pourvu d'une isolation conçue pour la tension assignée d'isolement maximale et pour la tension assignée maximale de tenue aux chocs de tous les circuits de l'ENSEMBLE.

Si un organe de commande est principalement réalisé en matériau isolant, toutes ses parties métalliques susceptibles de devenir accessibles en cas de défaut d'isolement doivent aussi être isolées des parties actives, pour la tension assignée d'isolement maximale et pour la tension assignée maximale de tenue aux chocs de tous les circuits de l'ENSEMBLE.

- c) L'enveloppe, lorsque l'ENSEMBLE est prêt à fonctionner et relié à l'alimentation, doit renfermer toutes les parties actives, les masses et toutes les parties appartenant à un circuit de protection de telle sorte qu'elles ne puissent pas être touchées. L'enveloppe doit au moins procurer le degré de protection IP 2XC (voir la CEI 60529).

Si un conducteur de protection, prolongé de manière à atteindre l'équipement électrique raccordé à l'aval de l'ENSEMBLE, doit passer à travers un ENSEMBLE dont les masses sont isolées, les bornes nécessaires pour connecter les conducteurs de protection externes doivent être prévues et être munies de marques d'identification adéquates.

A l'intérieur de l'enveloppe, le conducteur de protection et sa borne doivent être isolés des parties actives et des masses de la même manière que les parties actives.

- d) Les masses, à l'intérieur de l'ENSEMBLE, ne doivent pas être raccordées au circuit de protection, c'est-à-dire qu'elles ne doivent pas faire l'objet d'une mesure de protection impliquant l'usage d'un circuit de protection. Cela s'applique aussi aux appareils incorporés, même s'ils ont une borne de connexion pour un conducteur de protection.
- e) Si les portes ou les panneaux de l'enveloppe peuvent être ouverts sans l'aide d'une clef ou d'un outil, on doit prévoir une barrière en matériau isolant qui fournit une protection contre un contact fortuit non seulement avec les parties actives accessibles, mais également avec les masses qui ne le sont qu'après l'ouverture du panneau; cependant, cette barrière ne doit pas pouvoir être enlevée sans l'aide d'un outil.

#### 8.4.5 Limitation du courant de contact permanent et des charges électriques

Si l'ENSEMBLE contient des matériels qui peuvent présenter un courant de contact permanent et des charges électriques après avoir été mis hors tension (condensateurs, etc.), une plaque d'avertissement est nécessaire.

De petits condensateurs tels que ceux qui sont utilisés pour l'extinction d'arcs, pour temporiser la réponse de relais, etc., ne doivent pas être considérés comme dangereux.

NOTE Un contact fortuit n'est pas considéré comme dangereux si les tensions provenant de charges statiques chutent au-dessous d'une tension de 60 V en courant continu en moins de 5 s après coupure de l'alimentation.





#### **8.4.6 Conditions d'exploitation et d'entretien**

##### **8.4.6.1 Appareils pouvant être utilisés ou composants pouvant être remplacés par des personnes ordinaires**

La protection contre tout contact avec des parties actives doit être maintenue lorsqu'on utilise des appareils ou que l'on remplace des composants.

Le degré de protection minimal doit être IP XXC. Des ouvertures plus importantes que celles définies par le degré de protection IP XXC sont autorisées au cours du remplacement de certaines lampes ou de certains éléments de remplacement.

##### **8.4.6.2 Exigences relatives à l'accessibilité en service par des personnes autorisées**

###### **8.4.6.2.1 Généralités**

Pour l'accessibilité en service par des personnes autorisées, une ou plusieurs des exigences suivantes de 8.4.6.2.2 à 8.4.6.2.4 doivent être satisfaites en fonction de l'accord existant entre le constructeur d'ENSEMBLES et l'utilisateur. Ces exigences doivent s'ajouter à celles concernant la protection principale spécifiées en 8.4.2.

Si les portes ou les panneaux de l'ENSEMBLE peuvent être ouverts par des personnes autorisées par déblocage d'un verrouillage pour pouvoir accéder aux parties actives, le verrouillage doit alors être rétabli automatiquement, au moment où la (les) porte(s) est (sont) refermée(s) ou le (les) panneau(x) est (sont) remis en place.

###### **8.4.6.2.2 Exigences relatives à l'accessibilité en vue d'une inspection ou d'opérations analogues**

L'ENSEMBLE doit être construit de sorte que certaines opérations, soumises à un accord entre le constructeur d'ENSEMBLES et l'utilisateur, puissent être effectuées lorsque l'ENSEMBLE est en service et sous tension.

De telles opérations peuvent consister:

- en l'examen visuel
  - des appareils de connexion et autres appareils,
  - des réglages et indicateurs des relais et des déclencheurs,
  - des raccordements des conducteurs et du marquage;
- à régler et à réarmer des relais, déclencheurs et dispositifs électroniques;
- à remplacer les éléments de remplacement de fusible;
- à remplacer les lampes de signalisation;
- certaines opérations visant à localiser les défauts, par exemple, les mesures de tension et de courant avec des dispositifs convenablement conçus et isolés.

###### **8.4.6.2.3 Exigences relatives à l'accessibilité en vue de la maintenance**

Pour permettre la maintenance, prévue par un accord entre le constructeur d'ENSEMBLES et l'utilisateur, d'une unité fonctionnelle sectionnée ou d'un groupe sectionné d'unités fonctionnelles de l'ENSEMBLE, alors que des unités ou groupes fonctionnels adjacents sont maintenus sous tension, des mesures nécessaires doivent être prises. Le choix dépend de facteurs tels que les conditions d'emploi, la fréquence de maintenance, la compétence du personnel autorisé ainsi que des règles locales d'installation. De telles mesures peuvent comprendre:



- une distance suffisante entre l'unité ou le groupe fonctionnel considéré et les unités ou les groupes fonctionnels adjacents. Il est recommandé que les parties susceptibles d'être retirées en vue de la maintenance aient, dans toute la mesure du possible, des moyens de fixation imperdables;
- l'utilisation de barrières ou d'obstacles conçus et disposés pour protéger contre tout contact direct avec les équipements dans les unités ou groupes fonctionnels adjacents;
- l'utilisation de cache-bornes;
- l'utilisation de compartiments pour chaque unité ou groupe fonctionnel;
- l'insertion de moyens complémentaires de protection fournis ou spécifiés par le constructeur d'ENSEMBLES.

#### **8.4.6.2.4 Exigences relatives à l'accessibilité en vue d'une extension sous tension**

Lorsqu'il est prescrit de permettre une extension future d'un ENSEMBLE avec des unités ou des groupes fonctionnels supplémentaires, alors que le reste de l'ENSEMBLE est maintenu sous tension, les exigences spécifiées en 8.4.6.2.3 doivent s'appliquer, sous réserve d'un accord entre le constructeur d'ENSEMBLES et l'utilisateur. Ces exigences s'appliquent également pour l'insertion et le raccordement de câbles de sortie supplémentaires lorsque les câbles en place sont sous tension.

L'extension des jeux de barres et le raccordement d'unités supplémentaires à leur alimentation d'entrée ne doivent pas être effectués sous tension, sauf si l'ENSEMBLE est conçu à cette fin.

#### **8.4.6.2.5 Obstacles**

Les obstacles doivent empêcher:

- toute approche involontaire des parties actives, ou
- tout contact fortuit avec des parties actives pendant l'exploitation des équipements sous tension en conditions normales d'emploi.

Les obstacles peuvent être retirés sans utiliser de clé ou d'outil, mais ils doivent être fixés de manière à empêcher tout retrait involontaire. La distance entre un obstacle conducteur et les parties actives qu'il protège ne doit pas être inférieure aux valeurs spécifiées pour les distances d'isolement et les lignes de fuite en 8.3.

Lorsqu'un obstacle conducteur est séparé des parties actives dangereuses par une protection principale seulement, il constitue une masse et les mesures de protection contre les défauts doivent également être appliquées.

### **8.5 Intégration des appareils de connexion et des composants**

#### **8.5.1 Parties fixes**

Dans le cas de parties fixes (voir 3.2.1), les connexions des circuits principaux (voir 3.1.3) ne doivent être connectées ou déconnectées que lorsque l'ENSEMBLE est hors tension. En général, l'enlèvement et l'installation de parties fixes exigent l'utilisation d'un outil.

Le débranchement d'une partie fixe doit nécessiter le sectionnement de l'ENSEMBLE complet ou d'une partie de celui-ci.

Afin d'empêcher une manoeuvre non autorisée, l'appareil de connexion peut être équipé de moyens pour le maintenir dans une ou plusieurs de ses positions.

NOTE Lorsqu'il est permis de travailler sur des circuits sous tension, des mesures de sécurité appropriées peuvent se révéler nécessaires.



### **8.5.2 Parties amovibles**

Les parties amovibles doivent être conçues de sorte que leur matériel électrique puisse être retiré du circuit principal ou raccordé à celui-ci en toute sécurité alors que ce circuit est sous tension. Les parties amovibles peuvent être équipées d'un verrouillage d'insertion (voir 3.2.5).

Les distances d'isolement et les lignes de fuite (voir 8.3) doivent être respectées lors du passage d'une position à une autre.

Une partie amovible doit être munie d'un dispositif qui garantit à l'utilisateur qu'elle ne peut être retirée et insérée qu'après sectionnement de son circuit principal.

Afin d'empêcher une manœuvre non autorisée, les parties amovibles ou leur emplacement associé dans l'ENSEMBLE peuvent être munis d'un dispositif de verrouillage pour les maintenir dans une ou plusieurs de ses positions.

### **8.5.3 Choix des appareils de connexion et des composants**

Les appareils de connexion et les composants incorporés dans les ENSEMBLES doivent être conformes aux normes correspondantes de la CEI.

Les appareils de connexion et les composants doivent convenir à leur application particulière en ce qui concerne la présentation extérieure de l'ENSEMBLE (par exemple, ouvert ou sous enveloppe), leurs tensions assignées, leurs courants assignés, leur fréquence assignée, leur durée de vie, leurs pouvoirs de fermeture et de coupure, leur tenue aux courts-circuits, etc.

La tension assignée d'isolement et la tension assignée de tenue aux chocs des appareils installés dans le circuit doivent être supérieures ou égales à la valeur de tension correspondante affectée à ce circuit. Dans certains cas, la protection contre les surtensions peut être nécessaire, par exemple, pour les équipements de la catégorie de surtension II (voir 3.6.11). Les appareils de connexion et les composants dont la tenue aux courts-circuits et/ou le pouvoir de coupure sont insuffisants pour résister aux contraintes susceptibles de se produire sur le lieu de l'installation, doivent être protégés au moyen de dispositifs de protection limiteurs de courant, par exemple des coupe-circuit à fusibles ou des disjoncteurs. Lorsqu'on choisit des dispositifs de protection limiteurs de courant comme appareils de connexion incorporés, on doit tenir compte des valeurs maximales admissibles spécifiées par le constructeur de l'appareil, en tenant tout particulièrement compte de la coordination (voir 9.3.4).

La coordination des appareils de connexion et des composants, par exemple, coordination des démarreurs de moteur avec des dispositifs de protection contre les courts-circuits, doit être conforme aux normes correspondantes de la CEI.

NOTE Des recommandations sont fournies dans la CEI/TR 61912-1 et la CEI/TR 61912-2.

### **8.5.4 Installation des appareils de connexion et des composants**

Les appareils de connexion et les composants doivent être installés et câblés dans l'ENSEMBLE conformément aux instructions données par leur constructeur et de telle sorte que leur bon fonctionnement ne soit pas compromis par les influences mutuelles, par exemple, la chaleur, les émissions de coupure, les vibrations, les champs électromagnétiques, qui se produisent en service normal. Dans le cas d'ensembles électroniques, il peut être nécessaire de séparer ou d'isoler par blindage tous les circuits électroniques de traitement des signaux.

Lorsque des fusibles sont installés, le constructeur d'origine doit indiquer le type et les valeurs assignées des éléments de remplacement à utiliser.



EN 61439-1:2011

– 48 –

### **8.5.5 Accessibilité**

Les dispositifs de réglage et de réarmement qui doivent être manœuvrés à l'intérieur de l'ENSEMBLE doivent être facilement accessibles.

Les unités fonctionnelles montées sur le même support (plaque de montage, cadre), ainsi que leurs bornes pour les conducteurs externes doivent être disposées de manière à être accessibles pour le montage, le câblage, la maintenance et le remplacement.

Sauf accord contraire entre le constructeur d'ENSEMBLES et l'utilisateur, les exigences d'accessibilité suivantes associées aux ENSEMBLES montés sur le sol doivent s'appliquer:

- Les bornes, à l'exception des bornes des conducteurs de protection, doivent être situées au moins à 0,2 m au-dessus de la base des ENSEMBLES et, de plus, elles doivent être placées de façon telle que les câbles puissent leur être facilement raccordés.
- Les appareils indicateurs qui doivent être lus par l'opérateur doivent être placés à une hauteur comprise entre 0,2 m et 2,2 m au-dessus de la base de l'ENSEMBLE.
- Les organes de commande tels que poignées, boutons-poussoirs ou organes analogues doivent être installés à une hauteur telle qu'ils puissent être facilement manœuvrés; cela signifie que leur axe doit se trouver à une hauteur comprise entre 0,2 m et 2 m au-dessus de la base de l'ENSEMBLE. Les appareils utilisés peu souvent, par exemple, moins d'une fois par mois, peuvent être installés à une hauteur jusqu'à 2,2 m.
- Les organes de commande des dispositifs de coupure d'urgence (voir 536.4.2 de la CEI 60364-5-53:2001) doivent être accessibles à l'intérieur d'une zone entre 0,8 m et 1,6 m au-dessus de la base de l'ENSEMBLE.

NOTE Dans certains pays, les codes nationaux ou les réglementations peuvent limiter davantage la hauteur minimale et maximale.

### **8.5.6 Barrières**

Des barrières pour les appareils de connexion à commande manuelle doivent être conçues de telle sorte que les émissions de coupure ne présentent pas de danger pour l'opérateur.

Pour diminuer tout danger lors du remplacement des éléments de remplacement de fusible, des barrières entre phases doivent être installées, à moins que la conception et l'emplacement des coupe-circuit à fusibles ne rendent cette mesure de sécurité inutile.

### **8.5.7 Sens de manœuvre et indication des positions de commande**

Les positions de fonctionnement des composants et des appareils doivent être clairement identifiées. Si le sens de manœuvre n'est pas conforme à la CEI 60447, alors il doit être clairement identifié.

### **8.5.8 Voyants lumineux et boutons-poussoirs**

Sauf spécification contraire dans la norme de produit applicable, les couleurs des voyants lumineux et des boutons poussoirs doivent être conformes à la CEI 60073.

## **8.6 Circuits électriques internes et connexions**

### **8.6.1 Circuits principaux**

Les jeux de barres (nus ou isolés) doivent être disposés de telle sorte qu'un court-circuit interne ne soit pas à craindre. Ils doivent être dimensionnés au moins conformément aux renseignements concernant la tenue aux courts-circuits (voir 9.3) et doivent être conçus pour résister au moins aux contraintes de court-circuit limitées par le ou les dispositifs de protection situés en amont des jeux de barres.



A l'intérieur d'une colonne, les conducteurs (jeux de barres de distribution inclus) entre les jeux de barres principaux et l'amont des unités fonctionnelles ainsi que leurs constituants peuvent être conçus sur la base des contraintes réduites de court-circuit se produisant en aval de chacun des dispositifs de protection contre les courts-circuits de chaque unité, sous réserve que la disposition des conducteurs soit telle qu'en exploitation normale un court-circuit interne entre phases et/ou entre phase et terre ne soit pas à craindre (voir 8.6.4).

Sauf accord contraire entre le constructeur d'ENSEMBLES et l'utilisateur, la section minimale du neutre dans un circuit triphasé plus neutre doit être:

- Pour les circuits avec une section du conducteur de phase jusqu'à 16 mm<sup>2</sup> inclus, 100 % de celle des phases correspondantes.
- Pour les circuits avec une section du conducteur de phase supérieure à 16 mm<sup>2</sup>, 50 % de celle des phases correspondantes avec une valeur minimale de 16 mm<sup>2</sup>.

On suppose que les courants de neutre n'excèdent pas 50 % des valeurs des courants de phase.

NOTE Pour certaines réalisations qui génèrent des valeurs élevées d'harmoniques homopolaires (par exemple des harmoniques de rang 3), des sections plus importantes du conducteur N peuvent être nécessaires dans la mesure où ces harmoniques des phases s'additionnent dans le conducteur N et génèrent un courant élevé à des fréquences plus élevées. Ces exigences sont soumises à accord particulier entre le constructeur d'ENSEMBLES et l'utilisateur.

Le PEN doit être dimensionné tel que spécifié en 8.4.3.2.3.

### 8.6.2 Circuits auxiliaires

La conception des circuits auxiliaires doit prendre en compte l'installation de mise à la terre de l'alimentation et assurer qu'un défaut à la terre ou un défaut entre une partie active et une masse ne doit pas provoquer de fonctionnement intempestif dangereux.

En général, les circuits auxiliaires doivent être protégés contre les effets des courts-circuits. Cependant, un dispositif de protection contre les courts-circuits ne doit pas être fourni si son fonctionnement est susceptible de causer un danger. Dans ce type de cas, les conducteurs des circuits auxiliaires doivent être disposés de telle manière qu'un court-circuit ne soit pas à craindre (voir 8.6.4).

### 8.6.3 Conducteurs nus et isolés

Les connexions des parties transportant le courant ne doivent pas subir d'altérations inadmissibles à la suite d'un échauffement normal, du vieillissement des matériaux isolants et des vibrations qui se produisent en exploitation normale. En particulier, les effets de la dilatation thermique et des couples électrochimiques dans le cas de métaux différents et les effets de la résistance des matériaux aux températures atteintes, doivent être pris en considération.

Les connexions entre les parties transportant le courant doivent être établies par des moyens qui assurent une pression de contact suffisante et durable.

Si la vérification de l'échauffement est réalisée sur la base d'essais (voir 10.10.2), le choix des conducteurs et de leurs sections utilisés à l'intérieur de l'ENSEMBLE doit relever de la responsabilité du constructeur d'origine. Si la vérification de l'échauffement est réalisée selon les règles de 10.10.3, les conducteurs doivent avoir une section minimale conforme à la CEI 60364-5-52. Des exemples sur la manière d'adapter cette norme pour les conditions intérieures d'un ENSEMBLE sont indiqués dans les tableaux de l'Annexe H. En plus du courant admissible des conducteurs, le choix tient compte:



EN 61439-1:2011

– 50 –

- des contraintes mécaniques auxquelles l'ENSEMBLE peut être soumis;
- du mode de pose et de fixation des conducteurs;
- du type d'isolation;
- du type des composants raccordés (par exemple, appareillage conforme à la série CEI 60947; dispositifs ou matériel électroniques).

Dans le cas de conducteurs isolés, à âme massive ou souples:

- Ceux-ci doivent être dimensionnés au moins pour la tension assignée d'isolement (voir 5.2.3) du circuit considéré.
- Les conducteurs entre deux points de raccordement ne doivent pas posséder de raccordement intermédiaire, par exemple épissé ou soudé.
- Les conducteurs qui ne possèdent qu'une isolation principale ne doivent pas reposer sur des parties nues actives à des potentiels différents.
- Tout contact des conducteurs avec des arêtes vives doit être empêché.
- Les conducteurs d'alimentation des appareils et des instruments de mesure montés sur des panneaux ou des portes doivent être installés de telle manière qu'aucun dommage mécanique ne puisse être causé aux conducteurs à la suite d'un mouvement de ces panneaux ou de ces portes.
- Les connexions soudées à des appareils ne doivent être autorisées dans les ENSEMBLES que dans le cas où les appareils sont prévus pour ce type de connexion et où le type spécifié de conducteur est utilisé.
- Pour les appareils autres que ceux mentionnés ci-dessus, des pattes soudées ou des extrémités soudées de conducteurs à âme câblée ne sont pas acceptables dans des conditions de vibrations importantes. Dans les emplacements où de fortes vibrations se produisent en service normal, par exemple, sur les dragues et les grues, les navires, les équipements de levage et les locomotives, il convient d'accorder une attention toute particulière à la fixation des conducteurs.
- Généralement, il convient qu'un seul conducteur soit raccordé à une borne; le raccordement de deux ou plusieurs conducteurs à une seule borne est admissible uniquement dans les cas où les bornes sont conçues à cet effet.

Les dimensions de l'isolation solide entre des circuits distincts doivent se fonder sur le circuit présentant la tension assignée d'isolement la plus élevée.

#### **8.6.4 Choix et installation de conducteurs actifs non protégés pour réduire la possibilité de courts-circuits**

Dans un ENSEMBLE, les conducteurs actifs qui ne sont pas protégés par des dispositifs de protection contre les courts-circuits (voir 8.6.1 et 8.6.2) doivent être choisis et installés dans tout l'ENSEMBLE de façon telle qu'un court-circuit interne entre phases ou entre phase et terre soit très peu probable. Des exemples de types de conducteurs et d'exigences d'installation sont donnés au Tableau 4. Les conducteurs actifs non protégés choisis et installés comme dans le Tableau 4 doivent avoir une longueur totale ne dépassant pas 3 m entre le jeu de barres principal et chaque DPCC.

#### **8.6.5 Identification des conducteurs des circuits principaux et auxiliaires**

A l'exception des cas mentionnés en 8.6.6, la méthode et les repères d'identification des conducteurs, par exemple, par disposition, couleurs ou symboles, sur les bornes auxquelles ils sont raccordés ou sur la ou les extrémités des conducteurs eux-mêmes, relèvent de la responsabilité du constructeur d'ENSEMBLES et doivent être conformes aux indications des schémas et plans de câblage. Le cas échéant, l'identification conformément à la CEI 60445 et doit être appliquée.



### **8.6.6 Identification du conducteur de protection (PE, PEN) et du conducteur neutre (N) des circuits principaux**

Le conducteur de protection doit pouvoir être facilement distingué par son emplacement et/ou son marquage ou sa couleur. Si l'identification se fait par la couleur, on ne doit utiliser que le vert et le jaune (double coloration) qui sont strictement réservés au conducteur de protection. Lorsque le conducteur de protection est un câble mono-conducteur isolé, cette identification par la couleur doit être utilisée de préférence sur toute sa longueur.

Tout conducteur neutre du circuit principal doit être facilement repérable par son emplacement et/ou son marquage ou sa couleur (voir CEI 60445 qui exige le bleu).

NOTE Dans certains pays (par exemple, USA, Australie, Afrique du Sud), d'autres couleurs sont exigées pour le conducteur neutre.

### **8.7 Refroidissement**

Les ENSEMBLES peuvent comporter un dispositif de refroidissement naturel et/ou actif (par exemple, refroidissement forcé, climatisation interne, échangeur thermique, etc.). Si des mesures de prévention spéciales sont nécessaires sur le lieu d'installation pour assurer un refroidissement convenable, le constructeur d'ENSEMBLES doit fournir les renseignements nécessaires (par exemple, indication de la nécessité d'un espacement avec les pièces susceptibles d'empêcher la dissipation de chaleur ou de produire elles-mêmes de la chaleur).

### **8.8 Bornes pour conducteurs externes**

Le constructeur d'ENSEMBLES doit indiquer si les bornes conviennent pour des conducteurs en cuivre ou en aluminium, ou pour les deux. Les bornes doivent être telles que les conducteurs externes puissent être raccordés par un moyen (vis, connecteurs, etc.) assurant que la pression de contact nécessaire correspondant à la valeur assignée du courant et à la résistance aux courts-circuits de l'appareil et du circuit est maintenue.

En l'absence d'accord spécial entre le constructeur d'ENSEMBLES et l'utilisateur, les bornes doivent être capables de recevoir des conducteurs en cuivre des plus petites jusqu'aux plus grandes sections correspondant au courant assigné approprié (voir Annexe A).

Lorsqu'on utilise des conducteurs en aluminium, le type, les dimensions et la méthode de raccordement des conducteurs doivent être tels que prévus dans l'accord entre le constructeur d'ENSEMBLES et l'utilisateur.

Dans le cas où des conducteurs externes destinés aux circuits électroniques à bas niveau de courant et de tension (moins de 1 A et moins de 50 V alternatif ou 120 V continu) doivent être raccordés à un ENSEMBLE, le Tableau A.1 ne s'applique pas.

L'espace disponible pour le branchement doit permettre le raccordement correct des conducteurs externes du matériau indiqué et l'épanouissement des conducteurs dans le cas de câbles multipolaires.

NOTE 1 Aux Etats-Unis (USA) et au Mexique, il convient d'utiliser les Codes Electriques Nationaux pour déterminer les exigences de courbure minimale des conducteurs. Aux USA, la norme NFPA 70, Article 312, s'applique. Au Mexique, la norme NOM-001-SEDE s'applique. Au Canada, l'espacement et les courbures des câbles sont prescrits dans le Code Electrique Canadien, Partie 2 Norme C22.2 No. 0.12, Espacement et courbure des câbles dans les enveloppes pour équipements de tension assignée jusqu'à 750 V ou moins.

Les conducteurs ne doivent pas être soumis aux contraintes qui sont susceptibles de réduire leur espérance de vie normale.

Sauf accord contraire entre le constructeur d'ENSEMBLES et l'utilisateur, sur circuits triphasés et neutres, les bornes pour le conducteur neutre doivent permettre le raccordement des conducteurs en cuivre ayant une section minimale:

- égale à la moitié de la section du conducteur de phase, avec un minimum de 16 mm<sup>2</sup>, si la dimension du conducteur de phase dépasse 16 mm<sup>2</sup>;
- égale à la section entière du conducteur de phase, si la dimension de ce dernier est inférieure ou égale à 16 mm<sup>2</sup>.


NOTE 2 Pour les conducteurs autres que les conducteurs en cuivre, il convient que les sections mentionnées ci-dessus soient remplacées par des sections d'une conductivité équivalente, ce qui peut exiger des bornes plus grandes.

NOTE 3 Pour certaines réalisations qui génèrent des valeurs élevées d'harmoniques homopolaires (par exemple de rang 3), des sections plus importantes du conducteur N peuvent être nécessaires dans la mesure où ces harmoniques des phases s'additionnent dans le conducteur N et génèrent un courant élevé à des fréquences également plus élevées. Ces exigences sont soumises à accord particulier entre le constructeur d'ENSEMBLES et l'utilisateur.

Si des moyens de raccordement sont prévus pour le neutre entrant et sortant pour le conducteur de protection ou pour le PEN ils doivent être disposés à proximité des bornes de conducteurs de phase associés.

NOTE 4 La CEI 60204-1 exige une section minimale du conducteur de protection et ne permet pas le raccordement du PEN à l'équipement électrique des machines.

Les ouvertures pratiquées dans les entrées de câbles, plaques de fermeture, etc., doivent être conçues de telle sorte que, lorsque les câbles sont convenablement installés, les mesures indiquées de protection contre les contacts et le degré de protection sont obtenus. Cela implique le choix de dispositifs d'entrée de câbles adaptés à l'utilisation prévue par le constructeur d'ENSEMBLES.

Les bornes des conducteurs de protection externes doivent être marquées conformément à la CEI 60445. Comme exemple, voir le symbole graphique  N° 5019 de la CEI 60417. Ce symbole n'est pas exigé dans les cas où le conducteur de protection externe est destiné à être connecté à un conducteur de protection intérieur qui est clairement identifié par les couleurs verte et jaune.

Les bornes pour le raccordement des conducteurs de protection externes (PE, PEN) et des gaines métalliques des câbles de connexion (conduit en acier, gaine en plomb, etc.) doivent, lorsque cela est exigé, être nues et, sauf spécification contraire, permettre le branchement de conducteurs en cuivre. Une borne séparée de dimension appropriée doit être fournie pour chaque sortie de conducteur(s) de protection de chaque circuit.

Sauf accord contraire entre le constructeur d'ENSEMBLES et l'utilisateur, les bornes pour conducteurs de protection doivent permettre le raccordement de conducteurs en cuivre qui possèdent une section qui dépend de la section des conducteurs de phase correspondants selon le Tableau 5.

Dans le cas d'enveloppes et de conducteurs en aluminium ou en alliages d'aluminium, une attention particulière doit être accordée au danger de corrosion électrolytique. Les moyens de connexion prévus pour assurer la continuité des parties conductrices avec les conducteurs de protection externes ne doivent avoir aucune autre fonction.

NOTE 5 Des mesures de prévention spéciales peuvent être nécessaires pour les parties métalliques de l'ENSEMBLE, en particulier les plaques de presse-étoupe, lorsqu'un fini de surface résistant à l'abrasion, par exemple un revêtement de poudre polymérisée, est utilisé.

L'identification des bornes doit être conforme à la CEI 60445 sauf indication contraire.





## **9 Exigences de performance**

### **9.1 Propriétés diélectriques**

#### **9.1.1 Généralités**

Chaque circuit de l'ENSEMBLE doit être capable de résister:

- aux surtensions temporaires;
- aux surtensions transitoires.

La capacité à résister aux surtensions temporaires et l'intégrité de l'isolation solide sont vérifiées par la tension de tenue à fréquence industrielle tandis que la capacité de l'ENSEMBLE à supporter les surtensions transitoires est vérifiée par la tension de tenue aux chocs.

#### **9.1.2 Tension de tenue à fréquence industrielle**

Les circuits de l'ENSEMBLE doivent être capables de supporter les tensions de tenue à fréquence industrielle appropriées données dans les Tableaux 8 et 9 (voir 10.9.2.1). La tension d'isolement assignée de tout circuit de l'ENSEMBLE doit être supérieure ou égale à sa tension maximale d'emploi.

#### **9.1.3 Tension de tenue aux chocs**

##### **9.1.3.1 Tensions de tenue aux chocs des circuits principaux**

Les distances d'isolement entre les parties actives et les masses, ainsi qu'entre les parties actives de potentiel différent, doivent pouvoir supporter la tension d'essai donnée au Tableau 10 en fonction de la tension assignée de tenue aux chocs.

La tension assignée de tenue aux chocs pour une valeur donnée de la tension assignée d'emploi ne doit pas être inférieure à celle qui correspond, dans l'Annexe G, à la tension nominale du réseau d'alimentation du circuit à l'endroit où l'ENSEMBLE doit être utilisé, et à la catégorie de surtension appropriée.

##### **9.1.3.2 Tensions de tenue aux chocs des circuits auxiliaires**

- a) Les circuits auxiliaires qui sont raccordés au circuit principal et qui fonctionnent à la tension assignée d'emploi sans aucun dispositif de réduction de la surtension, doivent être conformes aux exigences de 9.1.3.1.
- b) Les circuits auxiliaires qui ne sont pas raccordés au circuit principal peuvent avoir une tenue aux surtensions différente de celle du circuit principal. Les distances d'isolement de tels circuits, alternatifs ou continus, – doivent pouvoir supporter la tension de tenue aux chocs appropriée, conformément à l'Annexe G.

#### **9.1.4 Protection des parafoudres**

Lorsque les conditions de surtension exigent que des parafoudres soient raccordés au circuit principal, ces parafoudres doivent être protégés pour empêcher les conditions de court-circuit non contrôlées tel que spécifié par le constructeur des parafoudres.

### **9.2 Limites d'échauffement**

L'ENSEMBLE et ses circuits doivent pouvoir conduire leurs courants assignés dans les conditions spécifiées (voir 5.3.1, 5.3.2 et 5.4), en tenant compte des caractéristiques assignées des composants, de leur disposition et application, sans dépasser les limites données dans le Tableau 6, lorsqu'ils sont vérifiés conformément à 10.10. Les limites d'échauffement données au Tableau 6 s'appliquent pour les températures moyennes de l'air ambiant inférieures ou égales à 35 °C.



EN 61439-1:2011

– 54 –

L'échauffement d'un élément ou d'une partie est la différence entre la température de cet élément ou de cette partie mesurée conformément à 10.10.2.3.3 et la température de l'air ambiant à l'extérieur de l'ENSEMBLE. Si la température moyenne de l'air ambiant est supérieure à 35 °C, les limites d'échauffement doivent alors être adaptées à cette condition spéciale d'emploi, de sorte que la somme de la température ambiante et des limites d'échauffement individuelles demeure identique. Si la température moyenne de l'air ambiant est inférieure à 35 °C, la même adaptation des limites d'échauffement est admise sous réserve d'un accord entre l'utilisateur et le constructeur d'ENSEMBLES.

L'échauffement ne doit pas causer de dommage aux parties transportant le courant ou aux pièces adjacentes de l'ENSEMBLE. En particulier, pour les matériaux isolants, le constructeur d'origine doit démontrer la conformité soit par référence à l'indice de température de l'isolation (déterminé par exemple par les méthodes définies dans la CEI 60216), soit par conformité à la CEI 60085.

NOTE 1 Si les limites d'échauffement ont été modifiées pour couvrir une température ambiante différente, il peut se révéler nécessaire de modifier en conséquence le courant assigné de tous les jeux de barres, toutes les unités fonctionnelles, etc. Il convient que le constructeur d'origine indique les mesures à prendre, s'il y a lieu, afin d'assurer la conformité avec les limites de température. Pour les températures ambiantes inférieures ou égales à 50 °C, ceci peut être effectué par calcul, avec pour hypothèse la proportionnalité de la surchauffe de chaque constituant ou appareil à la puissance dissipée effective de ce constituant. Il existe des appareils pour lesquels la puissance dissipée est pratiquement proportionnelle à  $I^2$  et d'autres qui ont des puissances dissipées pratiquement constantes.

NOTE 2 Aux Etats-Unis (USA) et au Mexique, les Codes Electriques Nationaux sont utilisés pour spécifier les échauffements maximum. Aux USA, la norme NFPA 70, Article 110.14C, s'applique. Au Mexique, le code NOM-001-SEDE s'applique. Pour ces réalisations, il convient que les échauffements soient choisis en utilisant l'Annexe M, Tableau M.1 de la présente norme. Au Canada, l'échauffement maximal est prescrit dans le Code Electrique Canadien, Partie 2, Normes de Sécurité des Produits.

## **9.3 Protection contre les courts-circuits et tenue aux courts-circuits**

### **9.3.1 Généralités**

Les ENSEMBLES doivent être capables de résister aux contraintes thermiques et dynamiques résultant de courants de court-circuit ne dépassant pas les valeurs assignées.

NOTE 1 Les contraintes de court-circuit peuvent être réduites par l'utilisation de dispositifs limiteurs de courant, par exemple, inductances, fusibles limiteurs de courant ou autres dispositifs de coupure limiteurs de courant.

Les ENSEMBLES doivent être protégés contre les courants de court-circuit au moyen, par exemple, de disjoncteurs, de coupe-circuit à fusibles ou d'une combinaison des deux, qui peuvent être soit incorporés à l'ENSEMBLE, soit disposés à l'extérieur de celui-ci.

NOTE 2 Pour les ENSEMBLES conçus pour être utilisés dans les schémas IT (voir la CEI 60364-5-52), il convient que le dispositif de protection contre les courts-circuits ait un pouvoir de coupure suffisant sur chaque pôle sous la tension entre phases pour éliminer un double défaut à la terre.

NOTE 3 Sauf spécification contraire dans les instructions d'utilisation et de maintenance du constructeur d'ENSEMBLES, les ENSEMBLES qui ont subi un court-circuit peuvent ne pas être adaptés à une remise en service ultérieure sans un examen et/ou une maintenance par du personnel qualifié.

### **9.3.2 Indications concernant la tenue aux courts-circuits**

Pour les ENSEMBLES où un dispositif de protection contre les courts-circuits (DPCC) est incorporé à l'unité d'arrivée, le constructeur d'ENSEMBLES doit indiquer la valeur maximale admissible du courant de court-circuit présumé aux bornes d'arrivée de l'ENSEMBLE. Cette valeur ne doit pas être supérieure à la (aux) caractéristique(s) assignée(s) appropriées (voir 5.3.3, 5.3.4 et 5.3.5). Le facteur de puissance et les valeurs de crête correspondants doivent être ceux qui sont indiqués en 9.3.3.

Si l'on utilise un disjoncteur à déclenchement temporisé comme dispositif de protection contre les courts-circuits, le constructeur d'ENSEMBLES doit spécifier la temporisation maximale et le réglage correspondant au courant de court-circuit présumé indiqué.



Pour les ENSEMBLES dont le dispositif de protection contre les courts-circuits n'est pas incorporé à l'unité d'arrivée, le constructeur d'ENSEMBLES doit indiquer la tenue aux courts-circuits d'une ou de plusieurs des manières suivantes:

- a) courant assigné de courte durée admissible ( $I_{cw}$ ) ainsi que la durée correspondante (voir 5.3.4) et la valeur de crête du courant assigné admissible ( $I_{pk}$ ) (voir 5.3.3);
- b) courant assigné de court-circuit conditionnel ( $I_{cc}$ ) (voir 5.3.5).

Pour les durées n'excédant pas une durée maximale de 3 s, la relation entre le courant assigné de courte durée et la durée est donnée par la formule  $I^2t = \text{constante}$ , sous réserve que la valeur de crête ne dépasse pas la valeur de crête du courant assigné admissible.

Le constructeur d'ENSEMBLES doit indiquer les caractéristiques des dispositifs de protection contre les courts-circuits nécessaires à la protection de l'ENSEMBLE.

Pour un ENSEMBLE ayant plusieurs unités d'arrivée non susceptibles de fonctionner simultanément, la tenue aux courts-circuits peut être indiquée pour chacune des unités d'arrivée conformément à ce qui précède.

Pour un ENSEMBLE ayant plusieurs unités d'arrivée susceptibles de fonctionner simultanément, et pour un ENSEMBLE ayant une unité d'arrivée et une ou plusieurs unités de sortie de grande puissance susceptibles de contribuer au courant de court-circuit, il est nécessaire de déterminer les valeurs du courant de court-circuit présumé dans chaque unité d'arrivée, dans chaque unité de départ et dans les jeux de barres sur la base des données fournies par l'utilisateur.

### 9.3.3 Relation entre le courant de crête et le courant de courte durée

Pour déterminer les contraintes électrodynamiques, la valeur du courant de crête doit être obtenue en multipliant la valeur efficace du courant de court-circuit par le facteur  $n$ . Les valeurs du facteur  $n$  et le facteur de puissance correspondant sont donnés au Tableau 7.

### 9.3.4 Coordination des dispositifs de protection

La coordination des dispositifs de protection à l'intérieur de l'ENSEMBLE avec ceux destinés à être utilisés à l'extérieur de l'ENSEMBLE doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur d'ENSEMBLES et l'utilisateur. Les indications données dans le catalogue du constructeur d'ENSEMBLES peuvent tenir lieu d'un tel accord.

Si les conditions de service exigent une continuité maximale d'alimentation, il convient que les réglages ou le choix des dispositifs de protection contre les courts-circuits à l'intérieur de l'ENSEMBLE soient, si possible, fixés de telle sorte qu'un court-circuit se produisant dans tout circuit de départ soit éliminé par l'appareil de connexion installé dans le circuit sans affecter les autres circuits de départ, assurant ainsi la sélectivité du système de protection.

Lorsque les dispositifs de protection contre les courts-circuits sont raccordés en série et sont prévus pour fonctionner simultanément pour atteindre le pouvoir de coupure en court-circuit spécifié (protection d'accompagnement), le constructeur d'ENSEMBLES doit informer l'utilisateur (par exemple, par une étiquette d'avertissement dans l'ENSEMBLE ou par les instructions d'exploitation, voir 6.2) qu'aucun des dispositifs de protection ne peut être remplacé par un autre appareil sauf si cet appareil est de type et de caractéristiques assignées identiques et s'il a été soumis à essai et validé conjointement à l'appareil d'accompagnement; dans le cas contraire le pouvoir de coupure de la combinaison complète d'appareils serait compromis.

## 9.4 Compatibilité électromagnétique (CEM)

Pour les exigences de performance liées à la CEM, voir J.9.4 de l'Annexe J.



EN 61439-1:2011

– 56 –

## 10 Vérification de la conception

### 10.1 Généralités

La vérification de la conception est destinée à vérifier la conformité de la conception d'un ENSEMBLE ou d'un système d'ENSEMBLES avec les exigences de la présente série de normes.

Lorsque des essais sur l'ENSEMBLE ont été réalisés conformément à la série CEI 60439, et que les résultats d'essai satisfont aux exigences de la partie appropriée de la CEI 61439, il n'est pas nécessaire de répéter la vérification de ces exigences.

La répétition des vérifications selon les normes des appareils de connexion ou des composants incorporés à l'intérieur de l'ENSEMBLE qui ont été choisis conformément à 8.5.3 et installés selon les instructions de leur constructeur n'est pas exigée. Les essais propres aux appareils selon leurs normes de produit respectives ne constituent pas une alternative aux vérifications de la conception selon la présente norme.

Si des modifications sont apportées à l'ENSEMBLE vérifié, les spécifications de l'Article 10 doivent être utilisées pour vérifier si ces modifications sont de nature à affecter les performances de l'ENSEMBLE. Une nouvelle vérification doit être effectuée si un effet défavorable est probable.

Les différentes méthodes comprennent:

- des essais de vérification;
- une comparaison de vérification avec une conception de référence éprouvée par essai;
- une évaluation de vérification, c'est-à-dire la vérification de l'application correcte des calculs et des règles de conception, y compris l'emploi de marges de sécurité appropriées.

Voir Annexe D.

Lorsqu'il existe plusieurs méthodes pour une même vérification, ces méthodes sont considérées équivalentes et le choix de la méthode appropriée relève de la responsabilité du constructeur d'origine.

Les essais doivent être effectués sur un échantillon représentatif d'un ENSEMBLE, dans un état propre et neuf.

Les performances de l'ENSEMBLE peuvent être affectées par les essais de vérification (par exemple, essai de court-circuit). Il convient de ne pas réaliser ces essais sur un ENSEMBLE qui est destiné à être mis en service.

Un ENSEMBLE qui est vérifié conformément à la présente norme par un constructeur d'origine (voir 3.10.1) et qui est fabriqué ou assemblé par un autre constructeur ne doit pas subir à nouveau les vérifications de conception d'origine si toutes les exigences et instructions spécifiées et fournies par le constructeur d'origine sont satisfaites dans leur intégralité. Lorsque le constructeur d'ENSEMBLES incorpore ses propres dispositions non comprises dans la vérification du constructeur d'origine, il est réputé être le constructeur d'origine en ce qui concerne ces dispositions.



La vérification de conception doit comprendre ce qui suit:

a) Construction:

- 10.2 Résistance des matériaux et des parties;
- 10.3 Degré de protection procuré par les enveloppes;
- 10.4 Distances d'isolement et lignes de fuite;
- 10.5 Protection contre les chocs électriques et intégrité des circuits de protection;
- 10.6 Intégration des appareils de connexion et des composants;
- 10.7 Circuits électriques internes et connexions;
- 10.8 Bornes pour conducteurs externes.

b) Performances:

- 10.9 Propriétés diélectriques;
- 10.10 Vérification de l'échauffement;
- 10.11 Tenue aux courts-circuits;
- 10.12 Compatibilité électromagnétique;
- 10.13 Fonctionnement mécanique.

Les conceptions de référence, le nombre d'ENSEMBLES ou de pièces d'ENSEMBLES utilisés pour la vérification, le choix de la méthode de vérification le cas échéant et l'ordre dans lequel les vérifications sont réalisées doivent être laissés à l'initiative du constructeur d'origine.

Les données utilisées, les calculs effectués et les comparaisons réalisées dans le cadre de la vérification des ENSEMBLES doivent être consignés dans des rapports de vérification.

## 10.2 Résistance des matériaux et des parties

### 10.2.1 Généralités

Les capacités mécaniques, électriques et thermiques des matériaux de construction et des pièces de l'ENSEMBLE doivent être réputées prouvées par la vérification des caractéristiques de construction et de performance.

Lorsqu'une enveloppe vide conforme à la CEI 62208 est utilisée et qu'elle n'a pas été modifiée d'une manière pouvant dégrader ses performances, aucun essai supplémentaire de cette dernière selon 10.2 n'est exigé.

### 10.2.2 Résistance à la corrosion

#### 10.2.2.1 Procédure d'essai

La résistance à la corrosion d'échantillons représentatifs des enveloppes en métal ferreux et des pièces de construction internes et externes en métal ferreux de l'ENSEMBLE doit être vérifiée.

L'essai doit être réalisé sur:

- une enveloppe ou un échantillon d'enveloppe représentatif équipés de pièces internes représentatives dont la (les) porte(s) est (sont) fermée(s) comme en utilisation normale, ou
- des parties d'enveloppe et des parties internes représentatives séparées.

Dans tous les cas, les charnières, les dispositifs de blocage et les moyens de fixation doivent également être soumis aux essais à moins d'avoir subi au préalable un essai équivalent et que leur résistance à la corrosion n'ait pas été affectée par leur mise en œuvre.



EN 61439-1:2011

– 58 –

Lorsque l'enveloppe est soumise à l'essai, elle doit être montée comme en usage normal selon les instructions du constructeur d'origine.

Les échantillons d'essai doivent être neufs et propres et doivent par ailleurs être soumis à l'essai de sévérité A ou B, tel qu'indiqué en 10.2.2.2 et 10.2.2.3.

NOTE L'essai au brouillard salin fournit une atmosphère qui accélère la corrosion et n'implique pas que l'ENSEMBLE soit adapté à une atmosphère chargée en sel.

#### 10.2.2.2 Essai de sévérité A

Cet essai s'applique:

- aux enveloppes métalliques pour installation à l'intérieur;
- aux parties externes métalliques des ENSEMBLES pour installation à l'intérieur;
- aux parties internes métalliques des ENSEMBLES pour installation à l'intérieur et à l'extérieur dont le fonctionnement mécanique prévu peut dépendre.

L'essai se compose de:

6 cycles de 24 h chacun pour l'essai cyclique de chaleur humide conformément à la CEI 60068-2-30 (Essai Db) à  $(40 \pm 3) ^\circ\text{C}$  et avec une humidité relative de 95 %

et

2 cycles de 24 h chacun pour l'essai au brouillard salin conformément à la CEI 60068-2-11; (Essai Ka: brouillard salin), à une température de  $(35 \pm 2) ^\circ\text{C}$ .

#### 10.2.2.3 Essai de sévérité B

Cet essai s'applique:

- aux enveloppes métalliques pour installation à l'extérieur;
- aux parties externes métalliques des ENSEMBLES pour installation à l'extérieur.

L'essai comprend deux périodes identiques de 12 jours.

Chaque période de 12 jours comprend:

5 cycles de 24 h chacun pour l'essai cyclique de chaleur humide conformément à la CEI 60068-2-30 (Essai Db) à  $(40 \pm 3) ^\circ\text{C}$  et avec une humidité relative de 95 %

et

7 cycles de 24 h chacun pour l'essai au brouillard salin conformément à la CEI 60068-2-11; (essai Ka: brouillard salin), à une température de  $(35 \pm 2) ^\circ\text{C}$ .

#### 10.2.2.4 Résultats à obtenir

A l'issue de l'essai, l'enveloppe ou les échantillons doivent être lavés à l'eau courante sous le robinet pendant 5 min, rincés dans de l'eau distillée ou déminéralisée puis secoués ou soumis à un courant d'air pour éliminer les gouttes d'eau. L'échantillon en essai doit ensuite être stocké dans les conditions normales d'emploi pendant 2 h.



La conformité est vérifiée par un examen visuel pour démontrer:

- qu'il n'y a pas de trace d'oxyde de fer, de fissure ou d'autre détérioration supérieure aux valeurs admises dans l'ISO 4628-3 pour un degré d'enrouillement Ri1. La détérioration de la surface du revêtement de protection est toutefois admise. En cas de doute concernant les peintures et les vernis, on doit se référer à l'ISO 4628-3 pour vérifier que les échantillons sont conformes au spécimen Ri1;
- que l'intégrité mécanique n'est pas affectée;
- que les joints ne sont pas endommagés;
- que les portes, charnières, dispositifs de blocage et de fixation fonctionnent sans effort anormal.

### **10.2.3 Propriétés des matériaux isolants**

#### **10.2.3.1 Vérification de la stabilité thermique des enveloppes**

La stabilité thermique des enveloppes fabriquées en matériau isolant doit être vérifiée par l'essai de chaleur sèche. L'essai doit être réalisé conformément à la CEI 60068-2-2 Essai Bb, à une température de 70 °C, avec une circulation naturelle de l'air, pendant une durée de 168 h et avec une durée de reprise de 96 h.

Les parties à usage décoratif qui n'ont pas de rôle technique ne doivent pas être prises en compte pour cet essai.

L'enveloppe, montée comme en usage normal, est soumise à un essai dans une étuve avec une atmosphère ayant la composition et la pression de l'air ambiant et ventilée par circulation naturelle. Si les dimensions de l'enveloppe sont trop grandes pour l'étuve disponible, l'essai peut être effectué sur un échantillon représentatif de l'enveloppe.

Il est recommandé d'utiliser une étuve électrique.

La circulation naturelle peut être assurée par des trous dans les parois de l'étuve.

L'enveloppe ou l'échantillon ne doit pas présenter de craquelure visible avec une vision normale ou corrigée sans grossissement complémentaire et le matériau ne doit pas être devenu collant ou gras, cet aspect étant jugé comme suit:

L'index étant enroulé dans une pièce sèche de tissu brut, on appuie sur l'échantillon avec une force de 5 N.

NOTE La force de 5 N peut être obtenue de la manière suivante: l'enveloppe ou l'échantillon est placé sur un des plateaux d'une balance tandis que l'autre plateau est chargé avec une masse égale à la masse de l'échantillon plus 500 g. On restaure ensuite l'équilibre de la balance en exerçant une pression verticale sur l'échantillon avec l'index entouré d'une pièce sèche de tissu brut.

Le tissu ne doit laisser aucune trace sur l'échantillon et le matériau de l'enveloppe ou de l'échantillon ne doit pas coller au tissu.

#### **10.2.3.2 Vérification de la résistance des matériaux isolants à la chaleur anormale et au feu dus aux effets électriques internes**

Les principes de l'essai au fil incandescent de la CEI 60695-2-10 et les détails donnés dans la CEI 60695-2-11 doivent être utilisés pour vérifier la bonne adaptation des matériaux utilisés:

- a) sur les parties des ENSEMBLES, ou
- b) sur les parties prélevées sur ces parties.



EN 61439-1:2011

– 60 –

L'essai doit être réalisé sur un matériau ayant l'épaisseur minimale utilisée pour les parties décrites en a) ou b).

Si un matériau identique possède des sections représentatives dont les parties ont déjà satisfait aux exigences de 8.1.3.2.3, il n'est alors pas nécessaire de répéter cet essai. Il en est de même pour toutes les parties qui ont précédemment subi les essais selon les spécifications qui leur sont applicables.

Pour une description de l'essai, voir l'Article 4 de la CEI 60695-2-11:2000. Le dispositif à utiliser doit être tel que décrit à l'Article 5 de la CEI 60695-2-11:2000.

La température de l'extrémité du fil incandescent doit être comme suit:

- 960 °C pour les parties nécessaires pour maintenir en place les pièces transportant le courant;
- 850 °C pour les enveloppes prévues pour être montées dans des parois creuses;
- 650 °C pour toutes les autres parties, y compris les pièces nécessaires pour maintenir en place le conducteur de protection.

En variante, le constructeur d'origine doit fournir des données sur la bonne adaptation des matériaux provenant du fournisseur du matériau isolant pour démontrer la conformité aux exigences de 8.1.3.2.3.

#### **10.2.4 Résistance aux rayonnements ultraviolets (UV)**

Cet essai s'applique uniquement aux enveloppes et aux parties externes des ENSEMBLES destinés à être installés à l'extérieur et qui sont construites en matériaux isolants ou avec des métaux entièrement recouverts de matériau synthétique. Des échantillons représentatifs de telles parties doivent être soumis à l'essai suivant:

Essai UV conformément à l'ISO 4892-2, Méthode A, Cycle 1, avec une période d'essai totale de 500 h. Pour les enveloppes en matériaux isolants, la conformité est vérifiée en s'assurant que la résistance à la flexion (selon l'ISO 178) et aux chocs Charpy (selon l'ISO 179) des matériaux isolants présente une rétention minimale de 70 %.

L'essai doit être réalisé sur six échantillons de taille normale conformément à l'ISO 178 et sur six autres échantillons de taille normale conformément à l'ISO 179. Les échantillons doivent être constitués dans les mêmes conditions que celles appliquées pour la fabrication de l'enveloppe concernée.

Pour l'essai réalisé conformément à l'ISO 178, la surface de l'échantillon exposée aux UV doit être tournée face vers le bas et la pression doit être appliquée sur la surface non exposée.

Pour l'essai réalisé conformément à l'ISO 179 pour les matériaux dont la résistance aux chocs ne peut être déterminée avant exposition du fait de l'absence de toute rupture, la rupture d'un maximum de trois des échantillons exposés doit être admise.

Pour être conformes, les enveloppes construites avec des métaux entièrement recouverts de matériaux synthétiques doivent présenter une adhérence du matériau synthétique (conformément à l'ISO 2409) avec une rétention minimale de catégorie 3.

Les échantillons ne doivent pas présenter de fissures ou de détérioration visibles avec une vision normale ou corrigée sans grossissement supplémentaire.

Cet essai ne doit pas être réalisé si le constructeur d'origine peut fournir des données provenant du fournisseur du matériau pour démontrer que le matériau du même type et de la même épaisseur ou moins épais est conforme à cette exigence.





### 10.2.5 Levage

La conformité des ENSEMBLES comportant un dispositif de levage est vérifiée par les essais suivants.

Le nombre maximal de colonnes que le constructeur d'origine permet de lever ensemble doit être équipé de composants et/ou de lests pour obtenir une masse égale à 1,25 fois sa masse maximale pour le transport. Les portes étant fermées, il doit être levé avec les dispositifs de levage spécifiés et de la manière définie par le constructeur d'origine.

L'ENSEMBLE doit être levé de manière régulière en partant d'une position immobile, sans secousses, dans un plan vertical jusqu'à une hauteur  $\geq 1$  m puis redescendu de la même manière à une position immobile. Cet essai est répété encore deux fois puis l'ENSEMBLE est levé et suspendu pendant 30 min sans aucun mouvement.

A l'issue de cet essai, l'ENSEMBLE doit être levé de manière régulière et sans secousses en partant d'une position immobile jusqu'à une hauteur  $\geq 1$  m, puis il est déplacé de  $(10 \pm 0,5)$  m horizontalement et redescendu jusqu'à une position immobile. Cette séquence doit être réalisée trois fois à une vitesse uniforme, chaque séquence étant effectuée en 1 min au maximum.

Après l'essai, les masses d'essai étant en place, l'ENSEMBLE ne doit pas présenter de fissures ou de déformations permanentes, visibles avec une vision normale ou corrigée sans agrandissement supplémentaire, susceptibles d'affecter une de ses caractéristiques.

### 10.2.6 Impact mécanique

Les essais d'impacts mécaniques, lorsqu'ils sont exigés par la norme particulière d'ENSEMBLES, doivent être effectués conformément à la CEI 62262.

### 10.2.7 Marquage

Le marquage effectué par moulage, estampage, gravage ou procédé analogue, y compris les étiquettes munies d'un revêtement plastique stratifié, ne doit pas être soumis à l'essai suivant.

L'essai est réalisé en frottant manuellement le marquage pendant 15 s à l'aide d'une pièce de tissu préalablement trempée dans l'eau puis pendant 15 s avec une pièce de tissu trempée dans de l'essence minérale.

NOTE L'essence minérale est définie comme un solvant hexane avec une teneur aromatique d'au maximum 0,1 % en volume, un indice de kauributanol de 29, un point d'ébullition initial de 65 °C, un point d'ébullition final de 69 °C et une masse volumique d'environ 0,68 g/cm<sup>3</sup>.

A l'issue de l'essai, le marquage doit être lisible à la vision normale ou corrigée sans grossissement supplémentaire.

## 10.3 Degré de protection procuré par les ENSEMBLES

Le degré de protection procuré conformément à 8.2.2, 8.2.3 et 8.4.2.3 doit être vérifié conformément à la CEI 60529; l'essai peut être réalisé sur un ENSEMBLE équipé représentatif dans des conditions indiquées par le constructeur d'origine. Dans les cas où une enveloppe vide conforme à la CEI 62208 est utilisée, une évaluation de la vérification doit être réalisée pour s'assurer qu'aucune modification extérieure ne donne lieu à une détérioration du degré de protection. Dans ce cas, aucun essai supplémentaire n'est requis.



EN 61439-1:2011

– 62 –

Les essais IP doivent être effectués:

- avec tous les panneaux et toutes les portes en place et fermés comme en service normal;
- hors tension sauf indication contraire du constructeur d'origine.

Les ENSEMBLES qui présentent un degré de protection de IP 5X doivent être soumis aux essais selon la catégorie 2 de 13.4 de la CEI 60529:1989.

Les ENSEMBLES qui présentent un degré de protection de IP 6X doivent être soumis aux essais selon la catégorie 1 de 13.4 de la CEI 60529:1989.

Le dispositif d'essai pour IP X3 et IP X4 ainsi que le type de support pour l'enveloppe au cours de l'essai IP X4 doivent être indiqués dans le rapport d'essai.

L'essai IP X1 peut être réalisé par déplacement de la boîte d'égouttage et non par rotation de l'ENSEMBLE.

Pour les essais IP X1 à IP X6 réalisés sur un ENSEMBLE, la pénétration d'eau est admissible uniquement dans le cas où le point d'entrée est évident et que l'eau n'est en contact qu'avec la structure de l'enveloppe à un endroit où elle n'affecte pas la sécurité

L'essai IP 5X est considéré comme non satisfaisant si une quantité dangereuse de poussière est visible sur le matériel électrique contenu dans l'enveloppe.

#### **10.4 Distances d'isolement et lignes de fuite**

Il doit être vérifié que les distances d'isolement et les lignes de fuite sont conformes aux exigences de 8.3.

Les distances d'isolement et les lignes de fuite doivent être mesurées conformément à l'Annexe F.

#### **10.5 Protection contre les chocs électriques et intégrité des circuits de protection**

##### **10.5.1 Efficacité du circuit de protection**

L'efficacité du circuit de protection est vérifiée pour les fonctions suivantes:

- a) protection contre les conséquences d'un défaut à l'intérieur d'un ENSEMBLE (défauts internes) comme indiqué en 10.5.2, et
- b) protection contre les conséquences de défauts dans les circuits externes alimentés par l'intermédiaire de l'ENSEMBLE (défauts externes) comme indiqué en 10.5.3.

##### **10.5.2 Continuité du circuit de terre entre les masses de l'ENSEMBLE et le circuit de protection**

Il doit être vérifié que les différentes masses de l'ENSEMBLE sont effectivement raccordées à la borne du conducteur de protection externe d'arrivée et que la résistance du circuit ne dépasse pas 0,1  $\Omega$ .

La vérification doit être effectuée en utilisant un instrument de mesure de la résistance qui soit capable de conduire un courant d'au moins 10 A (en alternatif ou en continu). On fait passer le courant entre chaque masse et la borne pour le conducteur de protection externe. La résistance ne doit pas dépasser 0,1  $\Omega$ .

NOTE Il est recommandé de limiter la durée de l'essai lorsque des équipements de faible puissance peuvent être affectés par l'essai.



### **10.5.3 Tenue aux courts-circuits du circuit de protection**

#### **10.5.3.1 Généralités**

La tenue assignée aux courants de courts-circuits doit être vérifiée. La vérification peut être effectuée par comparaison avec une conception de référence ou par essai comme détaillé de 10.5.3.3 à 10.5.3.5.

Le constructeur d'origine doit déterminer la ou les conceptions de référence qui sont utilisées en 10.5.3.3 et en 10.5.3.4.

#### **10.5.3.2 Circuits de protection exemptés de la vérification de tenue aux courts-circuits**

Lorsqu'un conducteur de protection séparé est prévu conformément à 8.4.3.2.3, les essais de court-circuit ne sont pas exigés si l'une des conditions de 10.11.2 est satisfaite.

#### **10.5.3.3 Vérification par comparaison avec une conception de référence – Utilisation d'une liste de contrôle**

La vérification est réalisée lorsque la comparaison de l'ENSEMBLE à vérifier avec une conception ayant déjà été soumise aux essais en utilisant les points 1 à 6 et 8 à 10 de la liste de contrôle du Tableau 13 ne montre aucune divergence.

Pour assurer le même courant admissible pour la partie du courant de défaut qui circule entre les masses, la conception, le nombre et la disposition des parties qui assurent un contact entre le conducteur de protection et les masses, doivent être identiques à ceux observés dans la conception de référence soumise à essai.

#### **10.5.3.4 Vérification par comparaison avec une conception de référence – Utilisation de calculs**

La vérification par comparaison avec une conception de référence basée sur le calcul doit être conforme à 10.11.4.

Pour assurer le même courant admissible pour la partie du courant de défaut qui circule entre les masses, la conception, le nombre et la disposition des parties qui assurent un contact entre le conducteur de protection et les masses, doivent être identiques à ceux observés dans la conception de référence soumise à essai.

#### **10.5.3.5 Vérification par essai**

Le paragraphe 10.11.5.6 s'applique.

### **10.6 Intégration des appareils de connexion et des composants**

#### **10.6.1 Généralités**

La conformité avec les exigences de conception de 8.5 pour l'intégration des appareils de connexion et des composants doit être vérifiée par un examen du constructeur d'origine.

#### **10.6.2 Compatibilité électromagnétique**

La bonne application des exigences de performances de J.9.4 en matière de compatibilité électromagnétique doit être vérifiée par un examen ou, si nécessaire, par un essai (voir J.10.12).



EN 61439-1:2011

– 64 –

## **10.7 Circuits électriques internes et connexions**

La conformité aux exigences de conception de 8.6 pour les circuits électriques internes et les connexions doit être vérifiée par un examen du constructeur d'origine.

## **10.8 Bornes pour conducteurs externes**

La conformité aux exigences de conception de 8.8 pour les bornes pour conducteurs externes doit être vérifiée par un examen du constructeur d'origine.

## **10.9 Propriétés diélectriques**

### **10.9.1 Généralités**

Pour cet essai, tous les matériels électriques de l'ENSEMBLE doivent être raccordés, à l'exception des appareils qui, selon les spécifications applicables, sont conçus pour une tension d'essai inférieure; les appareils qui absorbent du courant (par exemple, enroulements, instruments de mesure, dispositifs pour la suppression des tensions de choc) dans lesquels l'application de la tension d'essai provoquerait le passage d'un courant, doivent être déconnectés. Ces appareils doivent être déconnectés à l'une de leurs bornes à moins qu'ils ne soient pas conçus pour résister à la pleine tension d'essai auquel cas toutes les bornes peuvent être déconnectées.

Pour les tolérances des tensions d'essai et le choix des moyens d'essai, voir la CEI 61180.

### **10.9.2 Tension de tenue à fréquence industrielle**

#### **10.9.2.1 Circuits principaux, auxiliaires et de commande**

Les circuits principaux, auxiliaires et de commande connectés au circuit principal doivent être soumis à la tension d'essai selon le Tableau 8.

Les circuits auxiliaires et de commande, qu'ils soient en courant continu ou en courant alternatif, et qui ne sont pas connectés au circuit principal doivent être soumis à la tension d'essai selon le Tableau 9.

#### **10.9.2.2 Tension d'essai**

La tension d'essai doit avoir une forme pratiquement sinusoïdale et une fréquence comprise entre 45 Hz et 65 Hz.

Le transformateur à haute tension utilisé pour l'essai doit être conçu de telle sorte que, lorsque les bornes de sortie sont en court-circuit après l'ajustement de la tension de sortie à la tension d'essai appropriée, le courant de sortie soit au moins égal à 200 mA.

Le relais à maximum de courant ne doit pas se déclencher lorsque le courant de sortie est inférieur à 100 mA.

La valeur de la tension d'essai doit être celle spécifiée dans les Tableaux 8 ou 9 le cas échéant avec la tolérance autorisée de  $\pm 3 \%$ .

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

La tension à fréquence industrielle au moment de l'application ne doit pas dépasser 50 % de la pleine valeur d'essai. Elle doit ensuite être augmentée de manière régulière jusqu'à sa pleine valeur et y être maintenue pendant  $5 \left( \begin{smallmatrix} +2 \\ 0 \end{smallmatrix} \right)$  s comme suit:



- a) entre toutes les parties actives du circuit principal raccordées entre elles (y compris les circuits de commande et auxiliaires raccordés au circuit principal) et les masses, avec les contacts principaux de tous les appareils de connexion en position fermée ou pontés par une barrette adaptée de résistance faible;
- b) entre chaque partie active de potentiel différent du circuit principal et, les autres parties actives de potentiel différent et les masses raccordées entre elles, avec les contacts principaux de tous les appareils de connexion en position fermée ou pontés par une barrette adaptée de résistance faible;
- c) entre chaque circuit de commande et auxiliaire qui n'est normalement pas raccordé au circuit principal et
  - le circuit principal;
  - les autres circuits;
  - les masses.

#### **10.9.2.4 Critères d'acceptation**

Le relais à maximum de courant ne doit pas fonctionner et il ne doit pas se produire de décharge disruptive (voir 3.6.17) au cours des essais.

#### **10.9.3 Tension de tenue aux chocs**

##### **10.9.3.1 Généralités**

La vérification doit être effectuée par un essai ou par évaluation.

En remplacement de l'essai de tension de tenue aux chocs, le constructeur d'origine peut réaliser, à sa discrétion, un essai sous une tension équivalente en courant continu ou en courant alternatif, conformément à 10.9.3.3 ou 10.9.3.4.

##### **10.9.3.2 Essai de tension de tenue aux chocs**

Le générateur de tensions de choc doit être réglé pour la tension de choc prescrite avec l'ENSEMBLE raccordé. La valeur de la tension d'essai doit être celle spécifiée en 9.1.3. La précision de la tension de crête appliquée doit être de  $\pm 3 \%$ .

Les circuits auxiliaires qui ne sont pas raccordés aux circuits principaux doivent être raccordés à la terre. La tension de choc de 1,2/50  $\mu$ s doit être appliquée à l'ENSEMBLE cinq fois pour chaque polarité à des intervalles de 1 s au minimum comme suit:

- a) entre toutes les parties actives de potentiel différent du circuit principal raccordées entre elles (y compris les circuits de commande et auxiliaires raccordés au circuit principal) et les masses, avec les contacts principaux de tous les appareils de connexion en position fermée ou pontés par une barrette adaptée à résistance faible;
- b) entre chaque partie active de potentiel différent du circuit principal et, les autres parties actives de potentiel différent et les masses raccordées entre elles, avec les contacts principaux de tous les appareils de connexion en position fermée ou pontés par une barrette adaptée à résistance faible;
- c) entre chaque circuit de commande et auxiliaire qui n'est normalement pas raccordé au circuit principal et
  - le circuit principal;
  - les autres circuits;
  - les masses.

Pour un résultat acceptable, il ne doit pas se produire de décharge disruptive au cours des essais.



EN 61439-1:2011

– 66 –

### 10.9.3.3 Essai alternatif sous une tension à fréquence industrielle

La tension d'essai doit avoir une forme d'onde pratiquement sinusoïdale et une fréquence comprise entre 45 Hz et 65 Hz.

Le transformateur à haute tension utilisé pour l'essai doit être conçu de telle sorte que, lorsque les bornes de sortie sont en court-circuit après l'ajustement de la tension de sortie à la tension d'essai appropriée, le courant de sortie doit au moins être égal à 200 mA.

Le relais à maximum de courant ne doit pas se déclencher lorsque le courant de sortie est inférieur à 100 mA.

La valeur de la tension d'essai doit être celle spécifiée en 9.1.3 et au Tableau 10 le cas échéant avec la tolérance autorisée de  $\pm 3 \%$ .

La tension à fréquence industrielle doit être appliquée une fois, à sa pleine valeur, pendant une durée suffisante pour vérifier l'amplitude et qui ne soit pas inférieure à 15 ms.

Elle doit être appliquée à l'ENSEMBLE tel qu'indiqué en 10.9.3.2 a), b) et c) ci-dessus.

Pour un résultat acceptable, le relais à maximum de courant ne doit pas fonctionner et il ne doit pas se produire de décharge disruptive au cours des essais.

### 10.9.3.4 Essai alternatif sous tension continue

La tension d'essai doit avoir une ondulation négligeable.

La source à haute tension utilisée pour l'essai doit être conçue de telle sorte que, lorsque les bornes de sortie sont en court-circuit après l'ajustement de la tension de sortie à la tension d'essai appropriée, le courant de sortie doit au moins être égal à 200 mA.

Le relais à maximum de courant ne doit pas se déclencher lorsque le courant de sortie est inférieur à 100 mA.

La valeur de la tension d'essai doit être celle spécifiée en 9.1.3 et au Tableau 10 le cas échéant avec la tolérance autorisée de  $\pm 3 \%$ .

La tension continue doit être appliquée une seule fois pour chaque polarité pendant une durée suffisante pour évaluer l'amplitude, mais ne doit être ni inférieure à 15 ms, ni supérieure à 100 ms.

Elle doit être appliquée à l'ENSEMBLE tel qu'indiqué en 10.9.3.2 a) et b) ci-dessus.

Le relais à maximum de courant ne doit pas fonctionner et il ne doit pas se produire de décharge disruptive au cours des essais.

### 10.9.3.5 Evaluation de vérification

Les distances d'isolement doivent être vérifiées par des mesures ou par la vérification des mesures sur les dessins de conception en utilisant les méthodes de mesure indiquées à l'Annexe F. Les distances d'isolement doivent être au moins égales à 1,5 fois les valeurs spécifiées au Tableau 1.

NOTE Le facteur 1,5 concernant les valeurs du Tableau 1 est appliqué pour éviter les essais de tension de tenue aux chocs pour la vérification de conception. Il s'agit d'un facteur de sécurité qui prend en compte les tolérances de fabrication.

Il doit être vérifié par évaluation des données du constructeur de chaque appareil que tous les appareils incorporés sont adaptés à la tension assignée de tenue aux chocs spécifiée ( $U_{imp}$ ).



#### **10.9.4 Essais des enveloppes en matériau isolant**

Pour les ENSEMBLES avec enveloppes en matériau isolant, un essai diélectrique complémentaire doit être effectué en appliquant une tension d'essai alternative entre une feuille métallique placée sur l'extérieur de l'enveloppe sur les ouvertures et les jonctions et les parties actives interconnectées et les masses à l'intérieur de l'ENSEMBLE situées près des ouvertures et des jonctions. Pour cet essai complémentaire, la tension d'essai doit être égale à 1,5 fois les valeurs indiquées au Tableau 8.

#### **10.9.5 Poignées de manœuvre externes en matériau isolant**

Dans le cas de poignées faites ou recouvertes d'un matériau isolant, un essai diélectrique doit être réalisé par application d'une tension d'essai égale à 1,5 fois la tension d'essai indiquée dans le Tableau 8 entre les parties actives et une feuille métallique enroulée tout autour de la poignée. Pendant cet essai, les masses ne doivent pas être mises à la terre ou connectées à tout autre circuit.

### **10.10 Vérification de l'échauffement**

#### **10.10.1 Généralités**

On doit vérifier que les limites d'échauffement spécifiées en 9.2 pour les différentes parties de l'ENSEMBLE ou du système d'ENSEMBLES ne sont pas dépassées.

La vérification doit être réalisée en appliquant une ou plusieurs des méthodes suivantes (voir l'Annexe O pour des recommandations):

- a) des essais (10.10.2);
- b) une déduction des caractéristiques assignées des variantes similaires (à partir de la conception soumise à essais) (10.10.3);
- c) des calculs, selon 10.10.4.2 pour les ENSEMBLES à un seul compartiment jusqu'à 630 A, ou selon 10.10.4.3 pour les ENSEMBLES jusqu'à 1 600 A.

Dans le cas d'ENSEMBLES dont la fréquence assignée est supérieure à 60 Hz, la vérification de l'échauffement par un essai (10.10.2) ou par déduction à partir d'une conception similaire déjà soumise à des essais à la même fréquence (10.10.3) est toujours exigée.

Le courant admissible dépend du courant assigné (voir 5.3.2) et du facteur de diversité assigné (voir 5.4).

#### **10.10.2 Vérification par des essais**

##### **10.10.2.1 Généralités**

La vérification par un essai comprend les étapes suivantes:

- a) Si le système d'ENSEMBLES à vérifier comprend plusieurs variantes, alors la (les) configuration(s) la (les) plus défavorable(s) doit (doivent) être choisie(s) selon 10.10.2.2.
- b) La (les) variante(s) sélectionnée(s) doit (doivent) être vérifiée(s) par une des méthodes suivantes (voir Annexe O):
  - 1) examen collectif de chaque unité fonctionnelle, des jeux de barres principaux et de distribution et de l'ENSEMBLE, selon 10.10.2.3.5;
  - 2) examen séparé de chaque unité fonctionnelle et de l'ENSEMBLE complet y compris les jeux de barres principaux et les jeux de barres de distribution, selon 10.10.2.3.6;
  - 3) examen séparé de chaque unité fonctionnelle, des jeux de barres principaux, des jeux de barres de distribution, et de l'ENSEMBLE complet, selon 10.10.2.3.7.
- c) Lorsque la ou les variante(s) soumise(s) à l'essai est (sont) la (les) variante(s) la (les) plus défavorable(s) d'un système d'ENSEMBLES, alors les résultats d'essai peuvent être utilisés pour établir les caractéristiques assignées de variantes similaires sans autres essais. Les règles concernant ces déductions sont données en 10.10.3



EN 61439-1:2011

– 68 –

### **10.10.2.2 Choix de la (des) configuration(s) représentative(s)**

#### **10.10.2.2.1 Généralités**

L'essai doit être réalisé sur une ou plusieurs configuration(s) représentative(s) alimentant une ou plusieurs combinaisons de charges représentatives, choisies de façon à obtenir avec une précision raisonnable l'échauffement le plus élevé possible.

Le choix des configurations représentatives à soumettre à des essais est donné en 10.10.2.2.2 et 10.10.2.2.3 et relève de la responsabilité du constructeur d'origine. Pour ce choix, le constructeur d'origine doit prendre en considération dans son choix d'essai les variantes qui devront faire l'objet de déductions à partir des configurations soumises aux essais selon 10.10.3.

#### **10.10.2.2.2 Jeux de barres**

Dans le cas de systèmes de jeux de barres constitués d'un ou plusieurs conducteur(s) de section rectangulaire, dont les variantes ne diffèrent que par la réduction d'un ou de plusieurs des grandeurs suivantes

- hauteur,
- épaisseur,
- nombre de barres par conducteur,

et qui ont

- la même configuration de barres,
- le même espacement entre les conducteurs,
- la même enveloppe et
- le même compartiment de jeu de barres (le cas échéant),

on doit choisir comme échantillon représentatif pour l'essai au moins le jeu de barres dont la section est la plus élevée. Pour les caractéristiques assignées des variantes de jeux de barres plus petites ou pour d'autres matériaux, voir 10.10.3.3.

#### **10.10.2.2.3 Unités fonctionnelles**

##### **a) Choix de groupes d'unités fonctionnelles comparables**

Des unités fonctionnelles prévues pour différents courants assignés peuvent être considérées comme ayant un comportement thermique similaire et comme formant un groupe d'unités comparables, si elles remplissent les conditions suivantes:

- 1) la fonction et le schéma de câblage de base du circuit principal sont les mêmes (par exemple, unité d'arrivée, démarreur inverseur, câble d'alimentation);
- 2) les appareils ont un cadre de dimension identique et appartiennent à la même série;
- 3) la structure de montage est du même type;
- 4) la disposition des appareils les uns par rapport aux autres est la même;
- 5) le type et la disposition des conducteurs sont les mêmes;
- 6) la section des conducteurs du circuit principal à l'intérieur d'une unité fonctionnelle doit avoir une caractéristique au moins égale à celle de l'appareil du circuit qui présente les caractéristiques assignées les plus faibles. Les câbles doivent être choisis sur la base d'essais ou conformément à la CEI 60364-5-52. Des exemples sur la façon d'adapter la présente norme aux conditions à l'intérieur d'un ENSEMBLE sont donnés dans les tableaux de l'Annexe H. La section des barres doit être choisie sur la base d'essais ou conformément à l'Annexe N.





### **b) Choix d'une variante critique dans chaque groupe comme échantillon d'essai**

La variante critique soumise aux essais doit comprendre le compartiment (le cas échéant) et l'enveloppe les plus défavorables (en ce qui concerne la forme, la taille, la conception des cloisons et la ventilation).

On définit le courant maximal possible pour chaque variante d'unité fonctionnelle. Pour les unités fonctionnelles contenant un seul appareil, il s'agit du courant assigné de l'appareil. Pour les unités fonctionnelles qui contiennent plusieurs appareils, il s'agit du courant assigné le plus faible. Pour une combinaison d'appareils connectés en série destinée à être utilisée à un courant plus faible (par exemple, combinaison de démarreur de moteurs), il s'agit de ce courant.

Pour chaque unité fonctionnelle, on calcule la puissance dissipée pour le courant maximal possible, en utilisant les données fournies par le constructeur de chaque appareil, ainsi que la puissance dissipées des conducteurs associés.

Pour les unités fonctionnelles dont le courant est inférieur ou égal à 630 A, la variante critique dans chaque groupe est celle qui présente la puissance dissipée totale la plus élevée.

Pour les unités fonctionnelles dont le courant est supérieur à 630 A, la variante critique dans chaque groupe est celle qui présente le courant assigné le plus élevé. Ceci assure que les effets thermiques supplémentaires dus aux courants de Foucault et à l'effet de peau sont pris en compte.

L'unité fonctionnelle critique doit être soumise à l'essai:

- à l'intérieur du plus petit compartiment (le cas échéant) prévu pour cette unité fonctionnelle; et
- avec la variante la plus défavorable de séparation interne (le cas échéant) au regard de la taille des ouvertures de ventilation; et
- avec l'enveloppe ayant la plus grande puissance dissipée volumique installée; et
- avec la variante de ventilation la plus défavorable en ce qui concerne le type de ventilation (convection naturelle ou forcée) et la taille des ouvertures de ventilation.

Si l'unité fonctionnelle peut être orientée de différentes manières (horizontale, verticale), alors l'orientation la plus défavorable doit être soumise à essai.

NOTE Des essais supplémentaires peuvent être réalisés à la discrétion du constructeur d'origine sur des configurations et des variantes d'unités fonctionnelles moins critiques.

### **10.10.2.3 Méthodes d'essai**

#### **10.10.2.3.1 Généralités**

Trois méthodes d'essai sont indiquées de 10.10.2.3.5 à 10.10.2.3.7 qui diffèrent par le nombre d'essais nécessaires et l'utilisation possible des résultats d'essai; une explication est fournie à l'Annexe O.

L'essai d'échauffement de chaque circuit doit être effectué avec le type de courant et la fréquence pour lesquels ils sont conçus. Toute valeur pratique de la tension d'essai peut être utilisée pour produire le courant désiré. Les bobines de relais, les contacteurs, les déclencheurs, etc., doivent être alimentés sous la tension assignée d'emploi.

L'ENSEMBLE doit être disposé comme pour l'usage normal avec l'ensemble des panneaux, y compris les plaques inférieures, etc., en place.

Si l'ENSEMBLE comprend des coupe-circuit à fusibles, ceux-ci doivent être équipés pour l'essai d'éléments de remplacement du type spécifié par le constructeur. Les puissances dissipées dans les éléments de remplacement utilisés pour l'essai doivent être indiquées dans le rapport d'essai. La puissance dissipée des éléments de remplacement peut être déterminée par une mesure ou sinon selon les indications de leur constructeur.



EN 61439-1:2011

– 70 –

La dimension et la disposition des conducteurs externes utilisés pour l'essai doivent figurer dans le rapport d'essai.

L'essai doit avoir une durée suffisante pour que l'échauffement atteigne une valeur constante. Dans la pratique, cette condition est remplie lorsque la variation de tous les points mesurés (y compris la température de l'air ambiant) ne dépasse pas 1 K/h.

Pour réduire la durée de l'essai, si les appareils le permettent, le courant peut être augmenté au cours de la première partie de l'essai puis réduit au courant d'essai spécifié.

Lorsqu'un électro-aimant de commande est alimenté au cours de l'essai, la température est mesurée lorsque l'équilibre thermique est atteint à la fois dans le circuit principal et dans l'électro-aimant de commande.

La valeur moyenne des courants d'essai d'arrivée réels doit être comprise entre –0 % et +3 % de la valeur prévue. Chaque phase doit correspondre à  $\pm 5$  % de la valeur prévue.

Des essais peuvent être réalisés séparément sur une colonne de l'ENSEMBLE. Pour que l'essai soit représentatif, les surfaces externes auxquelles des colonnes supplémentaires peuvent être raccordées doivent être isolées thermiquement avec un panneau pour empêcher tout refroidissement indu.

Lors de l'essai séparé d'une unité fonctionnelle à l'intérieur d'une colonne ou d'un ENSEMBLE complet, les unités fonctionnelles adjacentes peuvent être remplacées par des résistances chauffantes si leur courant assigné ne dépasse pas 630 A et s'il n'est pas prévu de vérifier leur courant assigné lors de cet essai.

Dans les ENSEMBLES dans lesquels il est possible d'incorporer des circuits de commande ou des appareils supplémentaires, des résistances chauffantes doivent simuler les pertes de ces éléments supplémentaires.

#### 10.10.2.3.2 Conducteurs d'essai

En l'absence de renseignements détaillés concernant les conducteurs externes et les conditions d'emploi, la section des conducteurs d'essai externes doit être choisie compte tenu du courant assigné de chaque circuit comme suit:

##### a) Pour les courants assignés jusqu'à 400 A inclus:

- 1) les conducteurs doivent être des câbles en cuivre ou des fils isolés unipolaires de la section indiquée au Tableau 11;
- 2) dans la mesure où la pratique le permet, les conducteurs doivent être à l'air libre;
- 3) la longueur minimale de chaque connexion temporaire entre bornes doit être de:
  - 1 m pour les sections inférieures ou égales à 35 mm<sup>2</sup>;
  - 2 m pour les sections supérieures à 35 mm<sup>2</sup>.

##### b) Pour les courants assignés supérieurs à 400 A mais inférieurs à 800 A:

- 1) Les conducteurs doivent être des câbles en cuivre unipolaires de la section indiquée au Tableau 12 ou des barres de cuivre équivalentes selon le Tableau 12, comme spécifié par le constructeur d'origine.
- 2) Les câbles ou les barres en cuivre doivent être espacés d'environ la distance existant entre les bornes. Les câbles multiples en parallèle sur une borne doivent être regroupés et espacés les uns des autres d'environ 10 mm. Les barres multiples en cuivre relatives à une même borne doivent être espacées les unes des autres d'une distance correspondant approximativement à leur épaisseur. Si les dimensions indiquées pour les barres ne conviennent pas aux bornes ou ne sont pas disponibles, il est admis d'utiliser d'autres barres ayant les mêmes sections  $\pm 10$  % et des surfaces de refroidissement de même dimension ou plus petites. Les câbles ou les barres en cuivre ne doivent pas s'intercaler.



- 3) Pour des essais monophasés ou polyphasés, la longueur minimale de toute connexion temporaire à l'alimentation d'essai doit être de 2 m. La longueur minimale jusqu'au point neutre peut être réduite à 1,2 m, sur accord avec le constructeur d'origine.

**c) Pour les courants assignés supérieurs à 800 A mais inférieurs à 4 000 A:**

- 1) Les conducteurs doivent être des barres de cuivre aux dimensions indiquées au Tableau 12 sauf si l'ENSEMBLE est conçu seulement pour un raccordement de câbles. Dans ce cas, la dimension et la disposition des câbles doivent être celles spécifiées par le constructeur d'origine.
- 2) Les barres de cuivre doivent être espacées d'environ la distance entre bornes. Les barres multiples en cuivre relatives à une même borne doivent être séparées les unes des autres d'une distance approximativement égales à leur épaisseur. Si les dimensions indiquées pour les barres ne conviennent pas aux bornes ou ne sont pas disponibles, il est admis d'utiliser d'autres barres ayant les mêmes sections  $\pm 10 \%$  et des surfaces de refroidissement de même dimension ou plus petites. Les barres de cuivre ne doivent pas s'intercaler.
- 3) Pour les essais monophasés ou polyphasés, la longueur minimale de toute connexion temporaire à l'alimentation d'essai doit être de 3 m, mais elle peut être réduite à 2 m sous réserve que l'échauffement à l'extrémité de la connexion ne soit pas inférieur de plus de 5 K à celui du milieu de la connexion. La longueur minimale jusqu'au point neutre doit être de 2 m.

**d) Pour les courants assignés supérieurs à 4 000 A:**

Le constructeur d'origine doit déterminer les conditions d'essai telles que le type d'alimentation, le nombre de phases et la fréquence (le cas échéant), les sections des conducteurs d'essai, etc. Ces informations doivent être notées dans le rapport d'essai.

#### **10.10.2.3.3 Mesure des températures**

Des thermocouples ou des thermomètres doivent être utilisés pour les mesures de température. Pour les enroulements, la méthode de mesure de la température par variation de la résistance doit généralement être utilisée.

Les thermomètres ou les thermocouples doivent être protégés contre les courants d'air et les rayonnements de chaleur.

La température doit être mesurée à tous les points où il faut respecter une limite d'échauffement (voir 9.2). Une attention particulière doit être accordée aux jonctions des conducteurs et aux bornes dans les circuits principaux. Pour la mesure de la température de l'air à l'intérieur d'un ENSEMBLE, plusieurs appareils de mesure doivent être disposés à des endroits appropriés.

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

La température de l'air ambiant doit être mesurée au moyen d'au moins deux thermomètres ou thermocouples également répartis autour de l'ENSEMBLE à environ la moitié de sa hauteur et à une distance d'environ 1 m de l'ENSEMBLE. Les thermomètres ou les thermocouples doivent être protégés contre les courants d'air et les rayonnements de chaleur.

La température ambiante pendant l'essai doit être comprise entre +10 °C et +40 °C.

#### **10.10.2.3.5 Vérification de l'ENSEMBLE complet**

Les circuits d'arrivée et les circuits de départ de l'ENSEMBLE doivent être chargés à leurs courants assignés (voir 5.3.2), ce qui équivaut à appliquer un facteur de diversité assigné égal à 1 (voir 5.4 et l'Annexe O).

Si le courant assigné du circuit d'arrivée ou du système de jeux de barres de distribution est inférieur à la somme des courants assignés de tous les circuits de départ, alors les circuits de départ doivent être divisés en groupes correspondant au courant assigné du circuit d'arrivée ou du système de jeux de barres de distribution. Les groupes doivent être formés de manière à atteindre l'échauffement le plus élevé possible. Des groupes doivent être formés et des essais doivent être entrepris en nombre suffisant pour inclure toutes les variantes d'unités fonctionnelles dans au moins un groupe.

Lorsque les circuits entièrement chargés ne distribuent pas exactement le courant total d'arrivée, le courant restant doit être distribué via tout autre circuit approprié. Cet essai doit être répété jusqu'à ce que tous les types de circuit de départ aient été vérifiés à leur courant assigné.

Une modification de la disposition des unités fonctionnelles à l'intérieur d'un ENSEMBLE ou d'une colonne d'un ENSEMBLE vérifié(e) peut nécessiter des essais complémentaires dans la mesure où l'influence thermique des unités adjacentes peut différer de manière significative.

NOTE 10.10.2.3.6 fournit une méthode d'essai d'un ENSEMBLE avec un facteur de diversité inférieur à 1 et moins d'essais que spécifié en 10.10.2.3.7.

#### **10.10.2.3.6 Vérification séparée de chaque unité fonctionnelle et de l'ENSEMBLE complet**

Les courants assignés des circuits selon 5.3.2 et le facteur de diversité assigné selon 5.4 doivent être vérifiés en deux étapes.

Le courant assigné de chaque variante critique d'unité fonctionnelle (10.10.2.2.3.b)) doit être vérifié séparément conformément à 10.10.2.3.7 c).

L'ENSEMBLE est vérifié en chargeant le circuit d'arrivée à son courant assigné et toutes les unités fonctionnelles de départ collectivement à leur courant assigné multiplié par le facteur de diversité.

Si le courant assigné du circuit d'arrivée ou du système de jeux de barres de distribution est inférieur à la somme des courants d'essai de tous les circuits de départ (c'est-à-dire les courants assignés multipliés par le facteur de diversité), alors les circuits de départ doivent être divisés en groupes correspondant au courant assigné du circuit d'arrivée ou du système de jeux de barres de distribution. Les groupes doivent être formés de manière à atteindre l'échauffement le plus élevé possible. Des groupes doivent être formés et des essais doivent être entrepris en nombre suffisant pour inclure toutes les différentes variantes d'unités fonctionnelles dans au moins un groupe.

Lorsque les circuits entièrement chargés ne distribuent pas exactement le courant total d'arrivée, le courant restant doit être distribué via tout autre circuit approprié. Cet essai doit être répété jusqu'à ce que tous les types de circuit de départ aient été vérifiés à leur valeur de courant assigné multiplié par le facteur de diversité assigné.

Une modification de la disposition des unités fonctionnelles à l'intérieur d'un ENSEMBLE ou d'une colonne d'un ENSEMBLE vérifié(e) peut nécessiter des essais complémentaires dans la mesure où l'influence thermique des unités adjacentes peut différer de manière significative.



#### **10.10.2.3.7 Vérification séparée de chaque unité fonctionnelle, des jeux de barres principaux, des jeux de barres de distribution et de l'ENSEMBLE complet**

Les ENSEMBLES doivent être vérifiés par une vérification séparée des modules standards a) à c) choisis conformément à 10.10.2.2.2 et à 10.10.2.2.3, et une vérification d'un ENSEMBLE complet d) dans les conditions les plus défavorables détaillées ci-dessous:

- a) Les jeux de barres principaux doivent être soumis à essai séparément. Ils doivent être montés dans l'enveloppe de l'ENSEMBLE comme en utilisation normale avec tous ses panneaux et toutes les cloisons qui séparent les jeux de barres principaux des autres compartiments. Si le jeu de barres principal comporte des jonctions, celles-ci doivent alors être incluses dans l'essai. Cet essai doit être réalisé au courant assigné. Le courant d'essai doit passer sur toute la longueur des jeux de barres. Lorsque la conception de l'ENSEMBLE le permet, et pour réduire l'influence des conducteurs d'essai externes sur l'échauffement, la longueur du jeu de barres principal à l'intérieur de l'enveloppe pour doit être au minimum égale à 2 m et inclure au moins une jonction lorsque les jeux de barres sont extensibles.
- b) Les jeux de barres de distribution doivent être soumis aux essais séparément des unités de départ. Ils doivent être montés dans l'enveloppe comme en utilisation normale avec tous ses panneaux et toutes les cloisons qui séparent le jeu de barres des autres compartiments. Les jeux de barre de distribution doivent être raccordés au jeu de barres principal. Aucun autre conducteur, par exemple, connexions d'unités fonctionnelles, ne doit être raccordé au jeu de barres de distribution. Pour prendre en compte la situation la plus défavorable, l'essai doit être réalisé au courant assigné et le courant d'essai doit passer sur toute la longueur du jeu de barres de distribution. Si le jeu de barres principal est déclaré pour un courant plus élevé, il doit être alimenté par un courant supplémentaire de manière à transporter son courant assigné jusqu'à sa jonction avec le jeu de barres de distribution.
- c) Les unités fonctionnelles doivent être soumises à des essais individuels. L'unité fonctionnelle doit être montée dans l'enveloppe comme en utilisation normale avec tous ses panneaux et toutes ses cloisons intérieures. Si elle peut être montée à différents emplacements, alors l'emplacement le plus défavorable doit être utilisé. Elle doit être raccordée au jeu de barres principal ou au jeu de barres de distribution comme en utilisation normale. Si le jeu de barres principal et/ou le jeu de barres de distribution (le cas échéant) sont déclarés pour un courant plus élevé, ils doivent être alimentés par des courants supplémentaires de manière à transporter leurs courants assignés individuels jusqu'aux points de jonction respectifs. L'essai de l'unité fonctionnelle doit être réalisé à son courant assigné.
- d) L'ENSEMBLE complet doit être vérifié en effectuant l'essai d'échauffement de la (des) configuration(s) la (les) plus défavorable(s) en service et comme défini par le constructeur d'origine. Pour cet essai, le circuit d'arrivée est chargé à son courant assigné et chaque unité fonctionnelle de départ à son courant assigné multiplié par le facteur de diversité assigné. Si le courant assigné du circuit d'arrivée ou du système de jeux de barres de distribution est inférieur à la somme des courants assignés des courants d'essai de tous les circuits de départ (c'est-à-dire les courants assignés multipliés par le facteur de diversité), alors les circuits de départ doivent être divisés en groupes correspondant au courant assigné du circuit d'arrivée ou du système de jeux de barres de distribution. Les groupes doivent être formés de manière à atteindre l'échauffement le plus élevé possible. Des groupes suffisants doivent être formés et des essais doivent être entrepris pour inclure toutes les variantes d'unités fonctionnelles dans au moins un groupe.

#### **10.10.2.3.8 Résultats à obtenir**

A la fin de l'essai, l'échauffement ne doit pas dépasser les valeurs indiquées au Tableau 6. Les appareils doivent fonctionner de manière satisfaisante dans leurs limites spécifiées de tension à la température régnant à l'intérieur de l'ENSEMBLE.

### **10.10.3 Déduction des caractéristiques assignées pour des variantes similaires**

#### **10.10.3.1 Généralités**

Les paragraphes suivants définissent comment les courants assignés de variantes peuvent être vérifiés par déduction à partir de configurations similaires vérifiées par des essais.

Les essais d'échauffement sur le ou les circuits réalisés à 50 Hz sont applicables à 60 Hz pour des courants assignés jusqu'à 800 A inclus. En l'absence d'essais à 60 Hz pour les courants supérieurs à 800 A, le courant assigné à 60 Hz doit être réduit à 95 % de celui à 50 Hz. Si l'échauffement maximal à 50 Hz ne dépasse pas 90 % de la valeur admissible, alors la réduction pour 60 Hz n'est pas nécessaire. Les essais réalisés à une fréquence particulière sont valables pour le même courant assigné à des fréquences inférieures, y compris en courant continu.

#### **10.10.3.2 ENSEMBLES**

Les ENSEMBLES vérifiés par déduction à partir d'une configuration similaire vérifiée par essai doivent satisfaire aux conditions suivantes:

- a) unités fonctionnelles appartenant aux mêmes groupes respectifs que les unités fonctionnelles choisies pour l'essai (voir 10.10.2.2.3);
- b) même type de construction que celui soumis à l'essai;
- c) des dimensions hors-tout supérieures ou égales à celles de l'essai;
- d) conditions de refroidissement au moins aussi bonnes que celles de l'essai (convection forcée ou naturelle, ouvertures de ventilation identiques ou plus larges);
- e) le cas échéant, compartimentage interne identique ou moindre que pour l'essai;
- f) puissance identique ou dissipée dans une même colonne pas plus élevée que pour l'essai.

L'ENSEMBLE à vérifier peut comprendre la totalité ou seulement une partie des circuits électriques de l'ENSEMBLE vérifié précédemment. Par rapport à la variante soumise aux essais, on peut changer l'emplacement d'une ou plusieurs unités fonctionnelles dans l'ENSEMBLE ou dans une colonne, tant que les influences thermiques des unités adjacentes ne sont pas plus sévères.

Les essais thermiques réalisés sur des ENSEMBLES triphasés 3 conducteurs sont considérés comme représentatifs des ENSEMBLES triphasés 4 conducteurs et monophasés 2 ou 3 conducteurs sous réserve que le conducteur neutre soit d'une taille supérieure ou égale aux conducteurs de phase et disposés de la même façon.

#### **10.10.3.3 Jeux de barres**

Les caractéristiques assignées établies pour des jeux de barres en aluminium sont valables pour des jeux de barres en cuivre avec la même section et la même configuration. Toutefois, les caractéristiques assignées établies pour des jeux de barres en cuivre ne doivent pas être utilisées pour établir les caractéristiques assignées de jeux de barres en aluminium.

Les caractéristiques assignées des variantes qui ne sont pas choisies pour les essais selon 10.10.2.2.2 doivent être déterminées en multipliant leur section par la densité de courant d'un jeu de barres de section plus importante de même conception que celle vérifiée par essai.

Par ailleurs, si deux sections satisfaisant aux conditions de 10.10.2.2.2 ont été vérifiées par essai, alors la caractéristique assignée d'une variante intermédiaire peut être interpolée.



#### 10.10.3.4 Unités fonctionnelles

Après avoir soumis la variante critique de chaque groupe d'unités fonctionnelles comparables (voir 10.10.2.2.3 a)) à l'essai de vérification de l'échauffement, les courants assignés réels de des autres unités fonctionnelles du groupe doivent être calculés en utilisant les résultats de ces essais de la manière suivante.

Pour chaque unité fonctionnelle soumise à l'essai, un facteur de réduction doit être calculé (le courant assigné, obtenu en divisant le courant assigné résultant de l'essai par son courant maximal possible de cette unité fonctionnelle, voir 10.10.2.2.3 b)).

Le courant assigné de chacune des autres unités fonctionnelles du même groupe doit être le courant maximal possible de l'unité fonctionnelle multiplié le facteur de réduction établi pour la variante soumise à l'essai dans ce groupe.

#### 10.10.3.5 Unités fonctionnelles – Substitution d'un appareil

Un appareil peut être remplacé par un appareil similaire issu d'une autre série que celle utilisée lors de la vérification d'origine, sous réserve que la puissance qu'il dissipe et l'échauffement de ses bornes lorsqu'il est soumis à l'essai selon sa norme de produit, soient inférieurs ou égaux. De plus, la disposition physique interne de l'unité fonctionnelle et sa caractéristique assignée doivent rester inchangées.

NOTE Outre l'échauffement, d'autres exigences sont examinées, y compris les exigences de tenue aux courts-circuits, voir Tableau 13.

#### 10.10.4 Evaluation de vérification

##### 10.10.4.1 Généralités

Deux méthodes de calcul sont fournies. Les deux méthodes déterminent l'échauffement approximatif de l'air à l'intérieur de l'enveloppe qui est causé par les puissances dissipées par tous les circuits, et comparent cette température avec les limites pour les équipements incorporés. Ces méthodes ne diffèrent que par la façon dont la relation entre la puissance dissipée et l'échauffement de l'air à l'intérieur de l'enveloppe est déterminée.

Comme les températures ponctuelles réelles des parties transportant le courant ne peuvent pas être calculées par ces méthodes, certaines limites et marges de sécurité sont nécessaires et sont incluses.

##### 10.10.4.2 Ensemble à un seul compartiment ayant un courant assigné inférieur à 630 A

###### 10.10.4.2.1 Méthode de vérification

Une vérification de l'échauffement d'un ENSEMBLE à un seul compartiment ayant un courant total d'entrée ne dépassant pas 630 A et pour des fréquences assignées jusqu'à 60 Hz inclus peut être effectuée par calcul si toutes les conditions suivantes sont satisfaites:

- les pertes dissipées par chacun des composants incorporés sont disponibles auprès de leurs constructeurs;
- les pertes sont réparties de manière approximativement régulière à l'intérieur de l'enveloppe;
- le courant assigné des circuits de l'ENSEMBLE à vérifier (voir 10.10.1) ne doit pas dépasser 80 % du courant thermique conventionnel à l'air libre ( $I_{th}$ ), lorsqu'il existe, ou du courant assigné ( $I_n$ ) des appareils de connexion et des composants électriques inclus dans le circuit. Les dispositifs de protection des circuits doivent être choisis pour assurer une protection adéquate des circuits de départ, par exemple, les dispositifs de protection des moteurs thermiques à la température calculée dans l'ENSEMBLE;

NOTE 1 Il n'existe aucune caractéristique commune applicable aux appareils de connexion et composants électriques pour représenter la valeur de courant à utiliser ici. Pour vérifier les limites d'échauffement, on utilise la valeur de courant qui représente le courant d'emploi continu maximal qui peut être transporté sans sur-échauffement. Ce courant est par exemple le courant assigné d'emploi  $I_g$  AC1 dans le cas des contacteurs et le courant assigné  $I_n$  dans le cas des disjoncteurs.



EN 61439-1:2011

– 76 –

- d) les parties mécaniques et les équipements installés sont disposés de telle manière que la circulation de l'air n'est pas gênée de manière significative;
- e) les conducteurs transportant des courants supérieurs à 200 A et les éléments de structure adjacents sont disposés de telle manière que les pertes de courant de Foucault et d'hystérésis soient réduites au minimum;
- f) la section minimale de tous les conducteurs doit être basée sur 125 % du courant assigné du circuit associé. Le choix des câbles doit être conforme à la CEI 60364-5-52. Des exemples sur la façon d'adapter la présente norme aux conditions à l'intérieur d'un ENSEMBLE sont donnés dans l'Annexe H. La section des barres doit être donnée par des essais ou conforme à l'Annexe N. Lorsque le constructeur d'appareils spécifie un conducteur de section plus importante, ce dernier conducteur doit être utilisé;
- g) la variation de l'échauffement en fonction des pertes dissipées dans l'enveloppe et des différentes méthodes d'installation (par exemple montage encastré, montage en surface) est:
  - disponible auprès du constructeur de l'enveloppe;
  - déterminé conformément à 10.10.4.2.2; ou
  - conforme aux critères de performances et d'installation fournis par le constructeur d'appareils réfrigérants en cas d'intégration d'un refroidissement actif (par exemple, refroidissement forcé, climatisation interne, échangeur thermique, etc.).

Les pertes réellement dissipées par les circuits, y compris les conducteurs d'interconnexion, doivent être calculées sur la base de leurs courants assignés. Les pertes totales dissipées par l'ENSEMBLE sont calculées en ajoutant les pertes dissipées par les circuits tout en tenant compte du fait que le courant de charge total est limité au courant assigné de l'ENSEMBLE. Les pertes dissipées par les conducteurs sont déterminées par calcul (voir Annexe H).

NOTE 2 Pour certains appareils les pertes sont pratiquement proportionnelles à  $I^2$ ; pour d'autres, les pertes sont pratiquement constantes.

NOTE 3 Exemple: Un ENSEMBLE à un seul compartiment ayant un courant assigné de 100 A (limité par le jeu de barres de distribution) est équipé de 20 circuits de départ. Le courant assigné présumé de chaque circuit est de 8 A. Il convient de calculer la puissance dissipée réelle totale pour 12 circuits de départ chargés chacun à 8 A.

L'échauffement de l'ENSEMBLE est ensuite déterminé à partir des pertes totales en utilisant les données mentionnées en g).

#### **10.10.4.2.2 Détermination par essai de la capacité d'une enveloppe à dissiper la chaleur**

Les pertes doivent être simulées au moyen de résistances chauffantes qui produisent une chaleur équivalente à la capacité prévue de l'enveloppe à dissiper la chaleur. Les résistances chauffantes doivent être réparties de manière régulière sur la hauteur de l'enveloppe et installées à des emplacements adaptés à l'intérieur de cette enveloppe.

La section des conducteurs raccordés à ces résistances doit être telle qu'une quantité appréciable de chaleur ne s'échappe pas de l'enveloppe.

L'essai doit être réalisé selon 10.10.2.3.1 à 10.10.2.3.4 et l'échauffement de l'air doit être mesuré au sommet de l'enveloppe. La température de l'enveloppe ne doit pas dépasser la valeur indiquée au Tableau 6.

#### **10.10.4.2.3 Résultats à obtenir**

L'ENSEMBLE est vérifié si la température de l'air déterminée à partir des pertes calculées ne dépasse pas la température de l'air ambiant admissible en exploitation déclarée par les constructeurs d'appareils. Pour les appareils de connexion ou les composants électriques des circuits principaux, cela signifie que la charge continue ne dépasse ni sa charge admissible à la température calculée de l'air ni 80 % de son courant assigné (voir 10.10.4.2.1 c).





#### 10.10.4.3 ENSEMBLE ayant un courant assigné ne dépassant pas 1 600 A

##### 10.10.4.3.1 Méthode de vérification

La vérification de l'échauffement d'un ENSEMBLE à un ou plusieurs compartiments ayant un courant total d'entrée ne dépassant pas 1 600 A et pour les fréquences assignées jusqu'à 60 Hz inclus peut être effectuée par calcul conformément à la méthode définie dans la CEI 60890 si toutes les conditions suivantes sont satisfaites:

- a) les pertes dissipées par chacun des composants incorporés sont disponibles auprès de leurs constructeurs;
- b) les pertes sont réparties de manière approximativement régulière à l'intérieur de l'enveloppe;
- c) le courant assigné des circuits de l'ENSEMBLE à vérifier (voir 10.10.1) ne doit pas dépasser 80 % du courant thermique à l'air libre conventionnel assigné ( $I_{th}$ ) s'il existe ou du courant assigné ( $I_n$ ) des appareils de connexion et des composants électriques inclus dans le circuit. Les dispositifs de protection des circuits doivent être choisis pour assurer une protection adéquate des circuits de départ, par exemple, les dispositifs de protection des moteurs thermiques à la température calculée dans l'ENSEMBLE;

NOTE 1 Il n'existe aucune caractéristique commune applicable aux appareils de connexion et composants électriques pour représenter la valeur de courant à utiliser ici. Pour vérifier les limites d'échauffement on utilise la valeur de courant qui représente le courant d'emploi continu maximal qui peut être transporté sans sur-échauffement. Ce courant est par exemple le courant assigné d'emploi  $I_e$  AC1 dans le cas des contacteurs et le courant assigné  $I_n$  dans le cas des disjoncteurs.

- d) les parties mécaniques et les équipements installés sont disposés de telle manière que la circulation de l'air n'est pas gênée de manière significative;
- e) les conducteurs transportant des courants supérieurs à 200 A et les éléments de structure adjacents sont disposés de telle manière que les pertes de courant de Foucault et d'hystérésis soient réduites au minimum;
- f) la section minimale de tous les conducteurs doit être basée sur 125 % du courant assigné du circuit associé. Le choix des câbles doit être conforme à la CEI 60364-5-52. Des exemples sur la façon d'adapter la présente norme aux conditions à l'intérieur d'un ENSEMBLE sont donnés à l'Annexe H. La section des barres doit être donnée par des essais ou conforme à l'Annexe N. Lorsque le constructeur d'appareils spécifie un conducteur de section plus importante, ce dernier conducteur doit être utilisé;
- g) pour les enveloppes ayant une ventilation naturelle, la section des ouvertures de sortie d'air correspond à au moins 1,1 fois la section des ouvertures d'entrée d'air;
- h) il n'existe pas plus de trois cloisons horizontales dans l'ENSEMBLE ou dans une colonne de l'ENSEMBLE;
- i) pour les enveloppes avec des compartiments ayant une ventilation naturelle, la section des ouvertures de ventilation dans chaque cloison horizontale est au moins égale à 50 % de la section horizontale du compartiment.

Les pertes réellement dissipées par les circuits y compris les conducteurs d'interconnexion doivent être calculées sur la base de leurs courants assignés. Les pertes totales dissipées par l'ENSEMBLE sont calculées en ajoutant les pertes dissipées par les circuits tout en tenant compte du fait que le courant de charge total est limité au courant assigné de l'ENSEMBLE. Les pertes dissipées par les conducteurs sont déterminées par calcul (voir Annexe H).

NOTE 2 Pour certains appareils les pertes sont pratiquement proportionnelle à  $I^2$ ; pour d'autres, les pertes sont pratiquement constantes.

NOTE 3 Exemple: Un ENSEMBLE à un seul compartiment avec un courant assigné de 100 A (limité par le jeu de barres de distribution) est équipé de 20 circuits de départ. Le courant assigné présumé de chaque circuit est de 8 A. Il convient de calculer la puissance dissipée réelle totale pour 12 circuits de départ chargés chacun à 8 A.

L'échauffement de l'ENSEMBLE est ensuite déterminé à partir des pertes totales en utilisant la méthode de la CEI 60890.



EN 61439-1:2011

– 78 –

#### **10.10.4.3.2 Résultats à obtenir**

L'ENSEMBLE est vérifié si la température calculée de l'air à la hauteur de montage de chaque appareil ne dépasse pas la température de l'air ambiant admissible déclarée par son constructeur.

Pour les appareils de connexion ou les composants électriques des circuits principaux cela signifie que la charge en régime permanent ne dépasse ni sa charge admissible à la température ponctuelle calculée de l'air ni 80 % de son courant assigné (voir 10.10.4.3.1 c).

### **10.11 Tenue aux courts-circuits**

#### **10.11.1 Généralités**

La tenue assignée aux courant de court-circuit déclarée doit être vérifiée sauf lorsque cela est exclu, voir 10.11.2. La vérification peut être effectuée par comparaison avec une conception de référence (10.11.3 et 10.11.4) ou par essai (10.11.5). Pour les besoins de la vérification, les exigences suivantes s'appliquent:

- a) Si le système d'ENSEMBLES à vérifier comprend de nombreuses variantes, la ou les dispositions la ou les plus défavorables de l'ENSEMBLE doivent être choisies, compte tenu des règles énoncées en 10.11.3.
- b) Les variantes d'ENSEMBLE choisies pour l'essai doivent être vérifiées selon 10.11.5.
- c) Lorsque les ENSEMBLES soumis à l'essai constituent les variantes les plus défavorables d'une gamme plus large de produits d'un système d'ENSEMBLES, alors les résultats de l'essai peuvent être utilisés pour établir les caractéristiques assignées de ces variantes sans procéder à d'autres essais. Les règles concernant ces déductions sont données en 10.11.3 et en 10.11.4.

#### **10.11.2 Circuits des ENSEMBLES exemptés de la vérification de la tenue aux courts-circuits**

Une vérification de la tenue aux courts-circuits n'est pas exigée dans les cas suivants:

- a) ENSEMBLES dont le courant assigné de courte durée admissible (voir 5.3.4) ou le courant assigné de court-circuit conditionnel (voir 5.3.5) ne dépasse pas 10 kA en valeur efficace ;
- b) ENSEMBLES ou circuits d'ENSEMBLES protégés par des dispositifs limiteurs de courant ayant un courant coupé limité ne dépassant pas 17 kA au courant de court-circuit présumé maximal admissible aux bornes du circuit d'arrivée de l'ENSEMBLE ;
- c) circuits auxiliaires d'ENSEMBLES destinés à être reliés à des transformateurs dont la puissance assignée ne dépasse pas 10 kVA pour une tension secondaire assignée qui n'est pas inférieure à 110 V ou 1,6 kVA pour une tension secondaire assignée inférieure à 110 V et dont l'impédance de court-circuit n'est pas inférieure à 4 %.

Tous les autres circuits doivent être vérifiés.

#### **10.11.3 Vérification par comparaison avec une conception de référence – Utilisation d'une liste de contrôle**

La vérification est effectuée par une comparaison de l'ENSEMBLE à vérifier avec une conception déjà soumise aux essais en utilisant la liste de contrôle donnée au Tableau 13.

Si une exigence de la liste de contrôle n'est pas satisfaite et doit être notée « NON », une des méthodes de vérification suivantes doit être utilisée (voir 10.11.4 et 10.11.5).



#### **10.11.4 Vérification par comparaison avec une conception de référence – Utilisation de calculs**

L'évaluation par calcul du courant assigné de courte durée admissible d'un ENSEMBLE et de ses circuits est effectuée par une comparaison de l'ENSEMBLE à évaluer avec un ENSEMBLE déjà vérifié par essai. L'évaluation de vérification des circuits principaux d'un ENSEMBLE doit être conforme à l'Annexe P. De plus, chacun des circuits de l'ENSEMBLE à évaluer doit satisfaire aux exigences numéros 6, 8, 9 et 10 du Tableau 13.

Les données utilisées, les calculs effectués et les comparaisons effectuées doivent être consignés.

Si au moins une des exigences énumérées Annexe P ou ci-dessus n'est pas satisfaite, alors l'ENSEMBLE et ses circuits doivent être vérifiés par un essai conformément à 10.11.5.

#### **10.11.5 Vérification par essai**

##### **10.11.5.1 Montages d'essai**

L'ENSEMBLE ou ses parties selon ce qui est nécessaire pour réaliser l'essai doivent être montés comme en utilisation normale. Il suffit de soumettre une seule unité fonctionnelle aux essais si les autres unités fonctionnelles sont construites de la même façon. De même, il suffit de soumettre une seule configuration de jeux de barres aux essais si les autres configurations sont construites de la même façon. Le Tableau 13 précise les éléments qui ne nécessitent pas d'essais complémentaires.

##### **10.11.5.2 Exécution de l'essai – Généralités**

Si le circuit d'essai comporte des fusibles, on doit utiliser des éléments de remplacement ayant le courant coupé limité maximal, le cas échéant, du type spécifié par le constructeur d'origine.

Les conducteurs d'alimentation et les connexions de court-circuit prescrites pour soumettre l'ENSEMBLE à l'essai doivent avoir une robustesse suffisante pour supporter les courts-circuits et être disposés de manière à ne pas introduire de contraintes supplémentaires sur l'ENSEMBLE.

Sauf accord contraire, le circuit d'essai doit être raccordé aux bornes d'arrivée de l'ENSEMBLE. Les ENSEMBLES triphasés doivent être raccordés en triphasé.

Toutes les parties de l'équipement destinées à être reliées au conducteur de protection en service, y compris son enveloppe, doivent être raccordées comme suit:

- a) pour des ENSEMBLES pouvant être utilisés dans des réseaux triphasés à quatre conducteurs (voir aussi la CEI 60038) avec un point neutre à la terre et marqués en conséquence, au point neutre de l'alimentation ou à un neutre artificiel essentiellement inductif permettant un courant de défaut présumé d'au moins 1 500 A;
- b) pour les ENSEMBLES pouvant être utilisés dans des réseaux triphasés à trois conducteurs aussi bien qu'à quatre conducteurs et marqués en conséquence, au conducteur de phase le moins susceptible d'amorcer un arc à la terre.

A l'exception des ENSEMBLES selon 8.4.4, le raccordement mentionné en a) et en b) doit comprendre un élément fusible constitué d'un fil de cuivre de 0,8 mm de diamètre et d'au moins 50 mm de longueur, ou un élément fusible équivalent pour la détection du courant de défaut. Le courant de défaut présumé dans le circuit de l'élément fusible doit être de 1 500 A  $\pm$  10 %, à l'exception de ce qui est indiqué dans les Notes 2 et 3. Si nécessaire, une résistance limitant le courant à cette valeur doit être utilisée.



EN 61439-1:2011

– 80 –

NOTE 1 Un fil de cuivre de 0,8 mm de diamètre fond à 1 500 A, en une demi-période environ, à une fréquence comprise entre 45 Hz et 67 Hz (ou 0,01 s en courant continu).

NOTE 2 Le courant de défaut présumé peut être inférieur à 1 500 A dans le cas de petits matériels, suivant les exigences de la norme de produit correspondante, avec un fil de cuivre de diamètre plus petit (voir Note 4) correspondant à la même durée de fusion que dans la Note 1.

NOTE 3 Dans le cas d'une alimentation à neutre artificiel, un courant de défaut présumé de plus faible valeur peut être admis, sous réserve de l'accord du constructeur d'ENSEMBLES, avec un fil de cuivre de diamètre plus petit (voir Note 4) correspondant à la même durée de fusion que dans la Note 1.

NOTE 4 La relation entre le courant de défaut présumé dans le circuit de l'élément fusible et le diamètre du fil de cuivre est indiquée dans le Tableau 14.

### 10.11.5.3 Essai des circuits principaux

#### 10.11.5.3.1 Généralités

Les circuits doivent être soumis aux contraintes thermiques et dynamiques les plus élevées provoquées par les courants de court-circuit pouvant atteindre les valeurs assignées, pour une ou plusieurs des conditions suivantes selon les indications du constructeur d'origine.

- a) Un ENSEMBLE indépendant d'un DPCC doit être soumis au courant assigné de crête admissible et au courant assigné de courte durée admissible pendant la durée spécifiée (voir 5.3 et 9.3.2 a)).
- b) Un ENSEMBLE incorporant un DPCC dans son circuit d'arrivée doit être soumis au courant de court-circuit présumé d'arrivée pendant une durée limitée par le DPCC d'arrivée.
- c) Un ENSEMBLE dépendant d'un DPCC en amont doit être soumis au courant coupé limité du DPCC spécifié par le constructeur d'origine.

Lorsqu'un circuit d'arrivée ou un circuit de départ comporte un DPCC qui réduit la crête et/ou la durée du courant de défaut, le circuit doit alors être soumis aux essais en permettant au DPCC de fonctionner et d'interrompre le courant de défaut (voir 5.3.5 courant assigné de court-circuit conditionnel  $I_{cc}$ ). Si le DPCC contient un déclencheur de court-circuit réglable, celui-ci doit alors être réglé sur la valeur maximale autorisée (voir 9.3.2, deuxième alinéa).

Un circuit de chaque type doit être soumis à l'essai de court-circuit comme décrit de 10.11.5.3.2 à 10.11.5.3.5.

#### 10.11.5.3.2 Circuits de départ

Les bornes de sortie des circuits de départ doivent être pourvues d'une connexion de court-circuit boulonnée. Lorsque le dispositif de protection dans le circuit de départ est un disjoncteur, le circuit d'essai peut inclure une résistance shunt conformément à 8.3.4.1.2 b) de la CEI 60947-1:2007 en parallèle avec la réactance utilisée pour régler le courant de court-circuit.

Pour les disjoncteurs qui ont un courant assigné inférieur ou égal à 630 A, un câble de 0,75 m de longueur ayant une section correspondant au courant assigné (voir Tableaux 11 et 12) doit être inséré dans le circuit d'essai. Une connexion inférieure à 0,75 m peut être utilisée à l'initiative du constructeur d'origine.

L'appareil de connexion doit être fermé et maintenu fermé comme en utilisation normale. La tension d'essai doit alors être appliquée une fois et,

- a) pendant un temps suffisamment long pour permettre au dispositif de protection contre les courts-circuits dans l'unité de départ de fonctionner pour éliminer le défaut et, dans tous les cas, pendant une durée qui ne soit pas inférieure à 10 périodes (durée de la tension d'essai), ou



- b) dans les cas où le circuit de départ ne contient pas de DPCC, avec l'amplitude et la durée spécifiée pour les jeux de barres par le constructeur d'origine. Les essais des circuits de départ peuvent également donner lieu au fonctionnement du DPCC du circuit d'arrivée.

#### **10.11.5.3.3 Circuit d'arrivée et jeux de barres principaux**

Les ENSEMBLES contenant des jeux de barres principaux doivent être soumis à l'essai pour vérifier la tenue aux courts-circuits des jeux de barres principaux et du circuit d'arrivée, y compris au moins une jonction lorsque les jeux de barres sont destinés à être extensibles. Le court-circuit doit être placé de façon que la longueur du jeu de barres principal comprise dans l'essai soit de  $(2 \pm 0,4)$  m. Pour la vérification du courant assigné de courte durée admissible (voir 5.3.4) et du courant assigné de crête admissible (voir 5.3.3), cette distance peut être augmentée et l'essai réalisé à toute tension convenable sous réserve que le courant d'essai soit égal à la valeur assignée (voir 10.11.5.4 b)). Lorsque la conception de l'ENSEMBLE est telle que la longueur des jeux de barres à soumettre à l'essai est inférieure à 1,6 m et que l'ENSEMBLE n'est pas destiné à recevoir une extension, alors c'est la longueur totale du jeu de barres qui doit être vérifiée par essai, le court-circuit étant réalisé à l'extrémité de ces jeux de barres. Si un système de jeux de barres se compose de différents tronçons (en ce qui concerne les sections, l'espacement entre conducteurs, le type et le nombre de supports par mètre), chaque tronçon doit être soumis à l'essai séparément ou conjointement, sous réserve que les conditions précisées ci-dessus soient satisfaites.

#### **10.11.5.3.4 Connexions en amont des unités de départ**

Lorsqu'un ENSEMBLE contient des conducteurs, y compris des jeux de barres de distribution, lorsqu'ils existent, entre un jeu de barres principal et l'amont des unités fonctionnelles de départ qui ne satisfont pas aux exigences de 8.6.4, un circuit de chaque type doit être soumis à un essai supplémentaire.

Un court-circuit est obtenu par des connexions boulonnées sur les conducteurs reliant les jeux de barres à une seule unité de départ, le plus près possible des bornes de l'unité de départ, côté jeu de barres. La valeur et la durée du courant de court-circuit doivent être les mêmes que celles applicables aux jeux de barres principaux.

#### **10.11.5.3.5 Conducteur neutre**

S'il existe un conducteur neutre dans un circuit, il doit être soumis à un essai de vérification de sa tenue aux courts-circuits par rapport au conducteur de phase le plus proche du circuit en essai y compris les jonctions éventuelles. Les connexions de court-circuit entre phase et neutre doivent être réalisées conformément aux exigences de 10.11.5.3.3.

Sauf accord contraire entre le constructeur d'origine et l'utilisateur, la valeur du courant d'essai dans le neutre doit au moins être égale à 60 % du courant de phase lors de l'essai en triphasé.

Il n'est pas nécessaire de réaliser l'essai s'il est prévu avec un courant de 60 % du courant de phase et si le conducteur neutre est:

- de la même forme et de la même section que les conducteurs de phase;
- équipé de supports identiques aux conducteurs de phase et pas plus espacés le long du conducteur que ceux des phases;
- au moins aussi espacé de la (des) phase(s) la (les) plus proche(s) que les phases entre elles;
- au moins aussi espacé des parties métalliques reliées à la terre que les conducteurs de phase.



EN 61439-1:2011

– 82 –

#### 10.11.5.4 Valeur et durée du courant de court-circuit

Pour toutes les caractéristiques assignées de tenue aux courts-circuits, les contraintes dynamiques et thermiques doivent être vérifiées avec, en amont du dispositif de protection spécifié, s'il y a lieu, un courant présumé égal au courant assigné de courte durée admissible, au courant assigné de crête admissible ou au courant assigné de court-circuit conditionnel spécifié par le constructeur d'origine.

Pour la vérification de toutes les caractéristiques assignées de tenue aux courts-circuits (voir 5.3.3 à 5.3.5 inclus), le courant de court-circuit présumé sous une tension d'essai égale à 1,05 fois la tension assignée d'emploi doit être déterminée à partir d'un oscillogramme d'étalonnage établi en court-circuitant les conducteurs d'alimentation de l'ENSEMBLE par une connexion d'impédance négligeable placée aussi près que possible de l'alimentation d'arrivée de l'ENSEMBLE. L'oscillogramme doit montrer qu'il y a un débit de courant constant et mesurable à l'instant correspondant à celui du fonctionnement du dispositif de protection incorporé à l'ENSEMBLE ou pendant la durée spécifiée (voir 9.3.2. a)).

La valeur du courant au cours de l'étalonnage est la moyenne des valeurs efficaces de la composante alternative dans toutes les phases. Lorsque les essais sont effectués à la tension maximale d'emploi, le courant d'étalonnage dans chaque phase doit être égal au courant assigné de court-circuit avec une tolérance de  $^{+5}_0$  % et le facteur de puissance doit avoir une

tolérance de  $\begin{matrix} 0,00 \\ -0,05 \end{matrix}$ .

Tous les essais doivent être effectués à la fréquence assignée de l'ENSEMBLE avec une tolérance de  $\pm 25$  % et au facteur de puissance correspondant au courant de court-circuit suivant le Tableau 7.

- a) Pour l'essai de tenue au courant assigné de court-circuit conditionnel  $I_{cc}$ , que les dispositifs de protection se trouvent dans le circuit d'arrivée de l'ENSEMBLE ou ailleurs, la tension d'essai doit être appliquée pendant un temps suffisamment long pour permettre aux dispositifs de protection contre les courts-circuits de fonctionner pour éliminer le défaut et, dans tous les cas, pendant une durée qui ne soit pas inférieure à 10 périodes. L'essai doit être réalisé à 1,05 fois la tension assignée d'emploi et avec un courant de court-circuit présumé, du côté amont du dispositif de protection spécifié, égal au courant assigné de court-circuit conditionnel. Des essais à des tensions inférieures ne sont pas autorisés.

NOTE En Afrique du Sud (ZA), le Code Electrique National SANS 10142-1, Paragraphe 6.8, exige que la tension d'alimentation soit égale à 1,1 fois la tension nominale lorsque la tension assignée d'emploi est inférieure ou égale à 500 V.

- b) Pour l'essai de tenue au courant assigné de courte durée admissible et de courant assigné de crête admissible, les contraintes dynamiques et thermiques doivent être vérifiées avec un courant présumé dont la valeur efficace et la valeur crête sont respectivement au moins égale au courant assigné de courte durée admissible et au courant assigné de crête admissible spécifiés. Le courant doit être appliqué pendant une durée spécifiée pendant laquelle la valeur efficace de sa composante alternative doit rester constante.

En cas de difficulté pour un laboratoire d'essai à réaliser les essais de tenue au courant de courte durée ou au courant de crête à la tension maximale d'emploi, il est admis d'effectuer les essais selon 10.11.5.3.3, 10.11.5.3.4 et 10.11.5.3.5 à toute tension convenable, avec l'accord du constructeur d'origine, le courant réel d'essai étant, dans ce cas, égal au courant assigné de courte durée ou au courant de crête admissible. Cela doit être indiqué dans le rapport d'essai. Si cependant, durant l'essai, une séparation momentanée des contacts se produit dans le dispositif de protection éventuel, l'essai doit être répété à la tension maximale d'emploi.



Si nécessaire, en raison des limites des moyens d'essai, une durée d'essai différente est admise; dans ce cas, il convient de modifier le courant d'essai selon la formule  $I^2t = \text{constante}$ , sous réserve que la valeur de crête ne dépasse pas le courant assigné de crête admissible sans le consentement du constructeur d'origine et que la valeur efficace ne soit pas inférieure au courant assigné de courte durée admissible sur au moins une phase pendant une durée d'au moins 0,1 s après l'apparition du courant.

L'essai de tenue au courant de crête et l'essai de tenue au courant de courte durée peuvent être séparés. Dans ce cas, la durée pendant laquelle le courant de court-circuit est appliqué pour l'essai de tenue au courant de crête doit être telle que la valeur  $I^2t$  ne soit pas plus grande que la valeur équivalente pour l'essai de tenue au courant de courte durée, mais soit au moins de trois périodes.

Lorsque le courant d'essai prescrit dans chaque phase ne peut être obtenu, il peut être admis de dépasser la tolérance d'essai positive avec l'accord du constructeur d'origine.

#### 10.11.5.5 Résultats à obtenir

Une déformation des jeux de barres et des conducteurs est admise après l'essai sous réserve que les distances d'isolement et les lignes de fuites spécifiées en 8.3 soient toujours respectées. En cas de doute, les distances d'isolement et les lignes de fuite doivent être mesurées (voir 10.4).

Les caractéristiques d'isolement doivent rester telles que les propriétés mécaniques et diélectriques de l'équipement satisfassent aux exigences de la norme d'ENSEMBLES applicable. Aucun isolateur ou support de jeu de barres ou passage de câble ne s'est cassé en plusieurs morceaux. Aucune fissure ne doit par ailleurs apparaître sur les côtés opposés d'un support, et aucune fissure, y compris de surface, ne doit apparaître sur toute la longueur ou la largeur du support. En cas de doute concernant le maintien des propriétés d'isolation de l'ENSEMBLE, un essai supplémentaire à la fréquence industrielle à deux fois  $U_e$  avec un minimum de 1 000 V doit être réalisé conformément à 10.9.2.

Aucun desserrage des parties utilisées pour le raccordement des conducteurs ne doit se produire et les conducteurs ne doivent pas être déconnectés des bornes de sortie.

Une déformation des jeux de barres ou du châssis de l'ENSEMBLE qui compromet son utilisation normale doit être considérée comme un défaut.

Toute déformation des jeux de barres ou du châssis de l'ENSEMBLE qui compromet l'insertion ou le retrait normal des parties amovibles doit être réputée comme étant un défaut.

La déformation de l'enveloppe ou des cloisons, barrières et obstacles internes due au court-circuit est admissible dans la mesure où le degré de protection n'est pas visiblement affecté et où les distances d'isolement ou les lignes de fuite ne sont pas réduites à des valeurs inférieures à celles spécifiées en 8.3. De plus, à l'issue des essais de 10.11.5.3 incorporant des dispositifs de protection contre les courts-circuits, le matériel contrôlé doit être capable de supporter l'essai diélectrique de 10.9.2 à la tension correspondant à la condition "après essai" prescrite pour l'essai de court-circuit approprié dans la norme de DPCC applicable, comme suit:

- a) entre toutes les parties actives et les masses de l'ENSEMBLE, et
- b) entre chaque pôle et tous les autres pôles raccordés aux masses de l'ENSEMBLE.

Si les essais a) et b) ci-dessus sont réalisés, ils doivent être effectués avec, le cas échéant, les fusibles remplacés et les organes de coupure fermés.

L'élément fusible (voir 10.11.5.2), le cas échéant, ne doit pas indiquer un courant de défaut.



EN 61439-1:2011

– 84 –

En cas de doute, il doit être vérifié que les appareils incorporés dans l'ENSEMBLE sont dans une condition identique à celle qui est prescrite dans les spécifications qui les concernent.

#### **10.11.5.6 Essais du circuit de protection**

##### **10.11.5.6.1 Généralités**

Cet essai ne s'applique pas aux circuits conformes à 10.11.2.

Une source d'essai monophasée doit être raccordée à la borne d'arrivée d'une phase et à la borne du conducteur de protection d'arrivée. Lorsque l'ENSEMBLE est équipé d'un conducteur de protection séparé, le conducteur de phase le plus proche doit être utilisé. Pour chaque unité de départ représentative, un essai distinct doit être effectué en réalisant, par une connexion boulonnée, un court-circuit entre la borne de phase de départ correspondante de cette unité et la borne du conducteur de protection de départ de ce circuit.

Chaque unité de départ soumise à l'essai doit être munie du dispositif de protection prévu. Lorsque des dispositifs de protection alternatifs peuvent être incorporés dans l'unité de départ, le dispositif de protection qui laisse passer les valeurs maximales du courant de crête et de  $I^2t$  doit être utilisé.

Pour cet essai, le châssis de l'ENSEMBLE doit être isolé de la terre. La tension d'essai doit être égale à 1,05 fois la valeur monophasée de la tension assignée d'emploi. Sauf accord contraire entre le constructeur d'origine et l'utilisateur, la valeur du courant d'essai dans le conducteur de protection doit correspondre à au moins 60 % du courant de phase lors de l'essai triphasé de l'ENSEMBLE.

NOTE En Afrique du Sud (ZA), le Code Electrique National SANS 10142-1, Paragraphe 6.8, exige que la tension d'alimentation soit égale à 1,1 fois la tension nominale lorsque la tension assignée d'emploi est inférieure ou égale à 500 V.

Toutes les autres conditions de cet essai doivent être analogues à celles de 10.11.5.2 à 10.11.5.4.

##### **10.11.5.6.2 Résultats à obtenir**

La continuité et la tenue aux courts-circuits du circuit de protection ne doivent pas être notablement affectées, que ce circuit soit un conducteur distinct ou le châssis. En plus d'un examen visuel, ce résultat peut être vérifié par des mesures avec un courant de l'ordre du courant assigné de l'unité de départ concernée. La déformation de l'enveloppe ou des cloisons, barrières et obstacles internes due au court-circuit est admissible dans la mesure où le degré de protection n'est pas visiblement affecté et que les distances d'isolement ou les lignes de fuite ne sont pas réduites à des valeurs inférieures à celles spécifiées en 8.3.

NOTE 1 Lorsque le châssis est utilisé comme conducteur de protection, des étincelles et des échauffements localisés sont permis aux jonctions d'assemblage, sous réserve que la continuité électrique ne soit pas compromise et que les parties inflammables adjacentes ne soient pas enflammées.

NOTE 2 La comparaison des résistances, mesurées avant et après l'exécution de l'essai, entre la borne du conducteur de protection d'arrivée et la borne du conducteur de protection de départ correspondante donne une indication de la conformité à cette condition.

#### **10.12 Compatibilité électromagnétique (CEM)**

Pour les essais en CEM, voir J.10.12.

#### **10.13 Fonctionnement mécanique**

Cet essai de vérification ne doit pas être réalisé sur les appareils (par exemple disjoncteur débouchable) d'un ENSEMBLE ayant subi préalablement des essais de type selon la norme de produit qui leur est applicable sauf si leur fonctionnement mécanique a été modifié par leur montage.





Pour les parties qui nécessitent une vérification par un essai (voir 8.1.5), le fonctionnement mécanique satisfaisant doit être vérifié après installation dans l'ENSEMBLE. Le nombre de cycles de manœuvres doit être égal à 200.

Au même moment, le fonctionnement des verrouillages mécaniques associés à ces mouvements doit être vérifié. L'essai est considéré comme satisfaisant si les appareils et les verrouillages sont toujours en état de bon fonctionnement, si le degré de protection spécifié etc., n'a pas été affecté et si l'effort nécessaire au fonctionnement est pratiquement le même qu'avant l'essai.

## **11 Vérification individuelle de série**

### **11.1 Généralités**

La vérification individuelle de série est destinée à détecter les défauts des matériaux et de la fabrication et de s'assurer du fonctionnement correct de l'ENSEMBLE fabriqué. Elle est réalisée sur chaque ENSEMBLE. Le constructeur d'ENSEMBLES doit déterminer si la vérification individuelle de série est réalisée pendant et/ou après la fabrication. Le cas échéant, la vérification individuelle de série doit s'assurer que la vérification de conception est disponible.

La vérification individuelle de série n'est pas nécessaire sur les appareils spécifiques et les composants indépendants incorporés dans l'ENSEMBLE lorsqu'ils ont été choisis conformément à 8.5.3 et installés conformément aux instructions de leurs constructeurs.

La vérification doit comprendre les catégories suivantes:

- a) Construction (voir 11.2 à 11.8):
  - 1) degré de protection procuré par les enveloppes;
  - 2) distances d'isolement et lignes de fuite;
  - 3) protection contre les chocs électriques et intégrité des circuits de protection;
  - 4) intégration de composants incorporés;
  - 5) circuits électriques internes et connexions;
  - 6) bornes pour conducteurs externes;
  - 7) fonctionnement mécanique.
- b) Performance (voir 11.9 à 11.10):
  - 1) propriétés diélectriques;
  - 2) câblage, fonctionnement électrique et fonction.

### **11.2 Degré de protection procuré par les enveloppes**

Un examen visuel est nécessaire pour s'assurer que les mesures prescrites pour atteindre le degré de protection déclaré sont respectées.

### **11.3 Distances d'isolement et lignes de fuite**

Lorsque les distances d'isolement:

- sont inférieures aux valeurs données dans le Tableau 1, un essai de tension de tenue aux chocs conforme à 10.9.3 doit être effectué;
- ne semblent pas, par un examen visuel, être supérieures aux valeurs données dans le Tableau 1 (voir 10.9.3.5), une vérification doit être effectuée par une mesure physique ou par un essai de tension de tenue aux chocs conformément à 10.9.3.



EN 61439-1:2011

– 86 –

Les mesures prescrites concernant les lignes de fuite (voir 8.3.3) doivent être soumises à un examen visuel. Lorsqu'un examen visuel n'est pas suffisant, la vérification doit être effectuée par une mesure physique.

#### **11.4 Protection contre les chocs électriques et intégrité des circuits de protection**

Les mesures de protection prescrites concernant la protection principale et la protection en cas de défaut (voir 8.4.2 et 8.4.3) doivent être soumises à un examen visuel.

Les circuits de protection doivent être vérifiés par un examen visuel pour s'assurer que les mesures prescrites en 8.4.3 sont satisfaites.

Le serrage des connexions vissées et boulonnées doit être vérifié aléatoirement par sondage.

#### **11.5 Intégration de composants incorporés**

L'installation et l'identification des composants incorporés doivent être conformes aux instructions de fabrication de l'ENSEMBLE.

#### **11.6 Circuits électriques internes et connexions**

Le serrage des connexions, notamment vissées et boulonnées, doit être vérifié par sondage de manière aléatoire.

Les conducteurs doivent être vérifiés conformément aux instructions de fabrication de l'ENSEMBLE.

#### **11.7 Bornes pour conducteurs externes**

Le nombre, le type et l'identification des bornes doivent être vérifiés conformément aux instructions de fabrication de l'ENSEMBLE.

#### **11.8 Fonctionnement mécanique**

Le bon fonctionnement des organes de commande mécaniques, des verrouillages et des dispositifs de blocage, y compris ceux associés aux parties amovibles, doit être vérifiée.

#### **11.9 Propriétés diélectriques**

Un essai de tenue à la fréquence industrielle doit être réalisé sur tous les circuits conformément à 10.9.1 et 10.9.2 mais pendant une durée de 1 s.

Il n'est pas nécessaire de réaliser cet essai sur les circuits auxiliaires:

- qui sont protégés par un dispositif de protection contre les courts-circuits dont le courant assigné ne dépasse pas 16 A;
- si un essai de fonctionnement électrique a été réalisé auparavant à la tension assignée d'emploi pour laquelle les circuits auxiliaires sont conçus.

En variante, pour les ENSEMBLES ayant une protection d'arrivée de courant assigné inférieur ou égal à 250 A, une mesure de la résistance d'isolement peut être effectuée en utilisant un dispositif de mesure de l'isolement à une tension d'au moins 500 V en courant continu.

Dans ce cas, l'essai est satisfaisant si la résistance d'isolement entre les circuits et les masses est au moins égale à 1 000  $\Omega/V$  en se référant à la tension d'alimentation de ces circuits par rapport à la terre.



### 11.10 Câblage, fonctionnement électrique et fonction

On doit vérifier que les informations et les marquages spécifiés à l'Article 6 sont complets.

En fonction de la complexité de l'ENSEMBLE, il peut être nécessaire d'examiner le câblage et de réaliser un essai de fonctionnement électrique. La procédure d'essai et le nombre d'essais dépendent de la présence ou non dans l'ENSEMBLE de verrouillages, de séquences de commande compliqués, etc.

NOTE Dans certains cas, il peut être nécessaire de réaliser ou de répéter cet essai sur site avant la mise en service de l'installation.

**Tableau 1 – Distances minimales d'isolement dans l'air <sup>a</sup> (8.3.2)**

| Tension assignée de tenue aux chocs<br>$U_{imp}$<br>kV                                    | Distance minimale d'isolement<br>mm |
|---|-------------------------------------|
| ≤ 2,5   | 1,5                                 |
| 4,0   | 3,0                                 |
| 6,0   | 5,5                                 |
| 8,0   | 8,0                                 |
| 12,0  | 14,0                                |
| <sup>a</sup> Sur la base des conditions de champ non homogène et du degré de pollution 3. |                                     |

**Tableau 2 – Lignes de fuite minimales (8.3.3)**

| Tension assignée d'isolement $U_i$ | Ligne de fuite minimale<br>mm    |                                  |     |              |                                  |     |      |              |
|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----|--------------|----------------------------------|-----|------|--------------|
|                                    | Degré de pollution               |                                  |     |              |                                  |     |      |              |
|                                    | 1                                | 2                                |     |              | 3                                |     |      |              |
|                                    | Groupe de matériaux <sup>c</sup> | Groupe de matériaux <sup>c</sup> |     |              | Groupe de matériaux <sup>c</sup> |     |      |              |
|                                    | Tous les groupes de matériaux    | I                                | II  | IIIa et IIIb | I                                | II  | IIIa | IIIb         |
| 32                                 | 1,5                              | 1,5                              | 1,5 | 1,5          | 1,5                              | 1,5 | 1,5  | 1,5          |
| 40                                 | 1,5                              | 1,5                              | 1,5 | 1,5          | 1,5                              | 1,6 | 1,8  | 1,8          |
| 50                                 | 1,5                              | 1,5                              | 1,5 | 1,5          | 1,5                              | 1,7 | 1,9  | 1,9          |
| 63                                 | 1,5                              | 1,5                              | 1,5 | 1,5          | 1,6                              | 1,8 | 2    | 2            |
| 80                                 | 1,5                              | 1,5                              | 1,5 | 1,5          | 1,7                              | 1,9 | 2,1  | 2,1          |
| 100                                | 1,5                              | 1,5                              | 1,5 | 1,5          | 1,8                              | 2   | 2,2  | 2,2          |
| 125                                | 1,5                              | 1,5                              | 1,5 | 1,5          | 1,9                              | 2,1 | 2,4  | 2,4          |
| 160                                | 1,5                              | 1,5                              | 1,5 | 1,6          | 2                                | 2,2 | 2,5  | 2,5          |
| 200                                | 1,5                              | 1,5                              | 1,5 | 2            | 2,5                              | 2,8 | 3,2  | 3,2          |
| 250                                | 1,5                              | 1,5                              | 1,8 | 2,5          | 3,2                              | 3,6 | 4    | 4            |
| 320                                | 1,5                              | 1,6                              | 2,2 | 3,2          | 4                                | 4,5 | 5    | 5            |
| 400                                | 1,5                              | 2                                | 2,8 | 4            | 5                                | 5,6 | 6,3  | 6,3          |
| 500                                | 1,5                              | 2,5                              | 3,6 | 5            | 6,3                              | 7,1 | 8,0  | 8,0          |
| 630                                | 1,8                              | 3,2                              | 4,5 | 6,3          | 8                                | 9   | 10   | 10           |
| 800                                | 2,4                              | 4                                | 5,6 | 8            | 10                               | 11  | 12,5 | <sup>a</sup> |
| 1 000                              | 3,2                              | 5                                | 7,1 | 10           | 12,5                             | 14  | 16   |              |
| 1 250                              | 4,2                              | 6,3                              | 9   | 12,5         | 16                               | 18  | 20   |              |
| 1 600                              | 5,6                              | 8                                | 11  | 16           | 20                               | 22  | 25   |              |

NOTE 1 Les valeurs de l'IRC se réfèrent aux valeurs obtenues suivant la méthode A de la CEI 60112:2003, pour le matériau isolant utilisé.

NOTE 2 Valeurs issues de la CEI 60664-1 mais assurant une valeur minimale de 1,5 mm.

- a Une isolation du groupe de matériaux IIIb n'est pas recommandée pour le degré de pollution 3 au-delà de 630 V.
- b A titre exceptionnel, pour les tensions assignées d'isolement 127, 208, 415, 440, 660/690 et 830 V, les lignes de fuite correspondant aux valeurs inférieures 125, 200, 400, 630 et 800 V peuvent être utilisées.
- c Les groupes de matériaux sont classés comme suit, suivant le domaine de valeurs de l'indice de résistance au cheminement (IRC) (voir 3.6.16):
- Groupe de matériaux I  $600 \leq \text{IRC}$
  - Groupe de matériaux II  $400 \leq \text{IRC} < 600$
  - Groupe de matériaux IIIa  $175 \leq \text{IRC} < 400$
  - Groupe de matériaux IIIb  $100 \leq \text{IRC} < 175$

**Tableau 3 – Section du conducteur de protection en cuivre (8.4.3.2.2)**

| Courant assigné d'emploi $I_e$<br>A  | Section minimale d'un<br>conducteur de protection<br>mm <sup>2</sup> |
|--|--|
| $I_e \leq 20$  | $S^a$  |
| $20 < I_e \leq 25$   | 2,5  |
| $25 < I_e \leq 32$   | 4  |
| $32 < I_e \leq 63$   | 6  |
| $63 < I_e$   | 10   |
| <sup>a</sup> $S$ est la section du conducteur de phase (mm <sup>2</sup> ). |  |

**Tableau 4 – Choix des conducteurs et exigences d'installation (8.6.4)**

| Type de conducteur   | Exigences   |
|--|---|
| Conducteurs nus ou conducteurs à âme unique avec isolation principale, par exemple, câbles selon la CEI 60227-3  | Le contact mutuel ou le contact avec les parties conductrices doit être évité, par exemple en utilisant des séparateurs   |
| Conducteurs à âme unique avec isolation principale et une température maximale admissible pour l'utilisation du conducteur égale à au moins 90 °C, par exemple, câbles selon la CEI 60245-3, ou câbles thermoplastiques isolés au PVC, résistant à la chaleur selon la CEI 60227-3 | Le contact mutuel ou le contact avec les parties conductrices est permis s'il n'y a pas d'application de pression externe. Le contact avec des arêtes vives doit être évité.<br><br>Ces conducteurs doivent être chargés de façon que la température de fonctionnement ne soit pas supérieure à 80 % de la température maximale admissible pour l'utilisation du conducteur |
| Conducteurs à isolation principale, par exemple câbles selon la CEI 60227-3, ayant une isolation secondaire supplémentaire, par exemple, câbles recouverts individuellement de manchons rétractables ou posés individuellement dans des conduits en matière plastique              | Pas d'exigences complémentaires   |
| Conducteurs isolés par un matériau ayant une très grande résistance mécanique, par exemple, isolation à l'éthylène-tétrafluoroéthylène (ETFE), ou conducteurs à double isolation avec gaine externe renforcée pour utilisation jusqu'à 3 kV, par exemple câbles selon la CEI 60502 |   |
| Câbles sous gaine mono- ou multi-conducteurs, par exemple câbles selon la CEI 60245-4 ou selon la CEI 60227-4  |   |



**Tableau 5 – Capacité minimale des bornes des conducteurs de protection en cuivre (PE, PEN) (8.8)**

| Section des conducteurs de phase $S$<br>mm <sup>2</sup> | Section minimale du conducteur de protection correspondant (PE, PEN)<br>$S_p^a$<br>mm <sup>2</sup> |
|---|--|
| $S \leq 16$   | $S$  |
| $16 < S \leq 35$  | 16   |
| $35 < S \leq 400$                                       | $S/2$  |
| $400 < S \leq 800$                                      | 200  |
| $800 < S$   | $S/4$  |

<sup>a</sup> Le courant du conducteur neutre peut être influencé lorsqu'il existe des harmoniques importants dans la charge. Voir 8.6.1.

**Tableau 6 – Limites d'échauffement (9.2)**

| Parties des ENSEMBLES  | Echauffement<br>K  |
|--|--|
| Composants incorporés <sup>a</sup>   | Conformément aux exigences correspondantes des normes de produits pour les constituants eux-mêmes ou conformément aux instructions du constructeur de composants <sup>f</sup> , compte tenu de la température à l'intérieur de l'ENSEMBLE  |
| Bornes pour conducteurs externes isolés  | 70 <sup>b</sup>  |
| Jeux de barres et conducteurs  | Limités par <sup>f</sup> :<br><ul style="list-style-type: none"> <li>– la résistance mécanique du matériau conducteur <sup>g</sup>;</li> <li>– l'influence éventuelle sur le matériel voisin;</li> <li>– la limite de température admissible des matériaux isolants en contact avec le conducteur;</li> <li>– l'influence de la température du conducteur sur les appareils qui lui sont raccordés;</li> <li>– pour les contacts embrochables, par la nature et le traitement de surface du matériau du contact</li> </ul> |
| Organes manuels de commande:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>– en métal</li> <li>– en matériau isolant</li> </ul>                            | 15 <sup>c</sup><br>25 <sup>c</sup>   |
| Enveloppes et panneaux externes accessibles:<br><ul style="list-style-type: none"> <li>– surfaces métalliques</li> <li>– surfaces isolantes</li> </ul> | 30 <sup>d</sup><br>40 <sup>d</sup>   |
| Dispositions particulières de raccordement du type à prise et à fiche  | Déterminé par la limite de température des composants des équipements liés dont ils font partie <sup>e</sup>   |

NOTE 1 L'échauffement de 105 K est lié à la température au-dessus de laquelle un recuit du cuivre est susceptible de se produire. D'autres matériaux peuvent présenter un échauffement maximal différent.

NOTE 2 Les limites d'échauffement données dans ce tableau s'appliquent à une température moyenne de l'air ambiant jusqu'à 35 °C dans les conditions de service (voir 7.1). Au cours de la vérification, une température de l'air ambiant différente est admissible (voir 10.10.2.3.4).

- <sup>a</sup> L'expression « composant incorporé » signifie:
- appareillage conventionnel;
  - sous-ensembles électroniques (par exemple, pont redresseur, circuit imprimé);
  - parties de l'équipement (par exemple, régulateur, alimentation de puissance stabilisée, amplificateur opérationnel).
- <sup>b</sup> La limite d'échauffement de 70 K est une valeur fondée sur l'essai conventionnel de 10.10. Un ENSEMBLE utilisé ou soumis à l'essai dans les conditions d'installation peut avoir des raccordements dont le type, la nature et la disposition ne sont pas les mêmes que ceux adoptés pour l'essai, et un échauffement différent des bornes peut en résulter et être demandé ou accepté. Lorsque les bornes du composant incorporé sont aussi les bornes de conducteurs isolés externes, la plus basse des limites d'échauffement correspondantes doit être appliquée. La limite d'échauffement est la valeur la plus basse de l'échauffement maximal spécifié par le constructeur des composants et 70 K. En l'absence d'instructions du constructeur, il s'agit de la limite spécifiée par la norme relative au composant incorporé, sans toutefois dépasser 70 K.
- <sup>c</sup> Pour les organes manuels de commande à l'intérieur des ENSEMBLES qui ne sont accessibles qu'après ouverture de l'ENSEMBLE, par exemple, poignées de débrogage qui ne sont pas utilisées fréquemment, on peut admettre que les limites d'échauffement soient augmentées de 25 K.
- <sup>d</sup> Sauf spécification contraire, dans le cas de panneaux et d'enveloppes qui sont accessibles mais qui ne doivent pas être touchés en service normal, on peut admettre que les limites d'échauffement soient augmentées de 10 K. Les surfaces externes et les parties situées à plus de 2 m de la base de l'ENSEMBLE sont considérées comme inaccessibles.
- <sup>e</sup> Cela permet un certain degré de souplesse vis-à-vis du matériel (par exemple, dispositifs électroniques) ayant des limites d'échauffement différentes de celles qui sont normalement associées à l'appareillage.
- <sup>f</sup> Pour les essais d'échauffement selon 10.10, les limites d'échauffement doivent être spécifiées par le constructeur d'origine en tenant compte de tout point de mesure supplémentaire et des limites imposées par le constructeur du composant.
- <sup>g</sup> En admettant que tous les autres critères énumérés sont satisfaits, l'échauffement maximal pour les jeux de barres et conducteurs en cuivre nu ne doit pas dépasser 105 K.

**Tableau 7 – Valeurs pour le facteur  $n$  <sup>a</sup> (9.3.3)**

| valeur efficace du courant de court-circuit<br>kA | $\cos \varphi$ | $n$ |
|---|----------------|-----|
| $I \leq 5$  | 0,7            | 1,5 |
| $5 < I \leq 10$                                   | 0,5            | 1,7 |
| $10 < I \leq 20$                                  | 0,3            | 2   |
| $20 < I \leq 50$                                  | 0,25           | 2,1 |
| $50 < I$  | 0,2            | 2,2 |

<sup>a</sup> Les valeurs de ce tableau représentent la majorité des réalisations. Dans des emplacements particuliers, par exemple, à proximité de transformateurs ou de générateurs, le facteur de puissance peut atteindre des valeurs plus faibles, le courant de crête maximal présumé pouvant par ailleurs devenir la valeur limite au lieu de la valeur efficace du courant de court-circuit.



**Tableau 8 – Tension de tenue à fréquence industrielle  
pour les circuits principaux (10.9.2)**

| Tension assignée d'isolement<br>$U_i$<br>(entre phases c.a. ou c.c.)<br>V | Tension d'essai diélectrique<br>c.a.<br>efficace<br>V | Tension d'essai diélectrique <sup>b</sup><br>c.c.<br>V |
|---|---|--|
| $U_i \leq 60$   | 1 000   | 1 415  |
| $60 < U_i \leq 300$   | 1 500   | 2 120  |
| $300 < U_i \leq 690$  | 1 890   | 2 670  |
| $690 < U_i \leq 800$  | 2 000   | 2 830  |
| $800 < U_i \leq 1 000$  | 2 200   | 3 110  |
| $1 000 < U_i \leq 1 500$ <sup>a</sup>                                     | -   | 3 820  |

<sup>a</sup> Pour courant continu uniquement.

<sup>b</sup> Tensions d'essai fondées sur 6.1.3.4.1, cinquième alinéa, de la CEI 60664-1.

**Tableau 9 – Tension de tenue à fréquence industrielle pour les circuits auxiliaires  
et de commande (10.9.2)**

| Tension assignée d'isolement $U_i$<br>(entre phases)<br>V | Tension de l'essai diélectrique<br>c.a.<br>efficace<br>V |
|---|--|
| $U_i \leq 12$   | 250  |
| $12 < U_i \leq 60$  | 500  |
| $60 < U_i$  | Voir Tableau 8   |

**Tableau 10 – Tensions d'essai de tenue aux chocs (10.9.3)**

| Tension<br>assignée de<br>tenue aux<br>chocs<br>$U_{imn}$<br>kV | Tensions d'essai et altitudes correspondantes pendant l'essai |       |       |         |         |                        |       |       |         |         |
|---|---|-------|-------|---------|---------|------------------------|-------|-------|---------|---------|
|   | $U_{1,2/50}$ , c.a., valeur de crête et c.c.<br>kV            |       |       |         |         | c.a. efficace<br>kV    |       |       |         |         |
|   | Niveau<br>de la<br>mer  | 200 m | 500 m | 1 000 m | 2 000 m | Niveau<br>de la<br>mer | 200 m | 500 m | 1 000 m | 2 000 m |
| 2,5   | 2,95  | 2,8   | 2,8   | 2,7     | 2,5     | 2,1                    | 2,0   | 2,0   | 1,9     | 1,8     |
| 4,0   | 4,8   | 4,8   | 4,7   | 4,4     | 4,0     | 3,4                    | 3,4   | 3,3   | 3,1     | 2,8     |
| 6,0   | 7,3   | 7,2   | 7,0   | 6,7     | 6,0     | 5,1                    | 5,1   | 5,0   | 4,7     | 4,2     |
| 8,0   | 9,8   | 9,6   | 9,3   | 9,0     | 8,0     | 6,9                    | 6,8   | 6,6   | 6,4     | 5,7     |
| 12,0  | 14,8  | 14,5  | 14,0  | 13,3    | 12,0    | 10,5                   | 10,3  | 9,9   | 9,4     | 8,5     |

**Tableau 11 – Conducteurs d'essai en cuivre pour courants assignés jusqu'à 400 A inclus (10.10.2.3.2)**

| Plage de courant assignée <sup>a</sup> |     | Section de conducteur <sup>b, c</sup> |         |
|--|-----|---------------------------------------|---------|
|  |     | mm <sup>2</sup>                       | AWG/MCM |
| 0                                      | 8   | 1,0                                   | 18      |
| 8                                      | 12  | 1,5                                   | 16      |
| 12                                     | 15  | 2,5                                   | 14      |
| 15                                     | 20  | 2,5                                   | 12      |
| 20                                     | 25  | 4,0                                   | 10      |
| 25                                     | 32  | 6,0                                   | 10      |
| 32                                     | 50  | 10                                    | 8       |
| 50                                     | 65  | 16                                    | 6       |
| 65                                     | 85  | 25                                    | 4       |
| 85                                     | 100 | 35                                    | 3       |
| 100                                    | 115 | 35                                    | 2       |
| 115                                    | 130 | 50                                    | 1       |
| 130                                    | 150 | 50                                    | 0       |
| 150                                    | 175 | 70                                    | 00      |
| 175                                    | 200 | 95                                    | 000     |
| 200                                    | 225 | 95                                    | 0000    |
| 225                                    | 250 | 120                                   | 250     |
| 250                                    | 275 | 150                                   | 300     |
| 275                                    | 300 | 185                                   | 350     |
| 300                                    | 350 | 185                                   | 400     |
| 350                                    | 400 | 240                                   | 500     |

<sup>a</sup> La valeur du courant assigné doit être supérieure à la première valeur de la première colonne et inférieure ou égale à la deuxième valeur de cette colonne.

<sup>b</sup> Pour faciliter les essais et avec l'accord du constructeur, des conducteurs d'essai de sections inférieures à celles indiquées pour un courant assigné déterminé peuvent être utilisés.

<sup>c</sup> L'un ou l'autre des deux conducteurs spécifiés peut être utilisé.

**Tableau 12 – Conducteurs d'essai en cuivre pour courants assignés de 400 A à 4 000 A (10.10.2.3.2)**

| Domaine de courant assigné <sup>a</sup> | Conducteurs d'essai |                         |                               |                       |
|---|---------------------|-------------------------|-------------------------------|-----------------------|
|   | Câbles              |                         | Barres de cuivre <sup>b</sup> |                       |
|   | Quantité            | Section mm <sup>2</sup> | Quantité                      | Dimensions mm (W × D) |
| 400 à 500                               | 2                   | 150                     | 2                             | 30 × 5                |
| 500 à 630                               | 2                   | 185                     | 2                             | 40 × 5                |
| 630 à 800                               | 2                   | 240                     | 2                             | 50 × 5                |
| 800 à 1 000                             |                     |                         | 2                             | 60 × 5                |
| 1 000 à 1 250                           |                     |                         | 2                             | 80 × 5                |
| 1 250 à 1 600                           |                     |                         | 2                             | 100 × 5               |
| 1 600 à 2 000                           |                     |                         | 3                             | 100 × 5               |
| 2 000 à 2 500                           |                     |                         | 4                             | 100 × 5               |
| 2 500 à 3 150                           |                     |                         | 3                             | 100 × 10              |
| 3 150 à 4 000                           |                     |                         | 4                             | 100 × 10              |

<sup>a</sup> La valeur du courant assigné doit être supérieure à la première valeur et inférieure ou égale à la seconde.

<sup>b</sup> Les barres sont supposées être montées avec leurs faces longues (W) verticales. Des montages avec les faces longues horizontales peuvent être utilisés si le constructeur le spécifie. Les barres peuvent être peintes.





**Tableau 13 – Vérification de la tenue aux courts-circuits par comparaison avec une conception de référence: liste de contrôle (10.5.3.3, 10.11.3 et 10.11.4)**

| N°  | Exigences à prendre en considération   | OUI | NON |
|---|--|-----|-----|
| 1   | La tenue assignée aux courts-circuits de chaque circuit de l'ENSEMBLE à évaluer est-elle inférieure ou égale à celle de la conception de référence ?   |     |     |
| 2   | Les dimensions des sections des jeux de barres et des connexions de chaque circuit de l'ENSEMBLE à évaluer sont-elles supérieures ou égales à celles de la conception de référence ?   |     |     |
| 3   | L'espacement des jeux de barres et des connexions de chaque circuit de l'ENSEMBLE à évaluer est-il supérieur ou égal à celui de la conception de référence ?   |     |     |
| 4   | Les supports des jeux de barres de chaque circuit de l'ENSEMBLE à évaluer sont-ils du même type, de la même forme et du même matériau et ont-ils le même espacement ou un espacement plus faible sur la longueur du jeu de barres que la conception de référence ?<br><br>La structure de montage des supports du jeu de barres a-t-elle la même conception et la même résistance mécanique ?                          |     |     |
| 5   | Les matériaux et les propriétés des matériaux des conducteurs de chaque circuit de l'ENSEMBLE à évaluer sont-ils les mêmes que ceux de la conception de référence ?  |     |     |
| 6   | Les dispositifs de protection contre les courts-circuits de chaque circuit de l'ENSEMBLE à évaluer sont-ils identiques dans leur fabrication, leur réalisation et leur type <sup>a</sup> avec les mêmes caractéristiques de limitation ou des caractéristiques supérieures ( $I^2t$ , $I_{pk}$ ) fondées sur les données du constructeur des dispositifs, et avec la même disposition que la conception de référence ? |     |     |
| 7   | La longueur des conducteurs actifs non protégés, conformes à 8.6.4, de chaque circuit non protégé de l'ENSEMBLE à évaluer est-elle inférieure ou égale à celle de la conception de référence ?   |     |     |
| 8   | Si l'ENSEMBLE à évaluer comporte une enveloppe, la conception de référence incluait-elle une enveloppe lorsqu'elle a été vérifiée par essai ?  |     |     |
| 9   | L'enveloppe de l'ENSEMBLE à évaluer est-elle de la même conception, du même type et a-t-elle au moins les mêmes dimensions que celles de la conception de référence ?  |     |     |
| 10  | Les compartiments de chaque circuit de l'ENSEMBLE à évaluer ont-ils la même conception mécanique et au moins les mêmes dimensions que celles de la conception de référence ?   |     |     |
| « OUI » pour toutes les exigences – aucune vérification supplémentaire n'est nécessaire.  |  |     |     |
| « NON » pour une exigence quelconque – une vérification supplémentaire est nécessaire.  |  |     |     |
| <sup>a</sup> Les dispositifs de protection contre les courts-circuits de la même fabrication mais d'une série différente peuvent être considérés équivalents lorsque le constructeur de dispositifs déclare des caractéristiques de performance identiques ou meilleures à tout point de vue que les séries utilisées pour la vérification, par exemple, le pouvoir de coupure et les caractéristiques de limitation ( $I^2t$ , $I_{pk}$ ) ainsi que les distances critiques. |  |     |     |

**Tableau 14 – Relation entre le courant de défaut présumé et le diamètre du fil de cuivre**

| Diamètre du fil de cuivre<br>mm | Courant de défaut présumé dans le<br>circuit de l'élément fusible<br>A |
|---------------------------------|--|
| 0,1                             | 50   |
| 0,2                             | 150  |
| 0,3                             | 300  |
| 0,4                             | 500  |
| 0,5                             | 800  |
| 0,8                             | 1 500  |

## Annexe A (normative)

### Sections minimale et maximale des conducteurs de cuivre convenant au raccordement aux bornes pour conducteurs externes (voir 8.8)

Le Tableau A.1 suivant s'applique au raccordement d'un câble en cuivre par borne.

**Tableau A.1 – Section des conducteurs de cuivre convenant au raccordement  
aux bornes pour conducteurs externes**

| Courant assigné | Conducteurs à âme massive ou à âme câblée |      | Conducteurs souples |      |
|-----------------|---|------|---------------------|------|
|                 | Sections                                  |      | Sections            |      |
|                 | min.                                      | max. | min.                | max. |
| A               | mm <sup>2</sup>                           |      | mm <sup>2</sup>     |      |
| 6               | 0,75                                      | 1,5  | 0,5                 | 1,5  |
| 8               | 1   | 2,5  | 0,75                | 2,5  |
| 10              | 1   | 2,5  | 0,75                | 2,5  |
| 13              | 1   | 2,5  | 0,75                | 2,5  |
| 16              | 1,5                                       | 4    | 1                   | 4    |
| 20              | 1,5                                       | 6    | 1                   | 4    |
| 25              | 2,5                                       | 6    | 1,5                 | 4    |
| 32              | 2,5                                       | 10   | 1,5                 | 6    |
| 40              | 4   | 16   | 2,5                 | 10   |
| 63              | 6   | 25   | 6                   | 16   |
| 80              | 10  | 35   | 10                  | 25   |
| 100             | 16  | 50   | 16                  | 35   |
| 125             | 25  | 70   | 25                  | 50   |
| 160             | 35  | 95   | 35                  | 70   |
| 200             | 50  | 120  | 50                  | 95   |
| 250             | 70  | 150  | 70                  | 120  |
| 315             | 95  | 240  | 95                  | 185  |

Si les conducteurs externes sont raccordés directement aux appareils incorporés, les sections indiquées dans les spécifications correspondantes sont applicables.

Dans les cas où il est nécessaire d'utiliser des conducteurs de sections différentes de celles indiquées dans le tableau, un accord spécial doit être trouvé entre le constructeur d'ENSEMBLES et l'utilisateur.



## Annexe B (normative)

### Méthode de calcul de la section des conducteurs de protection par rapport aux contraintes thermiques occasionnées par les courants de courte durée

La formule suivante doit être utilisée pour calculer la section des conducteurs de protection nécessaires pour supporter les contraintes thermiques occasionnées par des courants d'une durée de l'ordre de 0,2 s à 5 s.

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}$$

où

$S_p$  est la section, en millimètres carrés;

$I$  est la valeur (efficace) du courant de défaut en courant alternatif qui peut traverser le dispositif de protection pour un défaut d'impédance négligeable, en ampères;

$t$  est le temps de fonctionnement du dispositif de coupure, en secondes;

NOTE Il convient de tenir compte de l'effet de limitation du courant par les impédances du circuit et du pouvoir limiteur (intégrale de Joule) du dispositif de protection.

$k$  est le facteur dont la valeur dépend du matériau du conducteur de protection, des isolations et des autres parties, ainsi que des températures initiale et finale, voir Tableau B.1.

**Tableau B.1 – Valeurs de  $k$  pour les conducteurs de protection isolés  
non incorporés aux câbles, ou pour les conducteurs de protection nus  
en contact avec le revêtement des câbles**

|   | Isolation du conducteur de protection ou du revêtement de câble |                                |                   |
|---|---|--------------------------------|-------------------|
|   | Thermoplastique (PVC)   | XLPE<br>EPR<br>Conducteurs nus | Caoutchouc butyle |
| Température finale  | 160 °C  | 250 °C                         | 220 °C            |
|   | Facteur $k$   |                                |                   |
| Matériau du conducteur:   |   |                                |                   |
| Cuivre  | 143   | 176                            | 166               |
| Aluminium   | 95  | 116                            | 110               |
| Acier   | 52  | 64                             | 60                |
| La température initiale du conducteur est supposée être de 30 °C. |   |                                |                   |

Des renseignements plus détaillés sont donnés dans la CEI 60364-5-54.



EN 61439-1:2011

– 96 –

## Annexe C (informative)

### Modèle d'information de l'utilisateur

Cette annexe est prévue comme un modèle pour identifier les données nécessaires au constructeur d'ENSEMBLES et qui doivent être fournis par l'utilisateur.

Ce modèle est destiné à être utilisé et développé dans les normes d'ENSEMBLES spécifiques.

**Tableau C.1 – Modèle**

| Caractéristiques   | Article ou paragraphe de référence         | Configuration par défaut <sup>b</sup>                              | Options énumérées dans la norme              | Exigence de l'utilisateur <sup>a</sup> |
|--|--|--|--|--|
| <b>Système électrique</b>  |  |  |  |  |
| Installation de mise à la terre  | 5.6, 8.4.3.1, 8.4.3.2.3, 8.6.2, 10.5, 11.4 | Norme du constructeur, choisie pour répondre aux exigences locales | TT / TN-C / TN-C-S / IT, TN-S                |  |
| Tension nominale (V)   | 3.8.9.1, 5.2.1, 8.5.3                      | Selon les conditions d'installation locales                        | 1 000 V c.a. max. ou 1 500 V c.c.            |  |
| Surtensions transitoires   | 5.2.4, 8.5.3, 9.1, Annexe G                | Déterminé par le système électrique                                | Catégorie de surtension<br>I / II / III / IV |  |
| Surtensions temporaires  | 9.1  | Tension réseau nominale + 1 200 V                                  | Aucune                                       |  |
| Fréquence assignée $f_n$ (Hz)  | 3.8.12, 5.5, 8.5.3, 10.10.2.3, 10.11.5.4   | Selon les conditions d'installation locales                        | c.c./50 Hz/60 Hz                             |  |
| Exigences d'essai sur site supplémentaires: câblage et fonctionnement électrique   | 11.10                                      | Norme du constructeur, selon l'application                         | Aucune                                       |  |
| <b>Tenue aux courts-circuits</b>   |  |  |  |  |
| Courant de court-circuit présumé aux bornes d'alimentation $I_{cp}$ (kA)   | 3.8.7                                      | Déterminé par le système électrique                                | Aucune                                       |  |
| Courant de court-circuit présumé dans le neutre  | 10.11.5.3.5                                | Max. 60 % des valeurs pour les phases                              | Aucune                                       |  |
| Courant de court-circuit présumé dans le circuit de protection   | 10.11.5.6                                  | Max. 60 % des valeurs pour les phases                              | Aucune                                       |  |
| Exigence relative à la présence d'un DPCC dans l'unité fonctionnelle d'arrivée   | 9.3.2                                      | Selon les conditions d'installation locales                        | Oui / Non                                    |  |
| Coordination des dispositifs de protection contre les courts-circuits y compris les informations relatives au dispositif de protection externe contre les courts-circuits. | 9.3.4                                      | Selon les conditions d'installation locales                        | Aucune                                       |  |
| Données associées à des charges susceptibles de contribuer au courant de court-circuit   | 9.3.2                                      | Aucune charge susceptible de contribuer significativement          | Aucune                                       |  |
| <b>Protection des personnes contre les chocs électriques conformément à la CEI 60364-4-41</b>  |  |  |  |  |



| Caractéristiques  | Article ou paragraphe de référence | Configuration par défaut <sup>b</sup>                   | Options énumérées dans la norme  | Exigence de l'utilisateur <sup>a</sup> |
|---|------------------------------------|---|--|--|
| Type de protection contre les chocs électriques – Protection principale (protection contre le contact direct)   | 8.4.2                              | Protection principale                                   | Selon les règles d'installation locales  |  |
| Type de protection contre les chocs électriques – Protection en cas de défaut (protection contre le contact indirect)   | 8.4.3                              | Selon les conditions d'installation locales             | Coupe automatique de l'alimentation / Séparation électrique / Sectionnement total  |  |
| <b>Environnement de l'installation</b>  |                                    |   |  |  |
| Type d'emplacement  | 3.5, 8.1.4, 8.2                    | Norme du constructeur, selon l'application              | Intérieur / extérieur  |  |
| Protection contre la pénétration de corps étrangers solides et l'infiltration d'eau   | 8.2.2, 8.2.3                       | Intérieur (fermé): IP 2X<br>Extérieur (min.): IP 23     | IP 00, 2X, 3X, 4X, 5X, 6X<br>Après retrait des parties amovibles:<br>Comme dans le cas d'une position raccordée / Protection réduite conforme à la norme du constructeur |  |
| Impact mécanique externe (IK)   | 8.2.1, 10.2.6                      | Aucune  | Aucune   |  |
| Résistance aux rayonnements UV (s'applique uniquement aux ensembles extérieurs, sauf spécification contraire)   | 10.2.4                             | Intérieur: Non applicable.<br>Extérieur: Climat tempéré | Aucune   |  |
| Résistance à la corrosion   | 10.2.2                             | Installations intérieures/ extérieures normales         | Aucune   |  |
| Température de l'air ambiant – Limite inférieure  | 7.1.1                              | Intérieur: –5 °C<br>Extérieur: –25 °C                   | Aucune   |  |
| Température de l'air ambiant – Limite supérieure  | 7.1.1                              | 40 °C   | Aucune   |  |
| Température de l'air ambiant – Moyenne journalière maximale   | 7.1.1, 9.2                         | 35 °C   | Aucune   |  |
| Humidité relative maximale  | 7.1.2                              | Intérieur: 50 % à 40 °C<br>Extérieur: 100 % à 25 °C     | Aucune   |  |
| Degré de pollution (de l'environnement d'installation)  | 7.1.3                              | Industriel: 3   | 1, 2, 3, 4   |  |
| Altitude  | 7.1.4                              | ≤ 2 000 m   | Aucune   |  |
| Environnement CEM (A ou B)  | 9.4, 10.12, Annexe J               | A/B   | A/B  |  |
| Conditions spéciales d'emploi (par exemple, les vibrations, une condensation exceptionnelle, une forte pollution, un environnement corrosif, des champs électriques | 7.2, 8.5.4, 9.3.3<br>Tableau 7     | Aucune condition spéciale d'emploi                      | Aucune   |  |

EN 61439-1:2011

– 98 –



| Caractéristiques   | Article ou paragraphe de référence | Configuration par défaut <sup>b</sup>      | Options énumérées dans la norme                | Exigence de l'utilisateur <sup>a</sup> |
|--|------------------------------------|--|--|--|
| ou magnétiques élevés, des moisissures, de petits animaux, des dangers d'explosion, de forts chocs et vibrations, des séismes)   |                                    |  |  |  |
| <b>Méthode d'installation</b>  |                                    |  |  |  |
| Type   | 3.3, 5.6                           | Norme du constructeur                      | Divers, par exemple, piètement / montage mural |  |
| Fixe/Mobile  | 3.5                                | Fixe                                       | Fixe / mobile                                  |  |
| Dimensions hors tout et masse maximales  | 5.6, 6.2.1                         | Norme du constructeur, selon l'application | Aucune   |  |
| Type(s) de conducteur externe  | 8.8                                | Norme du constructeur                      | Goulotte de câbles / jeu de barres préfabriqué |  |
| Direction(s) des conducteurs externes  | 8.8                                | Norme du constructeur                      | Aucune   |  |
| Matériau de conducteur externe   | 8.8                                | Cuivre                                     | Cuivre / aluminium                             |  |
| Sections et terminaisons de conducteurs de phase externes  | 8.8                                | Tel que défini dans la norme               | Aucune   |  |
| Sections et terminaisons des conducteurs PE, N et PEN externes   | 8.8                                | Tel que défini dans la norme               | Aucune   |  |
| Exigences spéciales d'identification des bornes  | 8.8                                | Norme du constructeur                      | Aucune   |  |
| <b>Stockage et manutention</b>   |                                    |  |  |  |
| Dimensions et masse maximales des unités de transport  | 6.2.2, 10.2.5                      | Norme du constructeur                      | Aucune   |  |
| Méthodes de transport (par exemple, chariot-élévateur, grue)   | 6.2.2, 8.1.6                       | Norme du constructeur                      | Aucune   |  |
| Conditions d'environnement différentes des conditions d'emploi   | 7.3                                | Selon conditions d'emploi                  | Aucune   |  |
| Informations d'emballage   | 6.2.2                              | Norme du constructeur                      | Aucune   |  |
| <b>Facilités d'exploitation</b>  |                                    |  |  |  |
| Accès aux appareils manœuvrés à la main  | 8.4                                |  | Personnes autorisées / Personnes ordinaires    |  |
| Emplacement des appareils manœuvrés à la main  | 8.5.5                              | Facilement accessible                      | Aucune   |  |
| Sectionnement des équipements de l'installation de charge  | 8.4.2, 8.4.3.3, 8.4.6.2            | Norme du constructeur                      | Individuel / groupes / tous types              |  |
| <b>Capacités d'entretien et d'évolution</b>  |                                    |  |  |  |
| Exigences relatives à l'accessibilité en service par des personnes ordinaires; exigence pour manœuvrer des appareils ou changer des composants alors que l'ENSEMBLE est sous tension | 8.4.6.1                            | Protection principale                      | Aucune   |  |
| Exigences relatives à l'accessibilité en vue d'une inspection ou d'opérations  | 8.4.6.2.2                          | Aucune exigence relative à                 | Aucune   |  |



| Caractéristiques   | Article ou paragraphe de référence                                       | Configuration par défaut <sup>b</sup>   | Options énumérées dans la norme                                | Exigence de l'utilisateur <sup>a</sup> |
|--|--|---|--|--|
| analogues  |  | l'accessibilité   |  |  |
| Exigences relatives à l'accessibilité pour entretien en service par des personnes autorisées   | 8.4.6.2.3  | Aucune exigence relative à l'accessibilité  | Aucune   |  |
| Exigences relatives à l'accessibilité pour extension en service par des personnes autorisées   | 8.4.6.2.4  | Aucune exigence relative à l'accessibilité  | Aucune   |  |
| Méthode de raccordement des unités fonctionnelles  | 8.5.1, 8.5.2   | Norme du constructeur   | Aucune   |  |
| Protection contre les contacts directs avec des parties internes actives dangereuses au cours d'un entretien ou d'une évolution (par exemple, les unités fonctionnelles, les jeux de barres principaux, les jeux de barres de distribution)  | 8.4  | Aucune exigence relative à la protection au cours d'un entretien ou d'une évolution | Aucune   |  |
| <b>Courant admissible</b>  |  |   |  |  |
| Courant assigné de l'ENSEMBLE $I_{nA}$ (ampères)   | 3.8.9.1, 5.3, 8.4.3.2.3, 8.5.3, 8.8, 10.10.2, 10.10.3, 10.11.5, Annexe E | Norme du constructeur, selon l'application  | Aucune   |  |
| Courant assigné des circuits $I_{nc}$ (ampères)  | 5.3.2  | Norme du constructeur, selon l'application  | Aucune   |  |
| Facteur de diversité assigné   | 5.4, 10.10.2.3, Annexe E   | Tel que défini dans la norme  | RDF pour des groupes de circuits / RDF pour l'ENSEMBLE complet |  |
| Rapport de la section du conducteur neutre à celle des conducteurs de phase: conducteurs de phase jusqu'à et y compris 16 mm <sup>2</sup>  | 8.6.1  | 100 %   | Aucune   |  |
| Rapport de la section du conducteur neutre à celle des conducteurs de phase: conducteurs de phase au-dessus de 16 mm <sup>2</sup>  | 8.6.1  | 50 % (min. 16 mm <sup>2</sup> )   | Aucune   |  |
| <p>a Dans le cas de conditions particulièrement sévères, il peut être nécessaire que l'utilisateur spécifie des exigences plus rigoureuses que celles développées dans la présente norme.</p> <p>b Dans certains cas, les renseignements indiqués par le constructeur d'ENSEMBLES peuvent tenir lieu d'accord.</p> |  |   |  |  |

## Annexe D (informative)

### Vérification de conception

**Tableau D.1 – Liste des vérifications de conception à effectuer**

| N° | Caractéristique à vérifier   | Articles ou paragraphes  | Options de vérification disponibles                   |   |   |
|----|--|--|---|---|---|
|    |  |  | Essais  | Comparaison avec une conception de référence          | Evaluation  |
| 1  | Résistance des matériaux et des parties:<br>Tenue à la corrosion<br>Propriétés des matériaux isolants:<br>Stabilité thermique<br>Résistance des matériaux isolants à une chaleur anormale et au feu dus aux effets électriques internes<br>Résistance aux rayonnements ultraviolets (UV)<br>Levage<br>Impact mécanique<br>Marquage | 10.2<br>10.2.2<br>10.2.3<br>10.2.3.1<br>10.2.3.2<br>10.2.4<br>10.2.5<br>10.2.6<br>10.2.7 | <br>OUI<br>OUI<br>OUI<br><br>OUI<br>OUI<br>OUI<br>OUI | <br>NON<br>NON<br>NON<br><br>NON<br>NON<br>NON<br>NON | <br>NON<br>NON<br>OUI<br><br>OUI<br>NON<br>NON<br>NON |
| 2  | Degré de protection procuré par les enveloppes   | 10.3   | OUI   | NON   | OUI   |
| 3  | Distances d'isolement  | 10.4   | OUI   | NON   | NON   |
| 4  | Lignes de fuite  | 10.4   | OUI   | NON   | NON   |
| 5  | Protection contre les chocs électriques et intégrité des circuits de protection:<br>Continuité réelle entre les masses de l'ENSEMBLE et le circuit de protection<br>Tenue aux courts-circuits du circuit de protection   | 10.5<br>10.5.2<br>10.5.3   | <br>OUI<br>OUI  | <br>NON<br>OUI  | <br>NON<br>NON  |
| 6  | Intégration des appareils de connexion et des composants   | 10.6   | NON   | NON   | OUI   |
| 7  | Circuits électriques internes et connexions  | 10.7   | NON   | NON   | OUI   |
| 8  | Bornes pour conducteurs externes   | 10.8   | NON   | NON   | OUI   |
| 9  | Propriétés diélectriques:<br>Tension de tenue à fréquence industrielle<br>Tension de tenue aux chocs   | 10.9<br>10.9.2<br>10.9.3   | <br>OUI<br>OUI  | <br>NON<br>NON  | <br>NON<br>OUI  |
| 10 | Limites d'échauffement   | 10.10  | OUI   | OUI   | OUI   |
| 11 | Tenue aux courts-circuits  | 10.11  | OUI   | OUI   | NON   |
| 12 | Compatibilité électromagnétique (CEM)  | 10.12  | OUI   | NON   | OUI   |
| 13 | Fonctionnement mécanique   | 10.13  | OUI   | NON   | NON   |





## **Annexe E** (informative)

### **Facteur de diversité assigné**

#### **E.1 Généralités**

Tous les circuits d'un ENSEMBLE sont individuellement capables de transporter leur courant assigné conformément à 5.3.2 de manière continue, mais le courant admissible de tout circuit peut être influencé par les circuits adjacents. L'interaction thermique peut se manifester par un transfert de chaleur en provenance ou à destination des circuits situés à proximité immédiate. L'air de refroidissement disponible pour un circuit peut être à une température très supérieure à l'air ambiant en raison de l'influence exercée par les autres circuits.

Dans la pratique, il n'est pas nécessaire que tous les circuits situés à l'intérieur d'un ENSEMBLE transportent le courant assigné de manière continue et simultanée. Dans une application particulière, le type et la nature des charges diffèrent de manière importante. Certains circuits seront dimensionnés à partir de courants d'appel et de charges intermittentes ou de courte durée. Des circuits peuvent être fortement chargés tandis que d'autres sont faiblement chargés ou sont hors tension.

De ce fait, il n'est pas nécessaire de prévoir des ENSEMBLES dans lesquels tous les circuits peuvent fonctionner de manière continue à la valeur du courant assigné et, dans le cas contraire, cela constituerait un mauvais usage des matériaux et des ressources. La présente norme reconnaît les exigences pratiques des ENSEMBLES par l'attribution d'un facteur de diversité assigné comme défini en 3.8.11.

En indiquant un facteur de diversité assigné, le constructeur d'ENSEMBLES spécifie les conditions de charge « moyennes » pour lesquelles l'ENSEMBLE est conçu. Le facteur de diversité assigné définit la proportion du courant assigné à laquelle tous les circuits de départ ou un groupe de circuits de départ à l'intérieur de l'ENSEMBLE peuvent être chargés de manière continue et simultanée. Dans les ENSEMBLES pour lesquels le total des courants assignés des circuits de départ fonctionnant au facteur de diversité assigné dépasse la capacité du circuit d'arrivée, le facteur de diversité s'applique à toute combinaison des circuits de départ utilisés pour distribuer le courant d'arrivée.

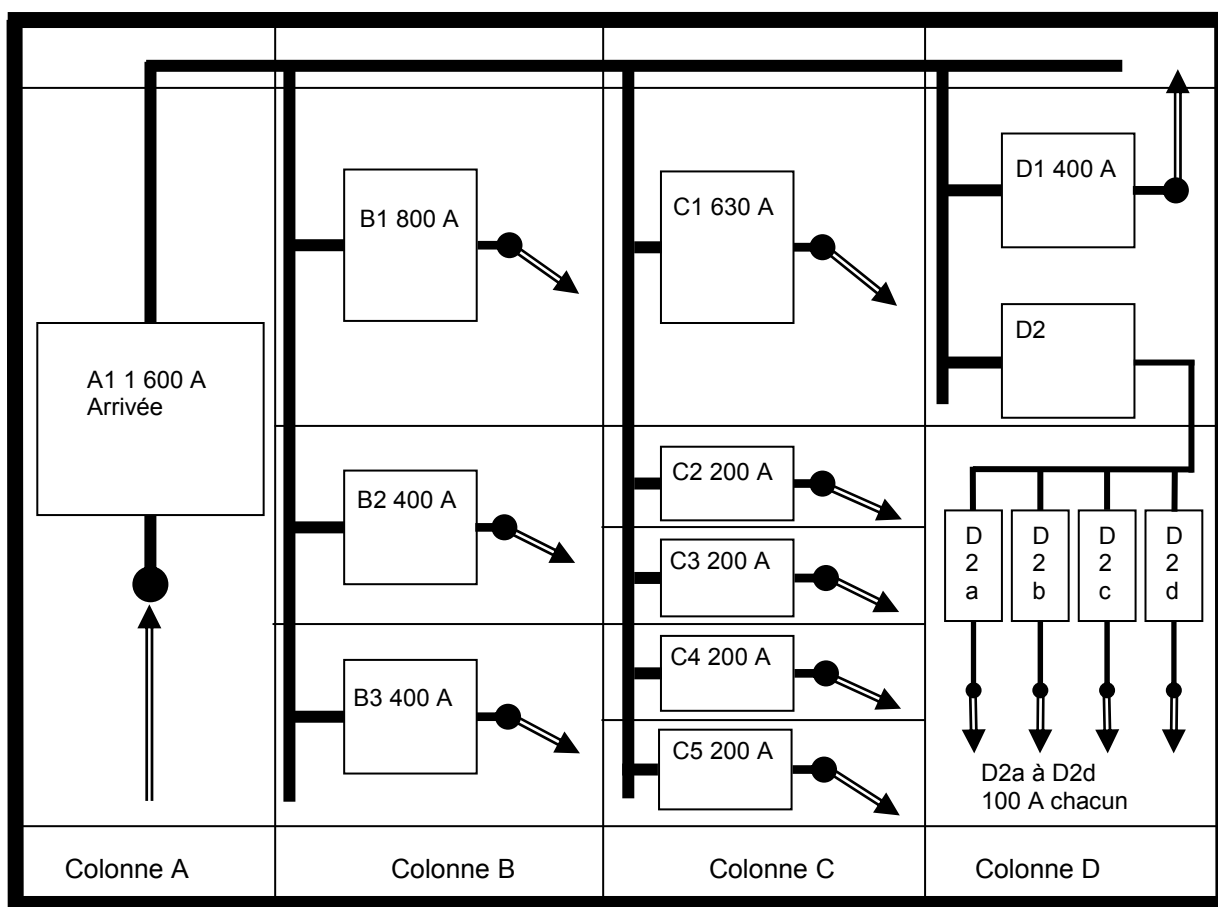
#### **E.2 Facteur de diversité assigné d'un ENSEMBLE**

Le facteur de diversité assigné d'un ENSEMBLE est spécifié en 5.4. Pour l'ENSEMBLE type illustré à la Figure E.1, des exemples de la multitude de configurations de charge pour un facteur de diversité de 0,8 sont donnés au Tableau E.1 et illustrés dans les Figures E.2 à E.5.

#### **E.3 Facteur de diversité assigné d'un groupe de circuits de départ**

En plus du facteur de diversité assigné pour un ENSEMBLE complet, un constructeur d'ENSEMBLES peut spécifier un facteur de diversité différent pour un groupe de circuits liés à l'intérieur d'un ENSEMBLE. Le Paragraphe 5.4 spécifie le facteur de diversité assigné pour un groupe de circuits de départ.

Les Tableaux E.2 et E.3 donnent des exemples d'un facteur de diversité de 0,9 pour une colonne et un tableau de sous-distribution dans l'ENSEMBLE type illustré à la Figure E.1.



IEC 1852/11

Unité fonctionnelle – Courant assigné ( $I_n$ ) indiqué <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Le courant assigné de l'unité fonctionnelle (le circuit) dans l'ENSEMBLE peut être inférieur au courant assigné de l'appareil.

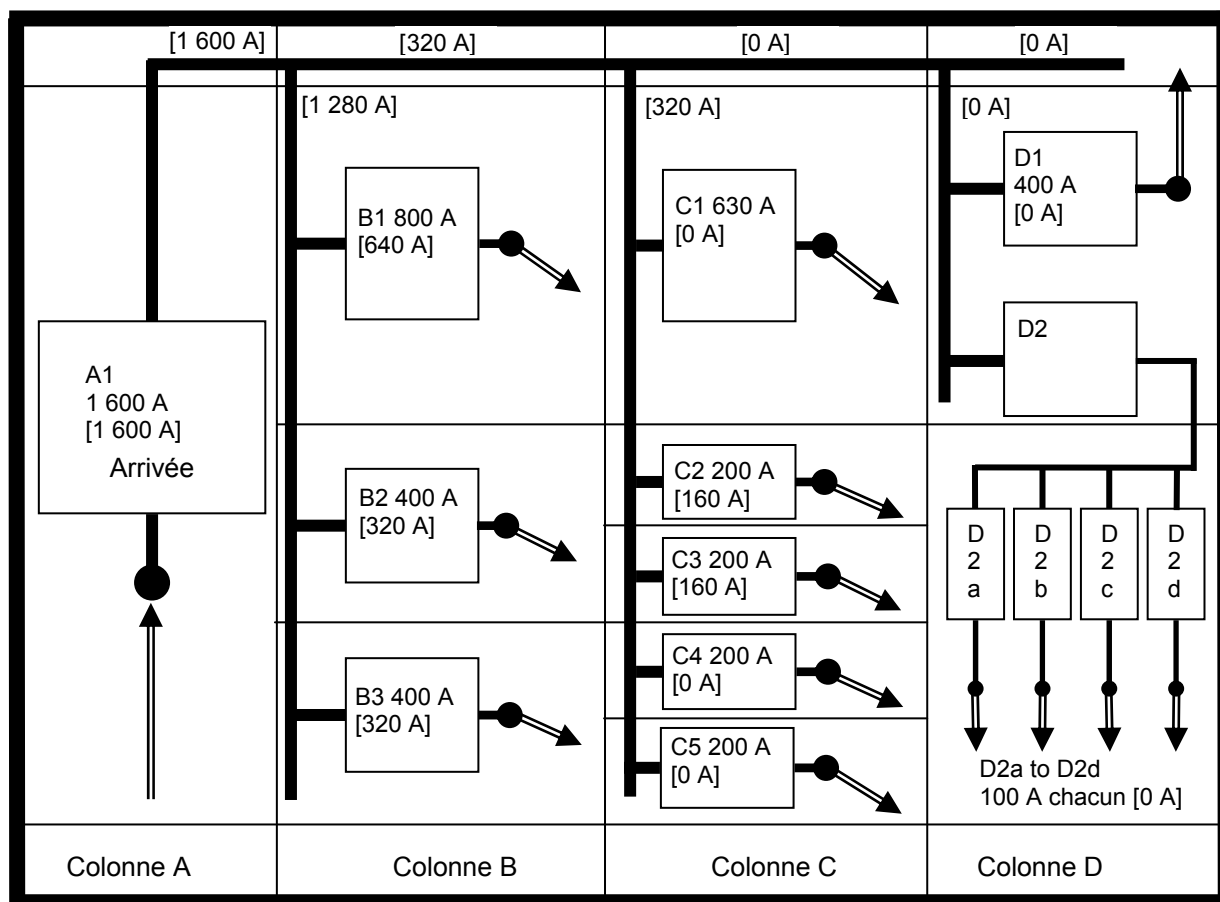
**Figure E.1 – ENSEMBLE type**

| Unité fonctionnelle  | A1                      | B1    | B2               | B3  | C1  | C2  | C3               | C4  | C5               | D1  | D2a | D2b | D2c | D2d |
|--|-------------------------|-------|------------------|-----|-----|-----|------------------|-----|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>Courant (A)</b>   |                         |       |                  |     |     |     |                  |     |                  |     |     |     |     |     |
| <b>Unité fonctionnelle – courant assigné (<math>I_n</math>)<sup>b</sup></b><br>(Voir Figure E.1) | 1 600                   | 800   | 400              | 400 | 630 | 200 | 200              | 200 | 200              | 400 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| <b>Charge d'une unité fonctionnelle pour un ENSEMBLE de facteur de diversité assigné de 0,8</b>  | Exemple 1<br>Figure E.2 | 1 600 | 640              | 320 | 320 | 0   | 160              | 160 | 0                | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
|  | Exemple 2<br>Figure E.3 | 1 600 | 640              | 0   | 0   | 504 | 136 <sup>a</sup> | 0   | 0                | 320 | 0   | 0   | 0   | 0   |
|  | Exemple 3<br>Figure E.4 | 1 600 | 456 <sup>a</sup> | 0   | 0   | 504 | 160              | 160 | 160              | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
|  | Exemple 4<br>Figure E.5 | 1 600 | 0                | 0   | 0   | 504 | 160              | 160 | 136 <sup>a</sup> | 320 | 80  | 80  | 80  | 80  |

<sup>a</sup> Courant d'équilibre rapporté au circuit d'arrivée de la charge et à son courant assigné.  
<sup>b</sup> Le courant assigné de l'unité fonctionnelle (du circuit) dans l'ENSEMBLE peut être inférieur au courant assigné de l'appareil.

<sup>a</sup> Courant d'équilibre rapporté au circuit d'arrivée de la charge et à son courant assigné.

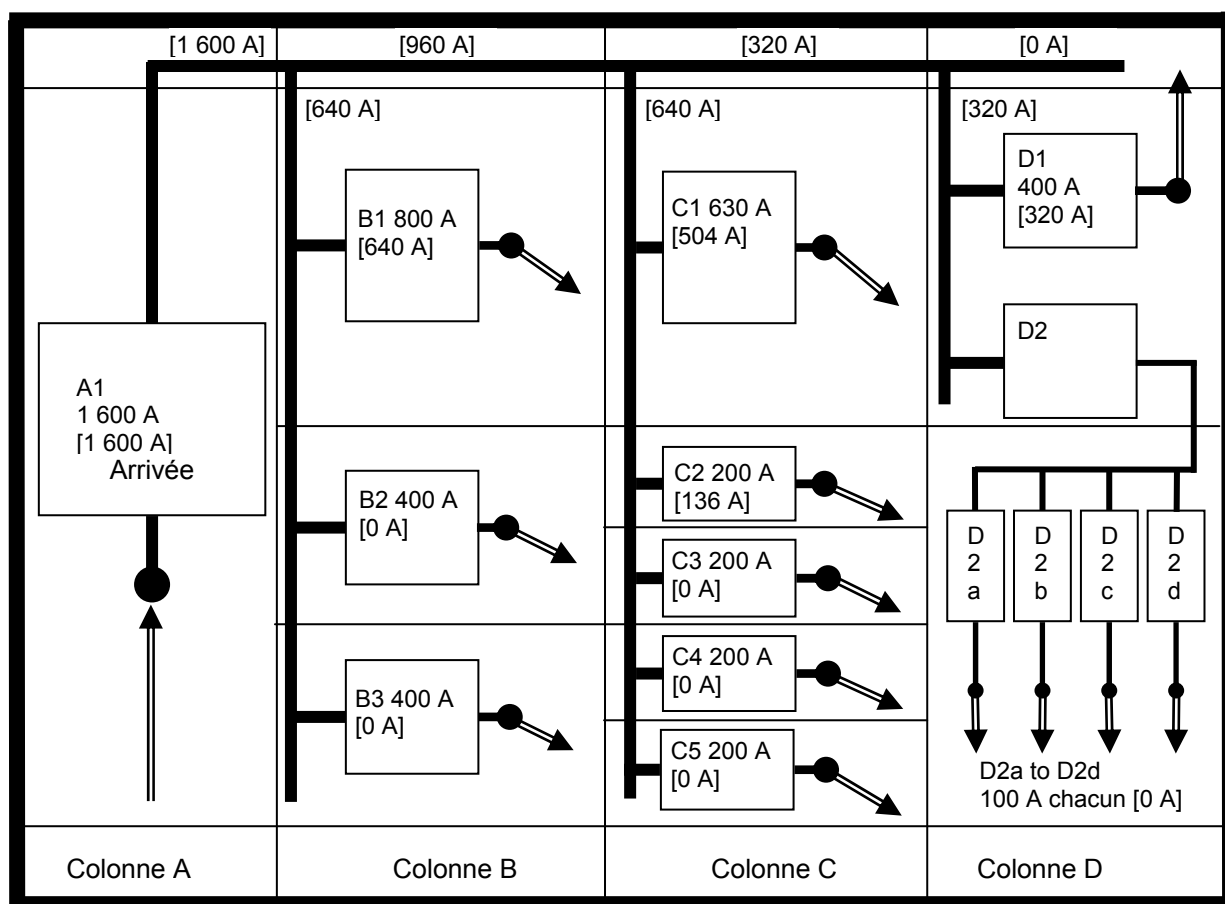
<sup>b</sup> Le courant assigné de l'unité fonctionnelle (du circuit) dans l'ENSEMBLE peut être inférieur au courant assigné de l'appareil.



IEC 1853/11

La charge réelle est indiquée par les valeurs entre crochets, par exemple, [640 A].  
La charge de colonne de jeux de barres est indiquée par la valeur entre crochets, par exemple [320 A].

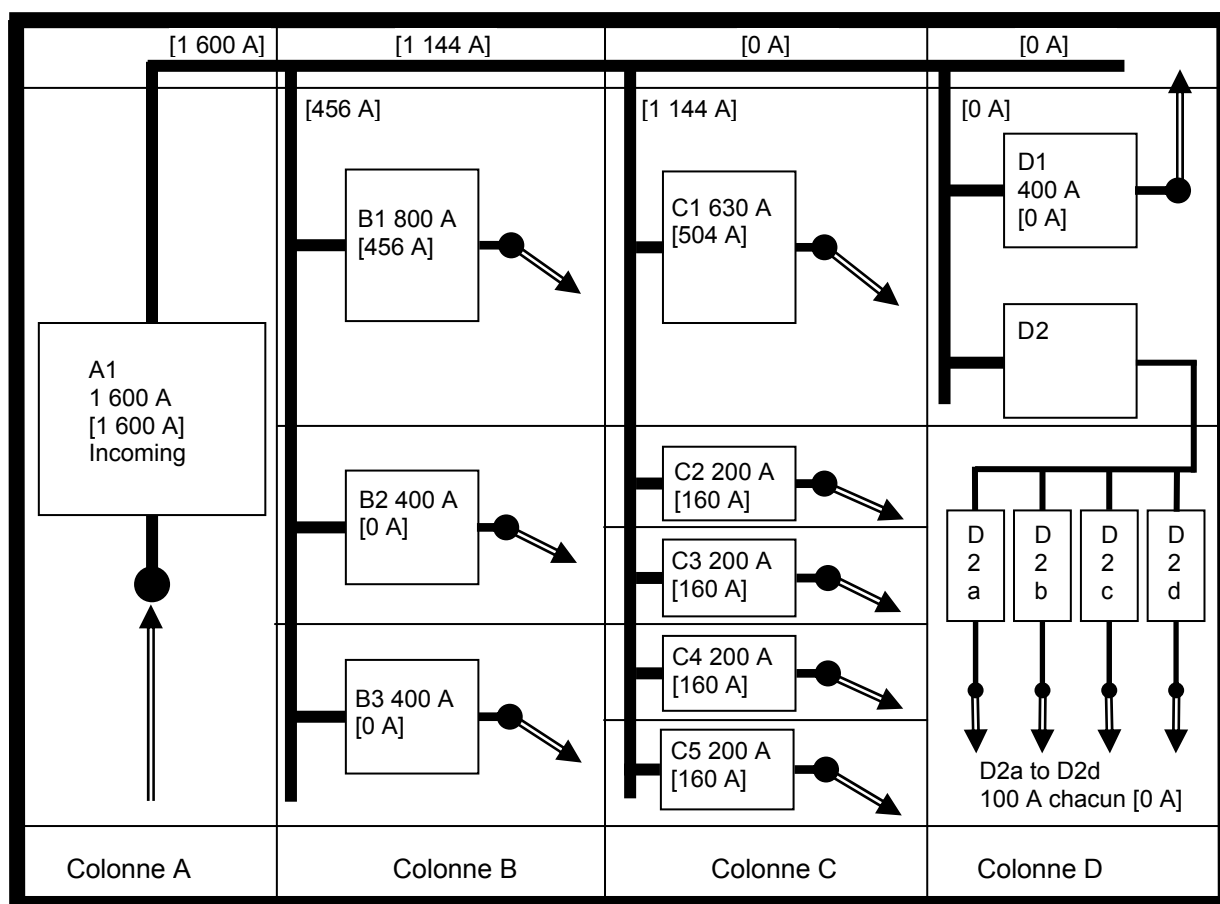
**Figure E.2 – Exemple 1: Tableau E.1 – Charge d'une unité fonctionnelle pour un ENSEMBLE de facteur de diversité assigné de 0,8**



IEC 1854/11

La charge réelle est indiquée par les valeurs entre crochets, par exemple, [640 A].  
La charge de colonne de jeux de barres est indiquée par la valeur entre crochets, par exemple [320 A].

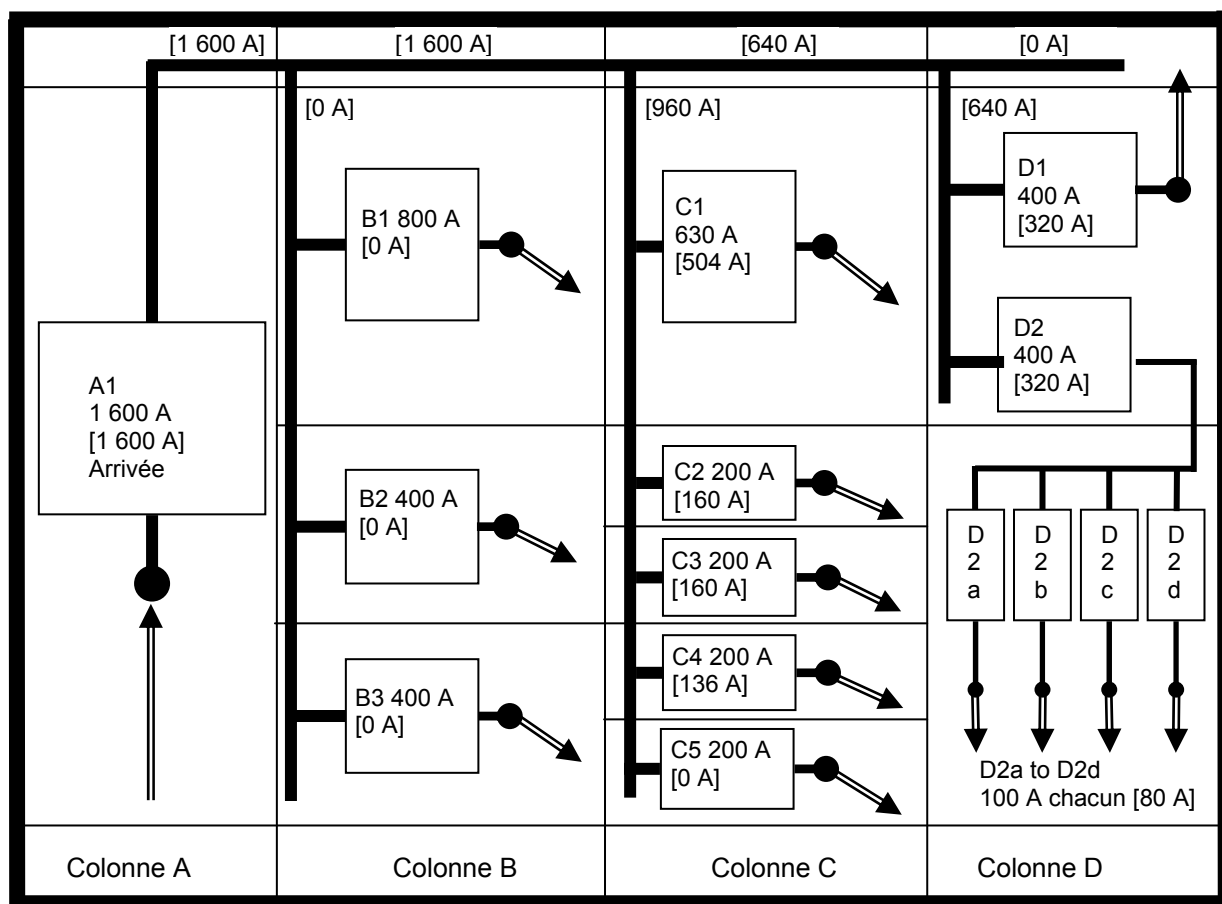
**Figure E.3 – Exemple 2: Tableau E.1 – Charge d'une unité fonctionnelle pour un ENSEMBLE de facteur de diversité assigné de 0,8**



IEC 1855/11

La charge réelle est indiquée par les valeurs entre crochets, par exemple, [640 A].  
La charge de colonne de jeux de barres est indiquée par la valeur entre crochets, par exemple [320 A].

**Figure E.4 – Exemple 3: Tableau E.1 – Charge d'une unité fonctionnelle pour un ensemble de facteur de diversité assigné de 0,8**



IEC 1856/11

La charge réelle est indiquée par les valeurs entre crochets, par exemple, [640 A].  
La charge de colonne de jeux de barres est indiquée par la valeur entre crochets, par exemple [320 A].

**Figure E.5 – Exemple 4: Tableau E.1 – Charge d'une unité fonctionnelle pour un ENSEMBLE de facteur de diversité assigné de 0,8**

Tableau E.2 – Exemple de charge d’un groupe de circuits (Colonne B – Figure E.1)  
avec un facteur de diversité assigné de 0,9

| Unité fonctionnelle  | Jeux de barres de distribution<br>Colonne B | B1  | B2  | B3  |
|--|---|-----|-----|-----|
| Courant (A)  |   |     |     |     |
| Unité fonctionnelle – Courant assigné ( $I_n$ )  | 1 440 <sup>a</sup>                          | 800 | 400 | 400 |
| Charge – Groupe de circuits avec un facteur de diversité assigné de 0,9                                      | 1 440                                       | 720 | 360 | 360 |
| <sup>a</sup> Courant assigné minimal pour alimenter les unités fonctionnelles raccordées avec un RDF de 0,9. |   |     |     |     |

Tableau E.3 – Exemple de charge d’un groupe de circuits  
(Tableau de sous-distribution – Figure E.1) avec un facteur de diversité assigné de 0,9

| Unité fonctionnelle  | D2               | D2a | D2b | D2c | D2d |
|--|------------------|-----|-----|-----|-----|
| Courant (A)  |                  |     |     |     |     |
| Unité fonctionnelle – Courant assigné ( $I_n$ )  | 360 <sup>a</sup> | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Charge – Groupe de circuits avec un facteur de diversité assigné de 0,9                                      | 360              | 90  | 90  | 90  | 90  |
| <sup>a</sup> Courant assigné minimal pour alimenter les unités fonctionnelles raccordées avec un RDF de 0,9. |                  |     |     |     |     |

E.4 Facteur de diversité assigné et service intermittent

La chaleur dissipée par des circuits constitués de composants présentant des pertes par effet Joule est proportionnelle à la valeur efficace vraie du courant. Un courant efficace équivalent représentant l'effet thermique du courant intermittent réel peut être calculé par la formule indiquée ci-dessous. Ceci permet de déterminer le courant efficace vrai équivalent thermique ( $I_{eff}$ ) dans le cas d'un service intermittent et donc le profil de charge admissible pour un facteur de diversité assigné donné. Il convient d'accorder une attention toute particulière aux durées de fonctionnement > 30 min dans la mesure où de petits appareils peuvent déjà atteindre l'équilibre thermique.

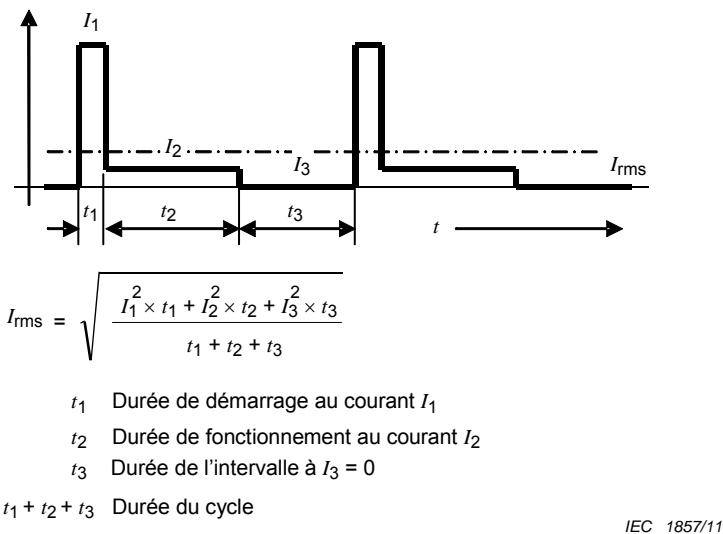


Figure E.6 – Exemple de calcul d’effet thermique moyen



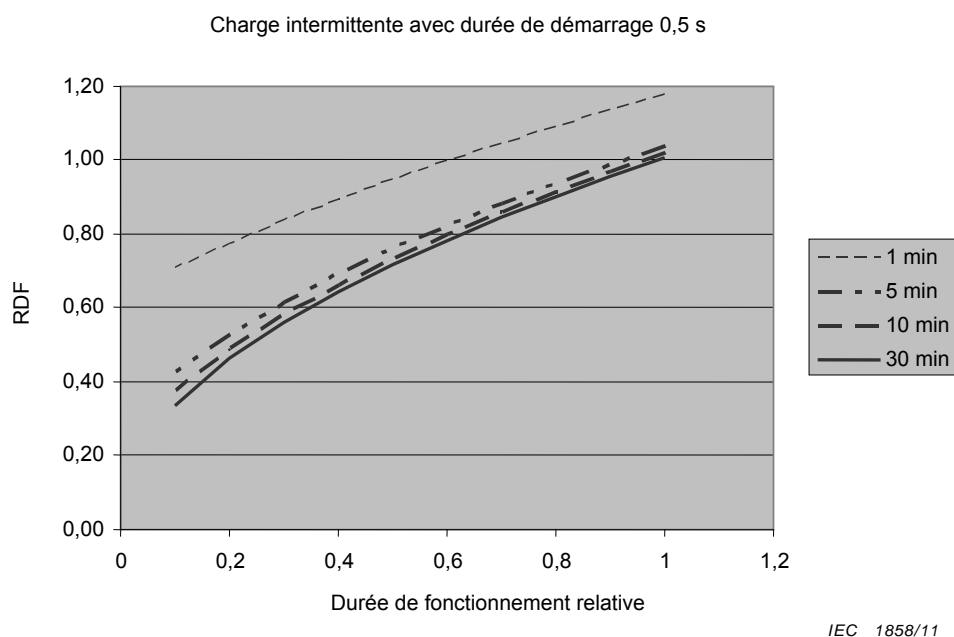


Figure E.7 – Exemple de relation entre le RDF équivalent et les paramètres en service intermittent pour  $t_1 = 0,5$  s,  $I_1 = 7 \cdot I_2$  et différentes durées de cycle

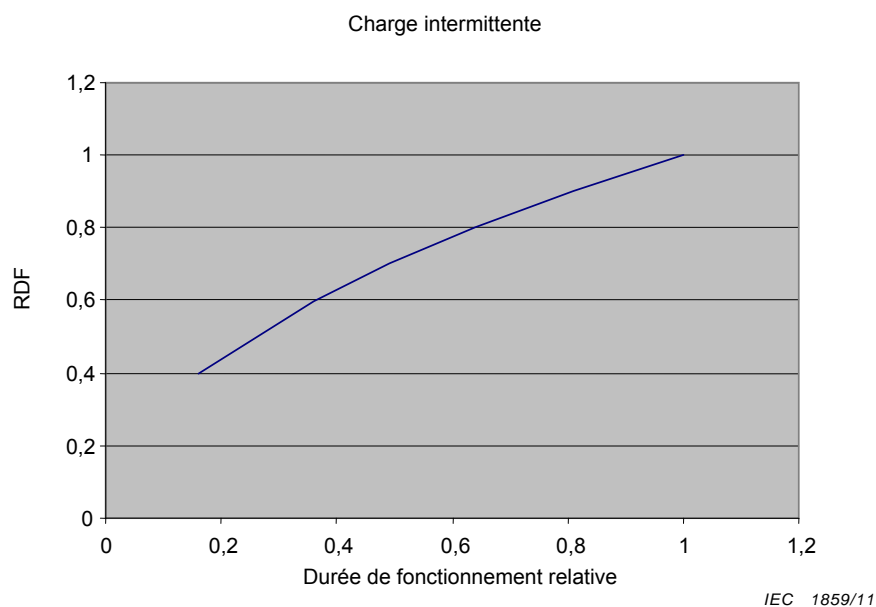


Figure E.8 – Exemple de relation entre le RDF équivalent et les paramètres en service intermittent pour  $I_1 = I_2$  (pas de surintensité de démarrage)

## **Annexe F** (normative)

### **Mesure des distances d'isolement et lignes de fuite <sup>9</sup>**

#### **F.1 Principes de base**

Les largeurs  $X$  des rainures indiquées dans les exemples 1 à 11 suivants s'appliquent essentiellement à tous les exemples en fonction du degré de pollution, comme suit:

**Tableau F.1 – Largeur minimale des rainures**

| Degré de pollution | Valeurs minimales de la largeur<br>$X$ des rainures<br>mm |
|--------------------|---|
| 1                  | 0,25  |
| 2                  | 1,0   |
| 3                  | 1,5   |
| 4                  | 2,5   |

Si la distance d'isolement associée est inférieure à 3 mm, la largeur minimale de la rainure peut être réduite à un tiers de cette distance d'isolement.

Les méthodes de mesure des distances d'isolement et des lignes de fuite sont indiquées dans les exemples 1 à 11. Ces exemples ne diffèrent pas entre les intervalles et les rainures ou entre les types d'isolement.

En outre:

- tout angle est supposé être ponté sur une liaison isolante de largeur de  $X$  mm, placée dans la position la plus défavorable (voir exemple 3);
- lorsque la distance entre les arêtes supérieures d'une rainure est supérieure ou égale à  $X$  mm, une ligne de fuite est mesurée le long des contours des rainures (voir exemple 2);
- les distances d'isolement et les lignes de fuite mesurées entre les parties mobiles l'une par rapport à l'autre sont mesurées lorsque ces parties sont dans leur position la plus défavorable.

#### **F.2 Emploi des nervures**

En raison de leur influence sur la contamination et de leur meilleure capacité de séchage, les nervures diminuent considérablement la formation de courants de fuite. Les lignes de fuite peuvent donc être réduites à 0,8 fois la valeur requise, sous réserve que la hauteur minimale de la nervure soit de 2 mm, voir la Figure F.1.

<sup>9</sup> Cette Annexe F est basée sur la CEI 60664-1:2007.

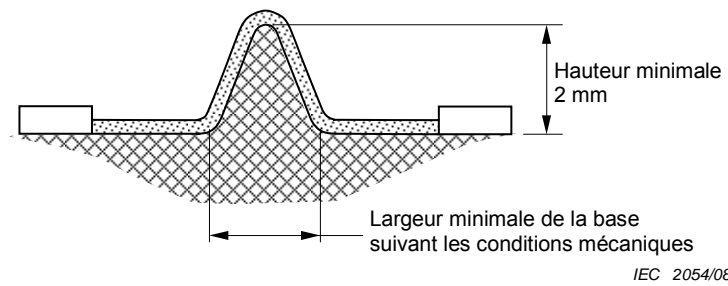
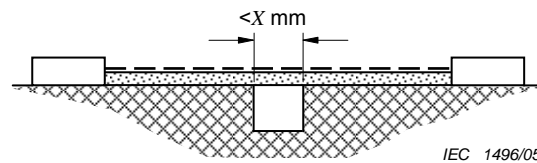


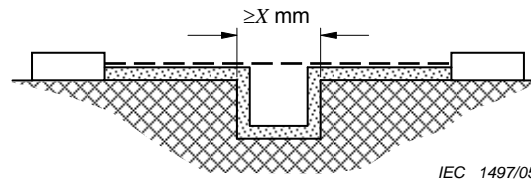
Figure F.1 a) – Mesure des nervures : exemples



Condition: Ce chemin de ligne de fuite comprend une rainure à flancs parallèles ou convergents d'une profondeur quelconque et de largeur inférieure à  $X$  mm.

Règle: La ligne de fuite et la distance d'isolement sont mesurées directement au-dessus de la rainure tel qu'indiqué.

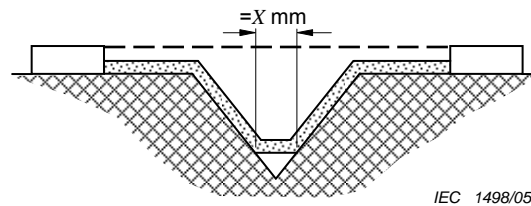
Figure F.1 b) – Exemple 1



Condition: Ce chemin de ligne de fuite comprend une rainure à flancs parallèles, d'une profondeur quelconque et de largeur égale ou supérieure à  $X$  mm.

Règle: La distance d'isolement est la distance en ligne droite. Le chemin de ligne de fuite longe le profil de la rainure.

Figure F.1 c) – Exemple 2



Condition: Ce chemin de ligne de fuite comprend une rainure en V dont la largeur est supérieure à  $X$  mm

Règle: La distance d'isolement est la distance en ligne droite. Le chemin de ligne de fuite longe le profil de la rainure mais "court-circuite" le bas de la rainure par un tronçon de  $X$  mm.

Figure F.1 d) – Exemple 3

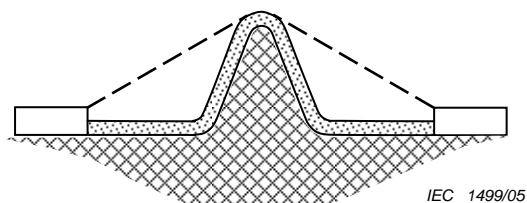
--- Distance d'isolement

==== Ligne de fuite

EN 61439-1:2011

– 112 –

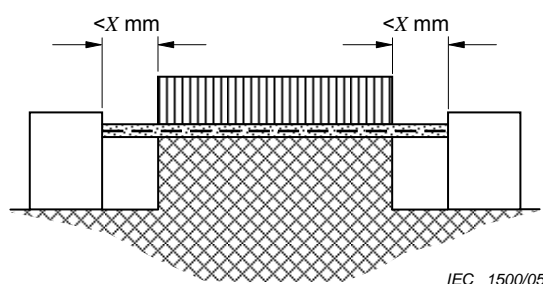
UTE



Condition: Ce chemin de ligne de fuite comprend une nervure.

Règle: La distance d'isolement est le chemin dans l'air le plus court par-dessus le sommet de la nervure. Le chemin de ligne de fuite longe le profil de la nervure.

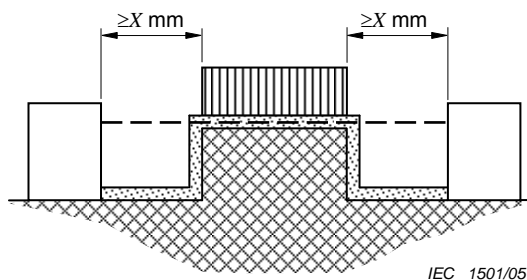
Figure F.1 e) – Exemple 4



Condition: Le chemin de ligne de fuite comprend un joint non collé avec des rainures de largeur inférieure à X mm de chaque côté.

Règle: Les chemins de la ligne de fuite et de la distance d'isolement constituent la distance en ligne droite indiquée.

Figure F.1 f) – Exemple 5



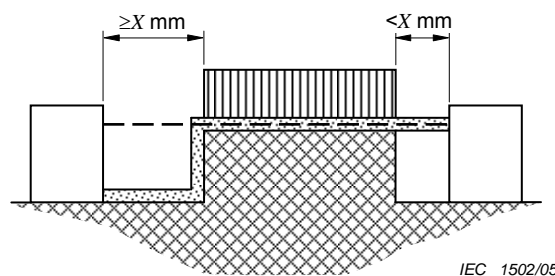
Condition: Ce chemin de ligne de fuite comprend un joint non collé avec des rainures de largeur égale ou supérieure à X mm de chaque côté.

Règle: La distance d'isolement est la distance en ligne droite. Le chemin de la ligne de fuite longe le profil des rainures.

Figure F.1 g) – Exemple 6

— — — — — Distance d'isolement

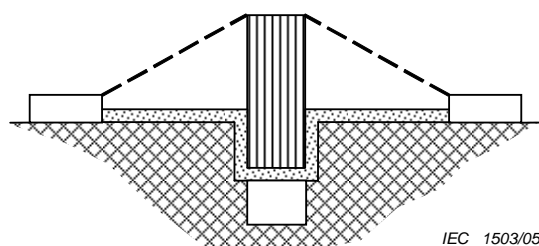
===== Ligne de fuite



Condition: Ce chemin de ligne de fuite comprend un joint non collé avec, d'un côté, une rainure de largeur inférieure à X mm et, de l'autre côté, une rainure de largeur égale ou supérieure à X mm.

Règle: Les chemins de la distance d'isolement et de la ligne de fuite sont tels qu'indiqués

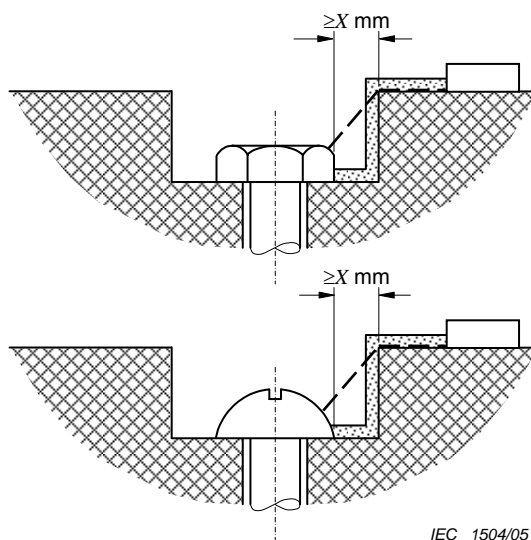
Figure F.1 h) – Exemple 7



Condition: La ligne de fuite à travers le joint non collé est inférieure à la ligne de fuite par dessus une barrière.

Règle: La distance d'isolement est le chemin dans l'air direct le plus court par-dessus le sommet de la barrière.

Figure F.1 i) – Exemple 8



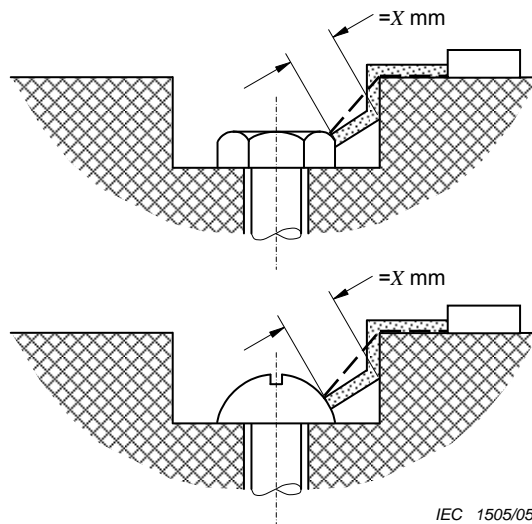
Condition: Distance entre tête de vis et paroi du logement, suffisante pour être prise en compte.

Règle: Les chemins de la distance d'isolement et de la ligne de fuite sont tels qu'indiqués

Figure F.1 j) – Exemple 9

— — — — — Distance d'isolement

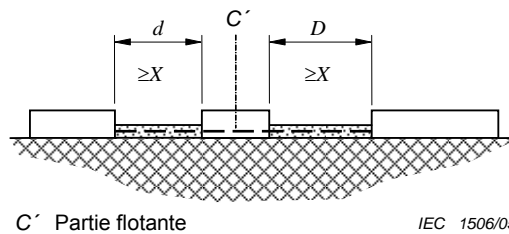
===== Ligne de fuite



Condition: Distance entre tête de vis et paroi du logement, trop faible pour être prise en compte.

Règle: La mesure de la ligne de fuite s'effectue de la vis à la paroi lorsque la distance est égale à  $X$  mm.

Figure F.1 k) – Exemple 10



C' Partie flottante

IEC 1506/05

La distance d'isolement est la distance  $d + D$

La ligne de fuite est aussi  $d + D$

Figure F.1 l) – Exemple 11

— — — — — Distance d'isolement

===== Ligne de fuite

Figure F.1 – Mesure des nervures



## **Annexe G** (normative)

### **Correspondance entre la tension nominale du réseau d'alimentation et la tension assignée de tenue aux chocs des matériels <sup>10</sup>**

La présente annexe a pour objet de donner les renseignements nécessaires au choix d'un matériel pour emploi dans un circuit d'un réseau électrique ou une partie de ce dernier.

Le Tableau G.1 donne des exemples de correspondance entre les tensions nominales du réseau d'alimentation et la tension assignée de tenue aux chocs du matériel.

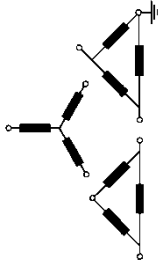


Les valeurs de tension assignée de tenue aux chocs figurant au Tableau G.1 sont fondées sur 4.3.3 de la CEI 60664-1:2007. La CEI 60364-4-44:2007, à l'Article 443 donne de plus amples informations sur les critères de sélection d'une catégorie de surtension appropriée et sur la protection contre les surtensions (si nécessaire).

Il convient de noter que le contrôle des valeurs des surtensions par rapport aux valeurs du Tableau G.1 peut aussi être réalisé par des conditions du réseau d'alimentation telles que la présence d'une impédance ou de câbles d'alimentation appropriés.

---

<sup>10</sup> Cette annexe est basée sur l'Annexe H de la CEI 60947-1:2007.

Tableau G.1 – Correspondance entre la tension nominale du réseau d'alimentation et la tension assignée de tenue aux chocs du matériel

| Valeur maximale de la tension assignée d'emploi par rapport à la terre, c.a., valeur efficace ou c.c.<br>V | Tension nominale du réseau d'alimentation<br>( $\leq$ tension assignée d'isolement du matériel)<br>V |   |   | Valeurs préférentielles de la tension assignée de tenue aux chocs (1,2/50 $\mu$ s) à 2 000 m<br>kV               |  |  |                                 |
|--|--|---|---|--|--|--|---------------------------------|
|  | CA valeur efficace   | CA valeur efficace                              | CA valeur efficace ou c.c.  | IV<br>Niveau entrée de l'installation (entrée de service)  | III<br>Niveau circuit de distribution  | II<br>Niveau charge (appareil, matériel) | I<br>Niveau protection spéciale |
| 50   | –  | –   | CA valeur efficace<br> | <br>CA valeur efficace ou c.c. | <br>CA valeur efficace ou c.c. |  |                                 |
| 100  | 66/115   | 66  | 12,5, 24, 25, 30, 42, 48  | 1,5  | 0,8  | 0,5                                      | 0,33                            |
| 150  | 120/208<br>127/220   | 115, 120<br>127                                 | 60  | 2,5  | 1,5  | 0,8                                      | 0,5                             |
| 300  | 220/380, 230/400<br>240/415, 260/440<br>277/480  | 220, 230<br>240, 260<br>277                     | 110, 120  | 4  | 2,5  | 1,5                                      | 0,8                             |
| 600  | 347/600, 380/660<br>400/690, 415/720<br>480/830  | 347, 380, 400<br>415, 440, 480<br>500, 577, 600 | 220   | 6  | 4  | 2,5                                      | 1,5                             |
| 1 000  | –  | 660<br>690, 720<br>830, 1 000                   | 480   | 8  | 6  | 4  | 2,5                             |
|  |  |   | 1 000   | 12   | 8  | 6  | 4                               |

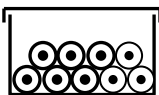




## Annexe H (informative)

### Courant admissible et puissance dissipée des conducteurs en cuivre

Les tableaux suivants donnent des valeurs indicatives pour les courants admissibles des conducteurs et les puissances dissipées dans des conditions idéales à l'intérieur de l'ENSEMBLE. Les méthodes de calcul utilisées pour déterminer ces valeurs sont données pour permettre leur calcul pour d'autres conditions.

**Tableau H.1 – Courant admissible et puissance dissipée des câbles de cuivre mono-conducteur avec une température admissible du conducteur de 70 °C (température ambiante à l'intérieur de l'ENSEMBLE: 55 °C)**

| Disposition du conducteur |  |   |   |   |   |  |   |
|---------------------------|--|--|---|--|---|---|---|
|                           |  | Câbles mono-conducteurs dans une goulotte de câbles sur un mur, cheminant horizontalement.<br>6 câbles (2 circuits triphasés) chargés en continu |   | Câbles mono-conducteurs exposés à l'air libre ou placés sur un chemin de câbles perforé.<br>6 câbles (2 circuits triphasés) chargés en continu |   | Câbles mono-conducteurs placés horizontalement et séparés à l'air libre             |   |
| Section du conducteur     | Résistance du conducteur à 20 °C, $R_{20}^a$ | Courant admissible maximal $I_{max}^b$   | Puissance dissipée par conducteur $P_v$ | Courant admissible maximal $I_{max}^c$   | Puissance dissipée par conducteur $P_v$ | Courant admissible maximal $I_{max}^d$  | Puissance dissipée par conducteur $P_v$ |
| mm <sup>2</sup>           | mΩ/m   | A  | W/m                                     | A  | W/m                                     | A   | W/m                                     |
| 1,5                       | 12,1   | 8  | 0,8                                     | 9  | 1,3                                     | 15  | 3,2                                     |
| 2,5                       | 7,41   | 10   | 0,9                                     | 13   | 1,5                                     | 21  | 3,7                                     |
| 4                         | 4,61   | 14   | 1,0                                     | 18   | 1,7                                     | 28  | 4,2                                     |
| 6                         | 3,08   | 18   | 1,1                                     | 23   | 2,0                                     | 36  | 4,7                                     |
| 10                        | 1,83   | 24   | 1,3                                     | 32   | 2,3                                     | 50  | 5,4                                     |
| 16                        | 1,15   | 33   | 1,5                                     | 44   | 2,7                                     | 67  | 6,2                                     |
| 25                        | 0,727  | 43   | 1,6                                     | 59   | 3,0                                     | 89  | 6,9                                     |
| 35                        | 0,524  | 54   | 1,8                                     | 74   | 3,4                                     | 110   | 7,7                                     |
| 50                        | 0,387  | 65   | 2,0                                     | 90   | 3,7                                     | 134   | 8,3                                     |
| 70                        | 0,268  | 83   | 2,2                                     | 116  | 4,3                                     | 171   | 9,4                                     |
| 95                        | 0,193  | 101  | 2,4                                     | 142  | 4,7                                     | 208   | 10,0                                    |
| 120                       | 0,153  | 117  | 2,5                                     | 165  | 5,0                                     | 242   | 10,7                                    |
| 150                       | 0,124  |  |   | 191  | 5,4                                     | 278   | 11,5                                    |
| 185                       | 0,099 1                                      |  |   | 220  | 5,7                                     | 318   | 12,0                                    |
| 240                       | 0,075 4                                      |  |   | 260  | 6,1                                     | 375   | 12,7                                    |

<sup>a</sup> Valeurs de la CEI 60228:2004, Tableau 2 (conducteurs à âmes câblées)

<sup>b</sup> Courant admissible  $I_{30}$  pour un circuit triphasé de la CEI 60364-5-52:2009, Tableau B.52.4, col. 4 (Méthode d'installation: point 6 du Tableau B.52.3).  $k_2=0,8$  (point 1 du Tableau B.52.17, deux circuits)

<sup>c</sup> Courant admissible  $I_{30}$  pour un circuit triphasé de la CEI 60364-5-52:2009, Tableau B.52.10, col. 5 (Méthode d'installation: Point F dans le Tableau B.52.1). Valeurs pour les sections inférieures à 25 mm<sup>2</sup> calculées suivant l'Annexe D de la CEI 60364-5-52.  $k_2 = 0,88$  (point 4 du Tableau B.52.17, deux circuits)

<sup>d</sup> Courant admissible  $I_{30}$  pour un circuit triphasé de la CEI 60364-5-52:2009, Tableau B.52.10, col. 7 (Méthode d'installation: point G dans le Tableau B.52.1). Valeurs pour les sections inférieures à 25 mm<sup>2</sup> calculées suivant l'Annexe D de la CEI 60364-5-52. ( $k_2 = 1$ )

$$I_{\max} = I_{30} \times k_1 \times k_2$$

$$P_v = I_{\max}^2 \times R_{20} \times [1 + \alpha \times (T_c - 20 \text{ °C})]$$

où

- $k_1$  facteur de réduction de la température de l'air à l'intérieur de l'enveloppe autour des conducteurs (CEI 60364-5-52 :2009, Tableau B.52.14)  
 $k_1 = 0,61$  pour une température de conducteur de 70 °C, température ambiante de 55 °C  
 $k_1$  pour les autres températures de l'air: voir Tableau H.2;
- $k_2$  facteur de réduction pour les groupes de plus de un circuit (CEI 60364-5-52 :2009, Tableau B.52.17);
- $\alpha$  coefficient de température de résistance,  $\alpha = 0,004 \text{ K}^{-1}$ ;
- $T_c$  température de conducteur.

**Tableau H.2 – Facteur de réduction  $k_1$  pour les câbles avec une température admissible du conducteur de 70 °C (extrait de la CEI 60364-5-52:2009, Tableau B.52.14)**

| Température de l'air à l'intérieur de l'enveloppe autour des conducteurs<br>°C | Facteur de réduction<br>$k_1$ |
|--|-------------------------------|
| 20   | 1,12                          |
| 25   | 1,06                          |
| 30   | 1,00                          |
| 35   | 0,94                          |
| 40   | 0,87                          |
| 45   | 0,79                          |
| 50   | 0,71                          |
| 55   | 0,61                          |
| 60   | 0,50                          |

NOTE Si le courant admissible du Tableau H.1 est converti pour d'autres températures de l'air en utilisant le facteur de réduction  $k_1$ , alors il faut que les puissances dissipées correspondantes soient calculées en utilisant la formule donnée ci-dessus.



## **Annexe I**

(Vide)

## Annexe J (normative)

### Compatibilité électromagnétique (CEM)

#### J.1 Généralités

La numérotation des paragraphes de cette annexe est alignée sur celle du corps de la norme.

#### J.2 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente annexe, les termes et définitions suivants s'appliquent.

(voir Figure J.1)

##### J.3.8.13.1

##### **accès**

interface particulière de l'appareil spécifié avec l'environnement électromagnétique externe

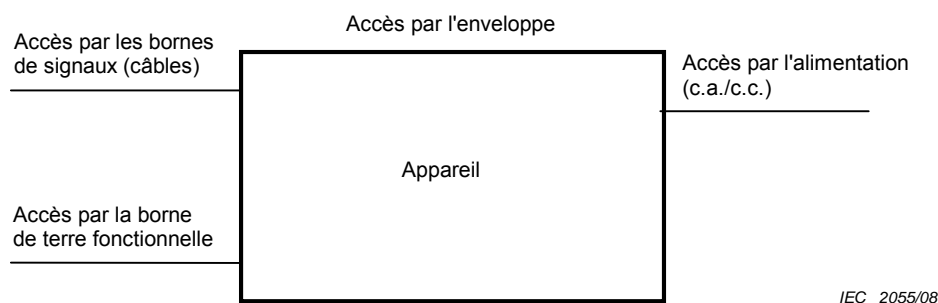


Figure J.1 – Exemples d'accès

##### J.3.8.13.2

##### **accès par l'enveloppe**

frontière physique de l'appareil à travers laquelle les champs électromagnétiques peuvent rayonner ou à laquelle ils peuvent se heurter

##### J.3.8.13.3

##### **accès par la borne de terre fonctionnelle**

accès qui n'est pas un accès par les bornes de signaux, commande ou puissance, destiné au raccordement à la terre à des fins autres que la sécurité électrique

##### J.3.8.13.4

##### **accès par les bornes de signaux**

accès sur lequel un conducteur ou un câble destiné à transmettre des signaux est raccordé à l'appareil

NOTE A titre d'exemple, on peut citer les entrées, sorties et lignes de commande analogiques; les bus de données; les réseaux de communication, etc.

[3.4 de la CEI 61000-6-1:2005]

##### J.3.8.13.5

##### **accès par l'alimentation**

accès sur lequel un conducteur ou câble transportant la puissance électrique primaire nécessaire au fonctionnement d'un appareil ou d'appareils associés est raccordé à l'appareil



## J.9.4 Exigences de performance

### J.9.4.1 Généralités

Pour la plupart des réalisations d'ENSEMBLES qui relèvent du domaine d'application de la présente norme, deux sortes de conditions environnementales sont prises en compte et sont désignées comme suit

- a) Environnement A;
- b) Environnement B.

**Environnement A:** concerne un réseau de puissance alimenté par un transformateur de haute ou moyenne tension, dédié à l'alimentation d'une installation desservant une usine de fabrication ou analogue, et destiné à fonctionner dans ou au voisinage de locaux industriels, tel que décrit ci-dessous. La présente norme s'applique également à des appareils fonctionnant sur batteries et destinés à être utilisés dans des locaux industriels.

Les environnements concernés sont de type industriel, à la fois en intérieur et en extérieur.

Les locaux industriels se caractérisent par ailleurs par l'existence d'un ou de plusieurs des exemples suivants:

- appareils industriels, scientifiques et médicaux (ISM) (tel que défini dans le CISPR 11);
- interruption régulière des charges inductives ou capacitives élevées;
- les courants et les champs magnétiques associés sont élevés.

NOTE 1 L'environnement A est traité dans les normes CEM génériques CEI 61000-6-2 et CEI 61000-6-4.

**Environnement B:** concerne des réseaux publics basse tension ou des appareils raccordés à une source de courant continu dédiée destinée à assurer l'interface entre l'appareil et le réseau public basse tension. Cet environnement s'applique également aux appareils fonctionnant sur batteries ou alimentés par un réseau de distribution d'énergie basse tension non public et non industriel, si ces appareils sont destinés à être utilisés dans les locaux décrits ci-dessous.

Les environnements concernés sont des locaux résidentiels, commerciaux et d'industrie légère, en intérieur et en extérieur. La liste suivante, bien que non exhaustive, donne une indication sur les locaux qui sont concernés:

- propriétés résidentielles, par exemple maisons, appartements;
- points de vente au détail, par exemple magasins, magasins de grande surface;
- locaux professionnels, par exemple bureaux, banques;
- lieux de divertissement recevant du public, par exemple cinémas, bars, salles de danse; locaux extérieurs, par exemple stations d'essence, parcs de stationnement pour véhicules automobiles, salles de jeux électroniques et centres sportifs;
- locaux pour l'industrie légère, par exemple ateliers, laboratoires, centres de services.

Les locaux caractérisés par une alimentation directe à basse tension provenant du réseau public sont considérés comme résidentiels, commerciaux ou d'industrie légère.

NOTE 2 L'environnement B est traité dans les normes CEM génériques CEI 61000-6-1 et CEI 61000-6-3.

L'environnement A et/ou B pour lequel l'ENSEMBLE est adapté doit être indiqué par le constructeur d'ENSEMBLES.

#### **J.9.4.2 Exigences d'essai**

Les ENSEMBLES sont dans la plupart des cas fabriqués ou assemblés à l'unité, par incorporation d'une combinaison plus ou moins aléatoire d'appareils et de composants.

Aucun essai d'immunité ou d'émission CEM n'est exigé sur les ENSEMBLES finis si les conditions suivantes sont satisfaites:

- a) les appareils et les composants incorporés sont conformes aux exigences de CEM pour l'environnement spécifié (voir J.9.4.1) comme exigé par la norme de produit ou la norme CEM générique applicable.
- b) l'installation interne et le câblage sont effectués conformément aux instructions des constructeurs des composants et des appareils (disposition concernant les influences mutuelles, câbles, blindage, mise à la terre, etc.)

Dans tous les autres cas, les exigences CEM doivent être vérifiées par les essais selon J.10.12.

#### **J.9.4.3 Immunité**

##### **J.9.4.3.1 ENSEMBLES n'intégrant pas de circuits électroniques**

Dans les conditions normales d'emploi, les ENSEMBLES qui ne comportent pas de circuits électroniques ne sont pas sensibles aux perturbations électromagnétiques et, par conséquent, ne nécessitent aucun essai d'immunité.

##### **J.9.4.3.2 ENSEMBLES intégrant des circuits électroniques**

Les matériels électroniques incorporés dans les ENSEMBLES doivent être conformes aux exigences d'immunité de la norme de produit ou de la norme CEM générique applicable et doivent être adaptés à l'environnement CEM spécifié indiqué par le constructeur d'ENSEMBLES.

Dans tous les autres cas, les exigences CEM doivent être vérifiées par les essais selon J.10.12.

Un matériel qui utilise des circuits électroniques dans lesquels tous les composants sont passifs (par exemple, des diodes, résistances, varistances, condensateurs, parafoudres, bobines d'inductance) ne nécessite pas d'essai d'immunité.

Le constructeur d'ENSEMBLES doit obtenir du constructeur des composants et/ou des appareils les critères de performances spécifiques du produit sur la base des critères d'acceptation donnés dans la norme de produit applicable.

#### **J.9.4.4 Emission**

##### **J.9.4.4.1 ENSEMBLES n'intégrant pas de circuits électroniques**

Pour les ENSEMBLES qui ne comportent pas de circuits électroniques, des perturbations électromagnétiques ne peuvent être générées par les appareils qu'au cours de coupures occasionnelles. La durée de ces perturbations est de l'ordre de quelques millisecondes. La fréquence, le niveau et les conséquences de ces émissions sont considérés comme faisant partie de l'environnement électromagnétique normal des installations à basse tension. En conséquence, les exigences relatives aux émissions électromagnétiques sont considérées comme satisfaites et aucune vérification n'est nécessaire.



#### **J.9.4.4.2 ENSEMBLES intégrant des circuits électroniques**

Les matériels électroniques incorporés dans les ENSEMBLES doivent être conformes aux exigences d'émission de la norme de produit ou de la norme CEM générique applicable et doivent être adaptés à l'environnement CEM spécifié indiqué par le constructeur d'ENSEMBLES.

Les ENSEMBLES incorporant des circuits électroniques (tels que alimentations électriques à mode commuté, circuits incorporant des microprocesseurs avec horloges haute fréquence) peuvent générer des perturbations électromagnétiques continues.

Pour de telles émissions, ces perturbations ne doivent pas dépasser les limites spécifiées dans la norme de produit applicable, ou les exigences de la CEI 61000-6-4 pour l'environnement A et/ou de la CEI 61000-6-3 pour l'environnement B doivent s'appliquer. Les essais doivent être effectués selon les exigences de la norme de produit applicable éventuelle, ou autrement selon J.10.12.

#### **J.10.12 Essais pour la CEM**

Les unités fonctionnelles contenues dans les ENSEMBLES qui ne satisfont pas aux exigences de J.9.4.2 a) et b) doivent être soumises aux essais suivants, en fonction de ce qui est applicable.

Les essais d'émission et d'immunité doivent être effectués conformément à la norme CEM applicable. Toutefois, le constructeur d'ENSEMBLES doit spécifier toute mesure supplémentaire nécessaire pour vérifier les critères de performances des ENSEMBLES si nécessaire (par exemple, application des temps de palier).

##### **J.10.12.1 Essais d'immunité**

###### **J.10.12.1.1 ENSEMBLES n'intégrant pas de circuits électroniques**

Aucun essai n'est nécessaire; voir J.9.4.3.1.

###### **J.10.12.1.2 ENSEMBLES intégrant des circuits électroniques**

Les essais doivent être effectués en fonction de l'environnement applicable A ou B. Les valeurs sont données aux Tableaux J.1 et/ou J.2 sauf lorsqu'un niveau d'essai différent est donné dans la norme de produit spécifique applicable et qu'il est justifié par le constructeur de composants électroniques.

Les critères de performance doivent être indiqués par le constructeur d'ENSEMBLES à partir des critères d'acceptation du Tableau J.3.

##### **J.10.12.2 Essais d'émission**

###### **J.10.12.2.1 ENSEMBLES n'intégrant pas de circuits électroniques**

Aucun essai n'est nécessaire; voir J.9.4.4.1.

###### **J.10.12.2.2 ENSEMBLES intégrant des circuits électroniques**

Le constructeur d'ENSEMBLES doit spécifier les méthodes d'essai utilisées; voir J.9.4.4.2.

Les limites d'émission relatives à l'environnement A sont données dans la CEI 61000-6-4:2006, Tableau 1.

Les limites d'émission relatives à l'environnement B sont données dans la CEI 61000-6-3:2006, Tableau 1.

Si l'ENSEMBLE comporte des accès de télécommunication, les exigences d'émission du CISPR 22 applicables à ces accès et à l'environnement choisi doivent s'appliquer.

**Tableau J.1 – Essais d'immunité CEM pour l'environnement A  
(voir J.10.12.1)**

| Type d'essai  | Niveau d'essai exigé  | Critères de performance <sup>c</sup> |
|---|---|--------------------------------------|
| Essai d'immunité aux décharges électrostatiques<br>CEI 61000-4-2  | $\pm 8$ kV / décharge dans l'air ou $\pm 4$ kV / décharge au contact  | B                                    |
| Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés<br>CEI 61000-4-3 de 80 MHz à 1 GHz et 1,4 GHz à 2 GHz   | 10 V/m sur l'accès par l'enveloppe  | A                                    |
| Essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves<br>CEI 61000-4-4  | $\pm 2$ kV sur les accès par l'alimentation<br>$\pm 1$ kV sur les accès par les bornes de signaux y compris les circuits auxiliaires et la terre fonctionnelle                                | B                                    |
| 1,2/50 $\mu$ s et 8/20 $\mu$ s – essai d'immunité aux ondes de chocs<br>CEI 61000-4-5 <sup>a</sup>  | $\pm 2$ kV (phase-terre) sur les accès par l'alimentation,<br>$\pm 1$ kV (entre phases) sur les accès par l'alimentation,<br>$\pm 1$ kV (phase-terre) sur les accès par les bornes de signaux | B                                    |
| Essai d'immunité aux perturbations conduites aux fréquences radioélectriques<br>CEI 61000-4-6 de 150 kHz à 80 MHz   | 10 V sur les accès par l'alimentation, les accès par les bornes de signaux et la terre fonctionnelle  | A                                    |
| Immunité aux champs magnétiques à la fréquence industrielle<br>CEI 61000-4-8  | 30 A/m <sup>b</sup> sur l'accès par l'enveloppe   | A                                    |
| Immunité aux creux et aux interruptions de tension<br>CEI 61000-4-11 <sup>d</sup>   | 30 % de réduction pour 0,5 cycle<br>60 % de réduction pour 5 et 50 cycles<br>>95 % de réduction pour 250 cycles   | B<br>C<br>C                          |
| Immunité aux harmoniques du réseau<br>CEI 61000-4-13  | Aucune exigence   |                                      |
| <sup>a</sup> Pour les appareils et/ou les accès d'entrée/sortie avec une tension assignée en courant continu de 24 V ou moins, les essais ne sont pas nécessaires.<br><sup>b</sup> Applicable uniquement aux appareils comportant des dispositifs sensibles aux champs magnétiques.<br><sup>c</sup> Les critères de performance ne dépendent pas de l'environnement. Voir Tableau J.3.<br><sup>d</sup> Applicable uniquement aux accès par l'alimentation arrivée réseau. |   |                                      |





**Tableau J.2 – Essais d'immunité CEM pour l'environnement B  
(voir J.10.12.1)**

| Type d'essai  | Niveau d'essai exigé   | Critères de performance <sup>c</sup> |
|---|--|--------------------------------------|
| Essai d'immunité aux décharges électrostatiques<br>CEI 61000-4-2  | $\pm 8$ kV / décharge dans l'air<br>ou $\pm 4$ kV / décharge au contact  | B                                    |
| Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés<br>CEI 61000-4-3 de 80 MHz à 1 GHz et 1,4 GHz à 2 GHz   | 3 V/m sur l'accès par l'enveloppe  | A                                    |
| Essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves<br>CEI 61000-4-4  | $\pm 1$ kV sur les accès par l'alimentation<br>$\pm 0,5$ kV sur les accès par les bornes de signaux y compris les circuits auxiliaires et la terre fonctionnelle   | B                                    |
| 1,2/50 $\mu$ s et 8/20 $\mu$ s – essai d'immunité aux ondes de chocs<br>CEI 61000-4-5 <sup>a</sup>  | $\pm 0,5$ kV (phase-terre) pour les accès par l'alimentation et les bornes de signaux à l'exception de l'accès par l'alimentation réseau où $\pm 1$ kV s'applique (phase-terre)<br>$\pm 0,5$ kV (entre phases) | B                                    |
| Essai d'immunité aux perturbations conduites aux fréquences radioélectriques<br>CEI 61000-4-6 de 150 kHz à 80 MHz   | 3 V sur les accès par l'alimentation, les accès par les bornes de signaux et la terre fonctionnelle  | A                                    |
| Immunité aux champs magnétiques à la fréquence industrielle<br>CEI 61000-4-8  | 3 A/m <sup>b</sup> sur l'accès par l'enveloppe   | A                                    |
| Immunité aux creux et aux interruptions de tension<br>CEI 61000-4-11 <sup>d</sup>   | 30 % de réduction pour 0,5 cycle<br>60 % de réduction pour 5 cycles<br>>95 % de réduction pour 250 cycles  | B<br>C<br>C                          |
| Immunité aux harmoniques du réseau<br>CEI 61000-4-13  | Aucune exigence  |                                      |
| <sup>a</sup> Pour les appareils et/ou les accès d'entrée/sortie avec une tension assignée en courant continu de 24 V ou moins, les essais ne sont pas nécessaires.<br><sup>b</sup> Applicable uniquement aux appareils comportant des dispositifs sensibles aux champs magnétiques.<br><sup>c</sup> Les critères de performance ne dépendent pas de l'environnement. Voir Tableau J.3.<br><sup>d</sup> Applicable uniquement aux accès par l'alimentation arrivée réseau. |  |                                      |

**Tableau J.3 – Critères d'acceptation en présence de perturbations électromagnétiques**

| Point  | Critères d'acceptation<br>(critères de performance au cours des essais)   |   |  |
|--|---|---|--|
|  | A   | B   | C  |
| Performance globale  | Pas de changement décelable de la caractéristique de fonctionnement<br><br>Fonctionnement comme prévu   | Dégradation temporaire ou perte de performance qui est auto-récupérable   | Dégradation temporaire ou perte de performance qui nécessite une intervention de l'opérateur ou une réinitialisation du système <sup>a</sup>   |
| Fonctionnement des circuits de puissance et des circuits auxiliaires                     | Aucun dysfonctionnement   | Dégradation temporaire ou perte de performance qui est auto-récupérable <sup>a</sup>                              | Dégradation temporaire ou perte de performance qui nécessite une intervention de l'opérateur ou une réinitialisation du système <sup>a</sup>   |
| Fonctionnement des unités d'affichage et des panneaux de commande/contrôle               | Pas de changement de l'information affichée<br><br>Uniquement faible fluctuation de l'intensité lumineuse des DEL ou léger mouvement des caractères | Changements temporaires visibles ou perte d'informations<br><br>Illumination non désirée des DEL                  | Arrêt ou<br>perte permanente d'affichage.<br>Information erronée et/ou mode de fonctionnement non permis qu'il convient d'afficher visiblement ou il convient de fournir une indication.<br><br>Pas auto-récupérable |
| Fonctions de traitement de l'information et de détection                                 | Communication et échange de données non perturbés vers les appareils externes   | Communication perturbée de façon temporaire, avec rapports d'erreurs possibles des appareils internes et externes | Traitement erroné de l'information<br><br>Perte de données et/ou d'informations<br><br>Erreurs dans les communications<br><br>Pas auto-récupérable   |
| <sup>a</sup> Les exigences spécifiques doivent être détaillées dans la norme de produit. |   |   |  |



## **Annexe K** (normative)

### **Protection par séparation électrique**

#### **K.1 Généralités**

La séparation électrique est une mesure de protection dans laquelle:

- la protection principale (protection contre les contacts directs) est assurée par l'isolation principale entre les parties actives dangereuses et les masses d'un circuit séparé, et
- la protection en cas de défaut (protection contre les contacts indirects) est assurée par:
  - la simple séparation du circuit séparé des autres circuits et de la terre;
  - par une liaison équipotentielle de protection non reliée à la terre reliant les masses des équipements du circuit séparé lorsque plus d'un équipement est raccordé à ce circuit séparé.

Le raccordement volontaire des masses à un conducteur de protection ou à un conducteur de terre n'est pas autorisé.

#### **K.2 Séparation électrique**

##### **K.2.1 Généralités**

La protection par une séparation électrique doit être assurée par la conformité à toutes les exigences de K.2.2 à K.2.5.

##### **K.2.2 Source d'alimentation**

Le circuit doit être alimenté par une source qui assure la séparation, à savoir

- un transformateur d'isolement, ou
- une source de courant assurant un degré de sécurité équivalent à celui du transformateur d'isolement spécifié ci-dessus, par exemple, un moteur-générateur avec des enroulements assurant une isolation équivalente.

NOTE La capacité à résister à une tension d'essai particulièrement élevée est reconnue comme un moyen d'assurer le degré nécessaire d'isolation.

Les sources mobiles d'alimentation raccordées à un réseau d'alimentation doivent être choisies conformément à l'Article K.3 (appareils de la classe II ou isolation équivalente).

Les sources fixes d'alimentation doivent être:

- choisies conformément à l'Article K.3, ou
- telles que la sortie est séparée de l'entrée et de l'enveloppe par une isolation qui satisfait aux conditions de l'Article K.3; si une telle source alimente plusieurs équipements, les masses de ces équipements ne doivent pas être raccordées à l'enveloppe métallique de la source.

##### **K.2.3 Choix et installation de la source d'alimentation**

###### **K.2.3.1 Tension**

La tension du circuit séparé électriquement ne doit pas dépasser 500 V.

### **K.2.3.2 Installation**

**K.2.3.2.1** Les parties actives du circuit séparé ne doivent pas être raccordées à un point quelconque d'un autre circuit ou à la terre.

Pour éviter le risque de défaut à la terre, une attention particulière doit être accordée à l'isolation de telles parties par rapport à la terre, en particulier pour les câbles souples et les cordons.

Les dispositions doivent assurer une séparation électrique qui ne soit pas inférieure à celle qui existe entre l'entrée et la sortie d'un transformateur d'isolement.

NOTE En particulier, la séparation électrique est nécessaire entre les parties actives des matériels électriques comme les relais, les contacteurs, les interrupteurs auxiliaires et toute partie d'un autre circuit.

**K.2.3.2.2** Les câbles souples et les cordons doivent être visibles sur toute partie de leur longueur susceptible de subir des dommages mécaniques.

**K.2.3.2.3** Pour les circuits séparés, l'utilisation de câblages séparés est nécessaire. Si l'utilisation de conducteurs du même câblage pour les circuits séparés et d'autres circuits est inévitable, les câbles multi-conducteurs sans revêtement métallique ou les conducteurs isolés dans les conduits isolants, les canalisations ou les goulottes doivent être utilisés sous réserve que leur tension assignée ne soit pas inférieure à la tension la plus élevée susceptible de se produire et que chaque circuit soit protégé contre les surintensités.

### **K.2.4 Alimentation d'un seul appareil**

Lorsqu'un seul appareil est alimenté, les masses du circuit séparé ne doivent pas être raccordées au conducteur de protection ni aux masses des autres circuits.

NOTE Si les masses du circuit séparé sont susceptibles de venir en contact, que ce soit de manière intentionnelle ou fortuite, avec les masses des autres circuits, la protection contre les chocs électriques ne dépend plus uniquement de la protection par séparation électrique mais des mesures de protection auxquelles ces masses sont soumises.

### **K.2.5 Alimentation de plus d'un appareil**

Si des mesures de prévention sont prises pour protéger le circuit séparé contre des dommages et un défaut de l'isolation, une source d'alimentation, conforme à K.2.2, peut alimenter plus d'un appareil sous réserve que toutes les exigences suivantes soient satisfaites.

- a) Les masses du circuit séparé doivent être raccordées entre elles par des conducteurs de liaison équipotentielle isolés non reliés à la terre. De tels conducteurs ne doivent pas être raccordés aux conducteurs de protection ou aux masses des autres circuits ou à tout élément conducteur étranger.

NOTE Si les masses du circuit séparé sont susceptibles de venir en contact, que ce soit de manière intentionnelle ou fortuite, avec les masses des autres circuits, la protection contre les chocs électriques ne dépend plus uniquement de la protection par la séparation électrique mais des mesures de protection auxquelles ces masses sont soumises.

- b) Tous les socles de prises doivent être munis de contacts de protection qui doivent être raccordés au système de liaison équipotentielle fourni conformément au point a).
- c) Sauf lorsqu'ils alimentent des appareils de la classe II, tous les câbles souples doivent posséder un conducteur de protection destiné à être utilisé comme conducteur de liaison équipotentielle.

On doit s'assurer que si deux défauts affectant deux masses apparaissent et que si celles-ci sont alimentées par des conducteurs de polarité opposée, un dispositif de protection doit couper l'alimentation dans un temps conforme aux valeurs du Tableau K.1.



**Tableau K.1 – Temps de coupure maximal pour les schémas TN**

| $U_o^a$<br>V                        | Temps de coupure<br>s |
|-------------------------------------|-----------------------|
| 120                                 | 0,8                   |
| 230                                 | 0,4                   |
| 277                                 | 0,4                   |
| 400                                 | 0,2                   |
| >400                                | 0,1                   |
| a Valeurs fondées sur la CEI 60038. |                       |


Pour les tensions qui se situent dans les limites de la bande de tolérance indiquées dans la CEI 60038, le temps de coupure approprié à la tension nominale s'applique.

Pour les valeurs intermédiaires de tension, la valeur immédiatement supérieure dans le tableau ci-dessus doit être utilisée.

### K.3 Appareils de la classe II ou isolation équivalente

La protection doit être assurée par un matériel électrique parmi les types suivants:

- Matériel électrique ayant une isolation double ou une isolation renforcée (appareils de la classe II)
- ENSEMBLES ayant une isolation totale, voir 8.4.3.3.

Ce matériel est marqué par le symbole .

NOTE Cette mesure est destinée à empêcher l'apparition d'une tension dangereuse sur les parties accessibles des matériels électriques par un défaut dans l'isolation principale.

## **Annexe L** (informative)

### **Distances d'isolement et lignes de fuite en Amérique du Nord**

**Tableau L.1 – Distances d'isolement minimales dans l'air**

| Tension assignée d'emploi<br>V  | Distances minimale d'isolement<br>mm |                |
|---|--------------------------------------|----------------|
|   | Entre phases                         | Phase à neutre |
| (150) <sup>a</sup> 125 ou moins   | 12,7                                 | 12,7           |
| (151) <sup>a</sup> 126-250  | 19,1                                 | 12,7           |
| 251-600   | 25,4                                 | 25,4           |
| <sup>a</sup> Les valeurs entre parenthèses sont applicables au Mexique. |                                      |                |

**Tableau L.2 – Lignes de fuite minimales**

| Tension assignée d'emploi<br>V  | Lignes de fuite minimale<br>mm |                |
|---|--------------------------------|----------------|
|   | Entre phases                   | Phase à neutre |
| (150) <sup>a</sup> 125 ou moins   | 19,1                           | 12,7           |
| (151) <sup>a</sup> 126-250  | 31,8                           | 12,7           |
| 251-600   | 50,8                           | 25,4           |
| <sup>a</sup> Les valeurs entre parenthèses sont applicables au Mexique. |                                |                |

NOTE Ces données ne constituent pas une liste complète et exhaustive de toutes les réglementations spécifiques au marché nord-américain.



## **Annexe M** **(informative)**

### **Limites d'échauffement en Amérique du Nord**

Les limites d'échauffement autorisées en Amérique du Nord sont basées sur les échauffements admissibles pour les dispositifs raccordés (connecteurs de fils, câbles, disjoncteurs, etc.). Ces limites doivent être prises en compte pour maintenir un fonctionnement correct et sûr du réseau électrique dans son ensemble. Ces exigences sont données par le Code National Electrique, NFPA 70, Article 110.14-C, « Limites de températures ». Ce document est publié par la National Fire Protection Association, Quincy, Massachusetts, USA. Au Mexique, ces exigences sont données par le NOM-001-SEDE.

**Tableau M.1 – Limites d'échauffement en Amérique du Nord**

| <b>Parties des ENSEMBLES</b>   | <b>Echauffement<br/>K</b> |
|--|---------------------------|
| Jeux de barres non plaqués   | 50                        |
| Jeux de barres plaqués   | 65                        |
| Bornes à l'exception des cas ci-dessous  | 50                        |
| Bornes pour les appareils marqués pour être utilisés avec des conducteurs de température admissible maximum 90 °C, sur la base d'un courant admissible à 75 °C | 60                        |
| Bornes pour les appareils ayant un courant assigné au plus égal à 110 A, et marqués pour être utilisés avec des conducteurs de température admissible 75 °C    | 65                        |





## Annexe N (normative)

### Courant admissible et puissance dissipée des barres en cuivre nues

Les tableaux suivants donnent des valeurs pour les courants admissibles des conducteurs et les puissances dissipées dans des conditions idéales à l'intérieur d'un ENSEMBLE (voir 10.10.2.2.3, 10.10.4.2.1 et 10.10.4.3.1). La présente annexe ne s'applique pas aux conducteurs vérifiés par essai.

Les méthodes de calcul utilisées pour déterminer ces valeurs sont données pour permettre leur calcul pour d'autres conditions.

**Tableau N.1 – Courant admissible et puissance dissipée des barres en cuivre nues de section rectangulaire, cheminant horizontalement et disposées avec leur côté le plus grand vertical, fréquence 50 Hz à 60 Hz (température ambiante à l'intérieur de l'ENSEMBLE: 55 °C, température du conducteur 70 °C)**

| Hauteur x épaisseur des barres | Section de barre | Une barre par phase   |   |  | Deux barres par phase<br>(espace = épaisseur des barres)                          |   |  |
|--------------------------------|------------------|---|---|--|---|---|--|
|                                |                  |  |  |  |  |  |  |
|                                |                  | $k_3$   | Courant admissible  | Puissance dissipée par conducteur de phase $P_v$ | $k_3$   | Courant admissible  | Puissance dissipée par conducteur de phase $P_v$ |
| mm × mm                        | mm <sup>2</sup>  |   | A   | W/m  |   | A   | W/m  |
| 12 × 2                         | 23,5             | 1,00  | 70  | 4,5  | 1,01  | 118   | 6,4  |
| 15 × 2                         | 29,5             | 1,00  | 83  | 5,0  | 1,01  | 138   | 7,0  |
| 15 × 3                         | 44,5             | 1,01  | 105   | 5,4  | 1,02  | 183   | 8,3  |
| 20 × 2                         | 39,5             | 1,01  | 105   | 6,1  | 1,01  | 172   | 8,1  |
| 20 × 3                         | 59,5             | 1,01  | 133   | 6,4  | 1,02  | 226   | 9,4  |
| 20 × 5                         | 99,1             | 1,02  | 178   | 7,0  | 1,04  | 325   | 11,9   |
| 20 × 10                        | 199              | 1,03  | 278   | 8,5  | 1,07  | 536   | 16,6   |
| 25 × 5                         | 124              | 1,02  | 213   | 8,0  | 1,05  | 381   | 13,2   |
| 30 × 5                         | 149              | 1,03  | 246   | 9,0  | 1,06  | 437   | 14,5   |
| 30 × 10                        | 299              | 1,05  | 372   | 10,4   | 1,11  | 689   | 18,9   |
| 40 × 5                         | 199              | 1,03  | 313   | 10,9   | 1,07  | 543   | 17,0   |
| 40 × 10                        | 399              | 1,07  | 465   | 12,4   | 1,15  | 839   | 21,7   |
| 50 × 5                         | 249              | 1,04  | 379   | 12,9   | 1,09  | 646   | 19,6   |
| 50 × 10                        | 499              | 1,08  | 554   | 14,2   | 1,18  | 982   | 24,4   |
| 60 × 5                         | 299              | 1,05  | 447   | 15,0   | 1,10  | 748   | 22,0   |
| 60 × 10                        | 599              | 1,10  | 640   | 16,1   | 1,21  | 1118  | 27,1   |
| 80 × 5                         | 399              | 1,07  | 575   | 19,0   | 1,13  | 943   | 27,0   |
| 80 × 10                        | 799              | 1,13  | 806   | 19,7   | 1,27  | 1372  | 32,0   |
| 100 × 5                        | 499              | 1,10  | 702   | 23,3   | 1,17  | 1125  | 31,8   |
| 100 × 10                       | 999              | 1,17  | 969   | 23,5   | 1,33  | 1612  | 37,1   |
| 120 × 10                       | 1200             | 1,21  | 1131  | 27,6   | 1,41  | 1859  | 43,5   |

$$P_v = \frac{I^2 \times k_3}{\kappa \times A} \times [1 + \alpha \times (T_c - 20 \text{ °C})]$$

où

$P_v$  est la puissance dissipée par mètre;

$I$  est le courant admissible;





$k_3$  est le facteur de déplacement de courant;

$\kappa$  est la conductivité du cuivre,  $\kappa = 56 \frac{\text{m}}{\Omega \times \text{mm}^2}$  ;

$A$  est la section de barre;

$\alpha$  est le coefficient de température de résistance,  $\alpha = 0,004 \text{ K}^{-1}$ ;

$T_c$  est la température du conducteur.

Les courants admissibles peuvent être convertis pour d'autres températures d'air ambiant à l'intérieur de l'ENSEMBLE et/ou pour une température de conducteur de 90 °C en multipliant les valeurs du Tableau N.1 par le facteur correspondant  $k_4$  du Tableau N.2. Les pertes dissipées doivent ensuite être calculées en conséquence à l'aide de la formule ci-dessus.

**Tableau N.2 – Facteur  $k_4$  pour différentes températures de l'air à l'intérieur de l'ENSEMBLE et/ou pour les conducteurs**

| Température de l'air à l'intérieur de l'enveloppe autour des conducteurs<br>°C | Facteur $k_4$                      |                                    |
|--|------------------------------------|------------------------------------|
|  | Température du conducteur de 70 °C | Température du conducteur de 90 °C |
| 20   | 2,08                               | 2,49                               |
| 25   | 1,94                               | 2,37                               |
| 30   | 1,82                               | 2,26                               |
| 35   | 1,69                               | 2,14                               |
| 40   | 1,54                               | 2,03                               |
| 45   | 1,35                               | 1,91                               |
| 50   | 1,18                               | 1,77                               |
| 55   | 1,00                               | 1,62                               |
| 60   | 0,77                               | 1,48                               |

On doit tenir compte du fait qu'en fonction de la conception de l'ENSEMBLE, des températures ambiantes et de conducteurs très différentes peuvent apparaître, en particulier avec des courants admissibles plus élevés.

La vérification de l'échauffement réel dans ces conditions doit être déterminée par essai. Les puissances dissipées peuvent ensuite être calculées par la même méthode que celle utilisée pour ce Tableau N.2.

NOTE A des courants plus élevés, des pertes par courant de Foucault supplémentaires peuvent être importantes et elles ne sont pas incluses dans les valeurs du Tableau N.1.

## **Annexe O** (informative)

### **Recommandations concernant la vérification de l'échauffement**

#### **O.1 Généralités**

Tous les ENSEMBLES produisent de la chaleur en service. En posant comme hypothèse que la capacité de dissipation thermique pour des zones locales de l'ENSEMBLE et pour l'ENSEMBLE complet, fonctionnant à pleine charge, dépasse la chaleur totale produite, alors l'équilibre thermique est établi; la température se stabilise à un échauffement supérieur à la température ambiante qui règne autour de l'ENSEMBLE.

La vérification de l'échauffement a pour objectif de s'assurer de la stabilisation des températures à une valeur qui n'occasionne pas :

- a) une dégradation ou un vieillissement importants de l'ENSEMBLE, ou
- b) un transfert de chaleur excessif vers les conducteurs externes, de sorte que la capacité de service des conducteurs externes et de tout matériel auquel ils sont raccordés, puisse en être affectée, ou,
- c) de brûlures aux personnes, opérateurs ou animaux au voisinage d'un ENSEMBLE dans des conditions normales d'emploi.

#### **O.2 Limites d'échauffement**

Le choix de la méthode appropriée de vérification de l'échauffement relève de la responsabilité du constructeur. (Voir Figure O.1).

Toutes les limites d'échauffement données dans la norme supposent que l'ENSEMBLE est situé dans un environnement dans lequel les températures ambiantes moyenne et de crête quotidiennes ne dépassent pas 35 °C et 40 °C, respectivement.

La norme suppose également que tous les circuits de départ d'un ENSEMBLE ne sont pas chargés à leur courant assigné de manière simultanée. Cette reconnaissance de la situation d'utilisation pratique est définie par un « facteur de diversité assigné ». Compte tenu de la charge du circuit d'arrivée ne dépassant pas son courant assigné, la diversité représente la proportion des courants assignés individuels que toute combinaison de circuits de départ peut conduire de manière continue et simultanée, sans aucune surchauffe de l'ENSEMBLE. Le facteur de diversité (charge supposée) est généralement défini pour l'ENSEMBLE complet, mais un constructeur peut décider de le spécifier pour des groupes de circuits, par exemple les circuits d'une colonne.

La vérification de l'échauffement valide deux critères, à savoir que:

- a) chaque type de circuit est capable d'acheminer son courant assigné lorsqu'il est intégré à l'ENSEMBLE. Ceci tient compte du mode de raccordement et de protection du circuit dans l'ENSEMBLE, mais exclut toutefois l'effet de l'échauffement susceptible de provenir des circuits chargés adjacents.
- b) il ne se produit aucune surchauffe de l'ENSEMBLE complet lorsque le circuit d'arrivée est chargé à son courant assigné, et sous l'influence du courant maximal du circuit d'arrivée, toute combinaison des circuits de départ peut être également soumise à une charge continue et simultanée égale à leur courant assigné multiplié par le facteur de diversité assigné applicable à l'ENSEMBLE.



Les limites d'échauffement dans l'ENSEMBLE relèvent de la responsabilité du constructeur, et sont déterminées essentiellement de telle façon que la température de fonctionnement ne dépasse pas la capacité à long terme des matériaux utilisés dans l'ENSEMBLE. La norme définit les limites d'échauffement aux interfaces entre l'ENSEMBLE et le « monde extérieur », par exemple, bornes de câbles et poignées de manœuvre (voir Tableau 6).

La vérification de l'échauffement peut s'effectuer par essai, calcul ou application de règles de conception dans les limites définies dans la norme. Il est admis d'utiliser une méthode de vérification ou une combinaison des méthodes de vérification établies dans la norme afin de vérifier les caractéristiques d'échauffement d'un ENSEMBLE. Ceci permet au constructeur de choisir la méthode qui convient le mieux à l'ENSEMBLE considéré, ou à une partie de ce dernier, compte tenu des volumes, de la construction, de la flexibilité de la conception, du courant assigné, et de la taille de l'ENSEMBLE.

Dans les réalisations typiques qui réclament une certaine adaptation d'une conception type, il est fort probable que plusieurs méthodes sont utilisées pour couvrir différents aspects de la conception de l'ENSEMBLE.

### **O.3 Essai**

#### **O.3.1 Généralités**

La norme fournit des recommandations concernant le choix de groupes d'unités fonctionnelles comparables afin d'éviter les essais inutiles. Elle décrit ensuite de manière détaillée comment sélectionner la variante critique de chaque groupe en vue de la soumettre aux essais. Des règles de conception sont alors appliquées pour affecter des caractéristiques assignées aux autres circuits qui sont « thermiquement analogues » à la variante critique soumise à essai.

La présente norme propose trois options de vérification par essai.

#### **O.3.2 Méthode a) – Vérification de l'ENSEMBLE complet (10.10.2.3.5)**

Si plusieurs circuits ou l'ensemble des circuits d'un ENSEMBLE sont chargés simultanément, alors un circuit donné n'est capable de transporter que son courant assigné multiplié par le facteur de diversité assigné (voir 5.4), en raison de l'influence thermique des autres circuits. Ainsi, pour vérifier les courants assignés de tous les circuits, un essai séparé est nécessaire pour chaque type de circuit. Pour vérifier le facteur de diversité assigné, un essai complémentaire avec des charges appliquées simultanément sur tous les circuits doit être réalisé (voir méthodes b) et c)).

Pour éviter le grand nombre d'essais qui peut être nécessaire, 10.10.2.3.5 décrit une méthode de vérification dans laquelle seul un essai est réalisé avec des charges appliquées simultanément sur tous les circuits. Comme un seul essai ne permet pas de vérifier séparément les courants assignés et le facteur de diversité assigné des circuits, on suppose que le facteur de diversité est égal à un. Dans ce cas, les courants de charge ont la même valeur que les courants assignés.

Il s'agit d'une méthode prudente et rapide permettant d'obtenir un résultat applicable à un montage d'ENSEMBLE particulier. Elle démontre les caractéristiques assignées des circuits de départ et de l'ENSEMBLE au cours d'un même essai. Le circuit d'arrivée et les jeux de barres sont chargés à leur courant assigné et autant de circuits de départ dans un groupe que nécessaire pour la répartition du courant d'arrivée, sont chargés à leur courant assigné individuel une fois installés dans l'ENSEMBLE. Cette situation n'est pas réaliste pour la plupart des installations, dans la mesure où les circuits de départ ne sont normalement pas chargés avec un facteur de diversité égal à un. Si le groupe d'unités fonctionnelles soumises à essai ne comporte pas chacun différents types de circuit de départ intégrés à l'ENSEMBLE, d'autres essais sont alors effectués en formant différents groupes de circuits de départ jusqu'à ce que chacun des différents types ait été soumis à l'essai.

Les essais ainsi effectués nécessitent un nombre minimal d'essais d'échauffement, mais cette méthode d'essai est plus défavorable que nécessaire et le résultat obtenu ne peut être appliqué à une gamme d'ENSEMBLES.

### **O.3.3 Méthode b) – Vérification séparée de chaque unité fonctionnelle et de l'ENSEMBLE complet (10.10.2.3.6)**

Cette méthode d'essai permet de soumettre à essai séparément chaque variante critique d'un circuit de départ afin de déterminer son courant assigné puis de soumettre à l'essai l'ENSEMBLE complet avec le circuit d'arrivée chargé à son courant assigné et le nombre de circuits de départ nécessaire pour distribuer le courant d'arrivée, également chargés à leur courant assigné multiplié par le facteur de diversité. Il convient que le groupe soumis à l'essai comporte un circuit de départ de chaque variante critique à intégrer dans l'ENSEMBLE. Lorsque la pratique ne permet pas de soumettre à essai simultanément toutes les variantes critiques, d'autres groupes sont soumis à l'essai jusqu'à ce que toutes les variantes critiques du circuit de départ aient été prises en compte.

Ce programme d'essai tient compte de la diversité de charge des circuits de départ de la plupart des applications. Toutefois, tel qu'indiqué dans la méthode a), le résultat s'applique uniquement à une configuration d'ENSEMBLE spécifique soumise à essai.

### **O.3.4 Méthode c) – Vérification individuelle de chaque unité fonctionnelle, des jeux de barres principaux, des jeux de barre de distribution et de l'ENSEMBLE complet (10.10.2.3.7)**

Cette méthode d'essai permet de vérifier l'échauffement de systèmes modulaires sans qu'il soit nécessaire de soumettre à essai chaque combinaison imaginable de circuits. Les essais d'échauffement sont effectués séparément afin de démontrer les caractéristiques assignées:

- a) des unités fonctionnelles,
- b) des jeux de barres principaux,
- c) des jeux de barres de distribution,
- d) de l'ENSEMBLE complet.

Afin de vérifier les performances de l'ENSEMBLE complet, ces essais sont alors complétés par un essai supplémentaire effectué sur un ENSEMBLE représentatif dans lequel le circuit d'arrivée est chargé à son courant assigné et les circuits de départ sont chargés à leur courant assigné multiplié par le facteur de diversité.

Cette approche, bien que nécessitant l'application d'un plus grand nombre d'essais que les méthodes a) et b), présente l'avantage de vérifier le système modulaire et non une configuration spécifique de l'ENSEMBLE.

## **O.4 Calcul**

### **O.4.1 GENERALITES**

La norme comporte deux méthodes de vérification des caractéristiques d'échauffement par calcul.

### **O.4.2 ENSEMBLE à un seul compartiment avec courant assigné inférieur à 630 A**

Méthode très simple de vérification de l'échauffement qui exige de s'assurer que les pertes totales des composants et conducteurs de l'ENSEMBLE ne sont pas supérieures à la capacité connue de l'enveloppe à dissiper la chaleur. Le domaine d'application de cette méthode est très limité et tous les composants doivent faire l'objet d'un déclassement à 80 % de leur courant assigné à l'air libre afin que les points chauds ne génèrent aucune difficulté.



#### **O.4.3 ENSEMBLE avec courants assignés ne dépassant pas 1 600 A**

La vérification de l'échauffement s'effectue par calcul conformément à la CEI 60890, avec des marges complémentaires. Le domaine d'application de cette méthode est limité à 1 600 A, les composants sont déclassés à 80 % de leur courant assigné à l'air libre et les cloisons horizontales éventuelles doivent comporter au minimum une surface libre de 50 %.

### **O.5 Règles de conception**

La norme permet de déduire, dans des conditions clairement définies, les caractéristiques assignées à partir de variantes similaires vérifiées au préalable par essai. Par exemple, si le courant assigné d'un jeu de barres constitué de barres plates doubles a été déterminé par essai, il est admis d'affecter un courant assigné égal à 50 % de celui de la configuration soumise à essai à un jeu de barres constitué de barres plates simples présentant les mêmes largeur et épaisseur, lorsque tous les autres aspects considérés sont identiques.

De plus, la caractéristique assignée de tous les circuits d'un groupe d'unités fonctionnelles comparables (tous les dispositifs doivent avoir la même dimension de cadre et appartenir à la même série) peut être déduite d'un seul essai d'échauffement effectué sur la variante critique du groupe. Un exemple de cette déduction peut consister à soumettre à l'essai un disjoncteur de sortie ayant un courant nominal de 250 A et à déterminer son courant assigné dans l'ENSEMBLE; puis, en supposant qu'il a les mêmes dimensions de cadre et que les autres conditions spécifiées sont satisfaites, calculer la courant assigné d'un disjoncteur de sortie de courant nominale 160 A disposé dans le même ENSEMBLE.

Enfin, il existe des règles de conception très strictes, eu égard à l'échauffement, qui permettent de remplacer un appareil par un appareil analogue provenant d'une autre série, voire d'une autre marque, sans le soumettre à un nouvel essai. Dans ce cas, la configuration physique doit être essentiellement identique, la puissance dissipée et l'échauffement des bornes de l'appareil de substitution, lorsqu'il est soumis à l'essai conformément à sa propre norme de produit, ne doivent pas être plus élevés que ceux de l'appareil d'origine.

NOTE Lorsqu'on examine la substitution d'un appareil, il convient que tous les autres critères de performance, notamment ceux qui traitent de la tenue aux courts-circuits, soient examinés et satisfaits, conformément à la norme, avant qu'un ENSEMBLE soit considéré vérifié.

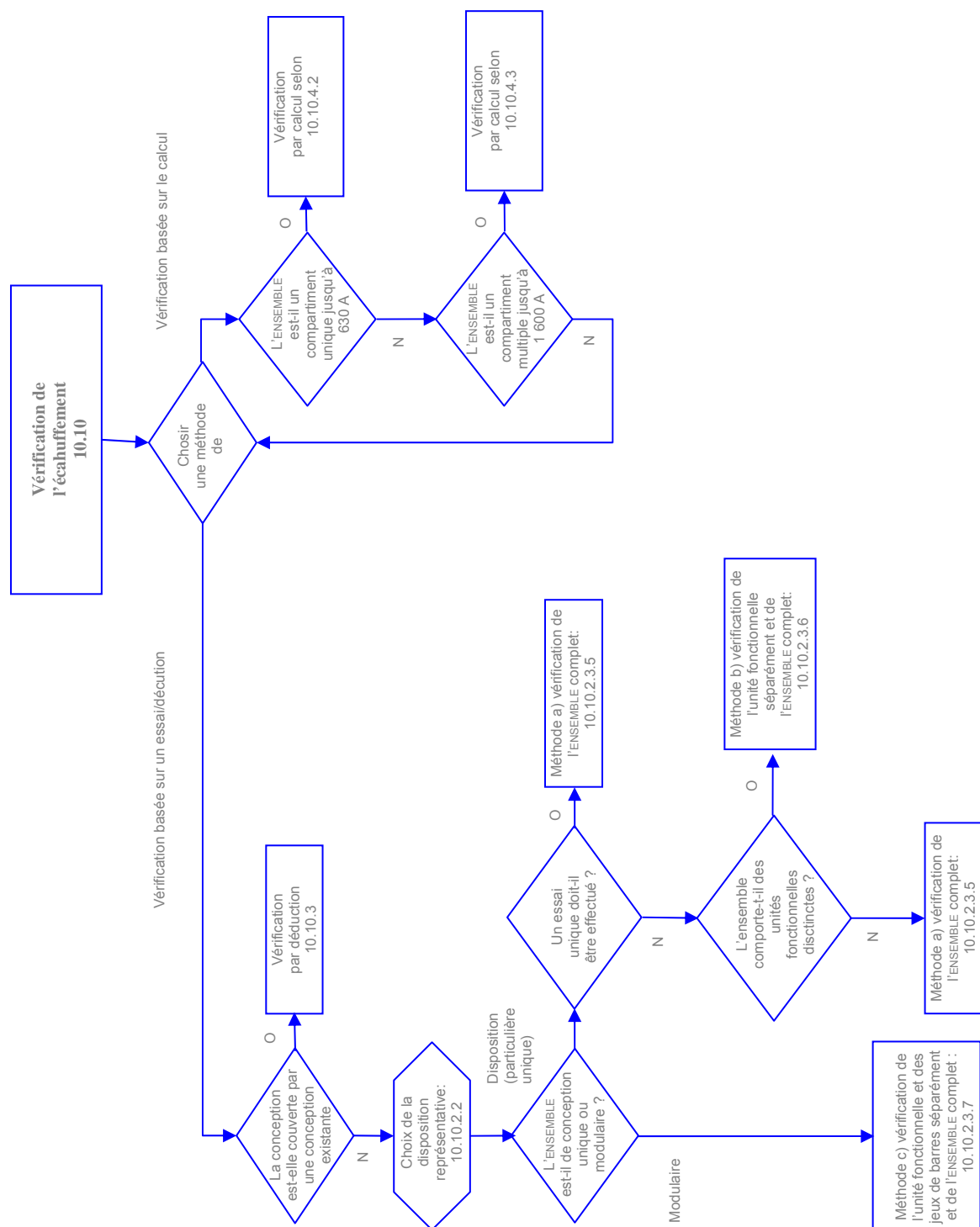


Figure O.1 – Méthodes de vérification de l'échauffement

## Annexe P (normative)

### Vérification de la tenue aux courts-circuits des structures de jeux de barres par comparaison avec une conception de référence soumise à essai par calcul

#### P.1 Généralités

La présente annexe décrit une méthode d'évaluation de la tenue aux courts-circuits des structures de jeux de barres d'un ENSEMBLE par la comparaison de l'ENSEMBLE à évaluer avec un ENSEMBLE déjà vérifié par essai (voir 10.11.5).

#### P.2 Termes et définitions

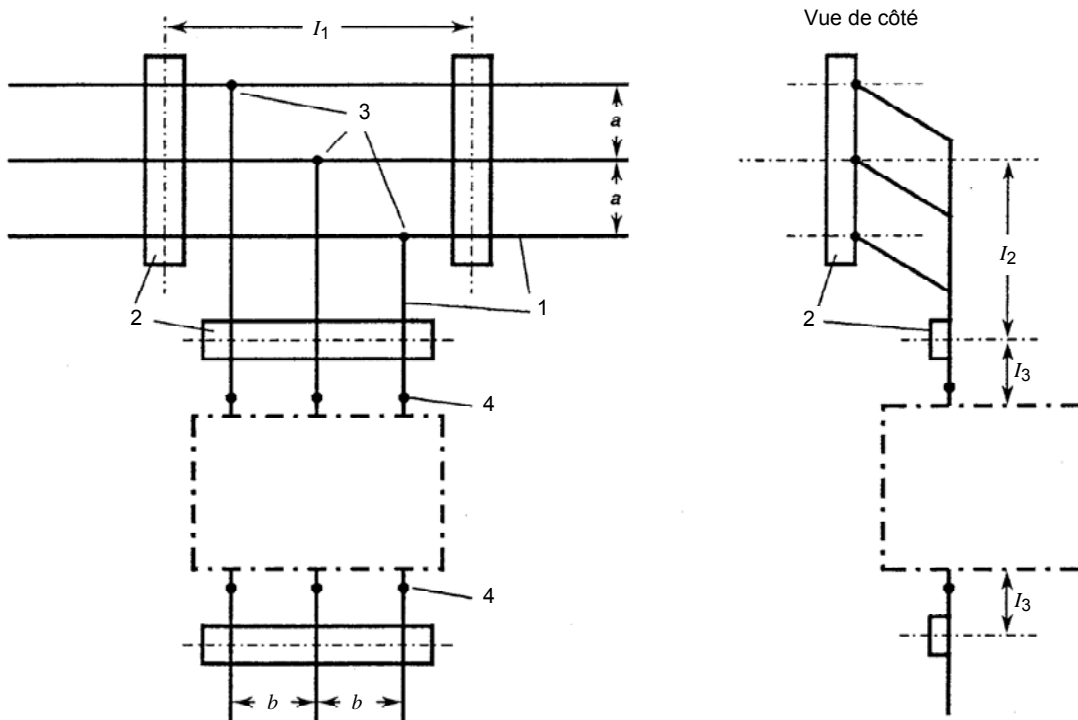
Pour les besoins de la présente annexe, les termes et définitions suivants s'appliquent.

##### P.2.1

##### structure de jeu de barres vérifiée par essai

##### SS

structure dont les dispositions et les matériels font l'objet d'une documentation sous forme de dessins, nomenclatures et descriptions dans le certificat d'essai (Figure P.1)



IEC 1861/11

#### Légende

- 1 jeu de barres
- 2 support
- 3 raccordement des jeux de barres
- 4 raccordement des matériels
- $a, b, l$  distances

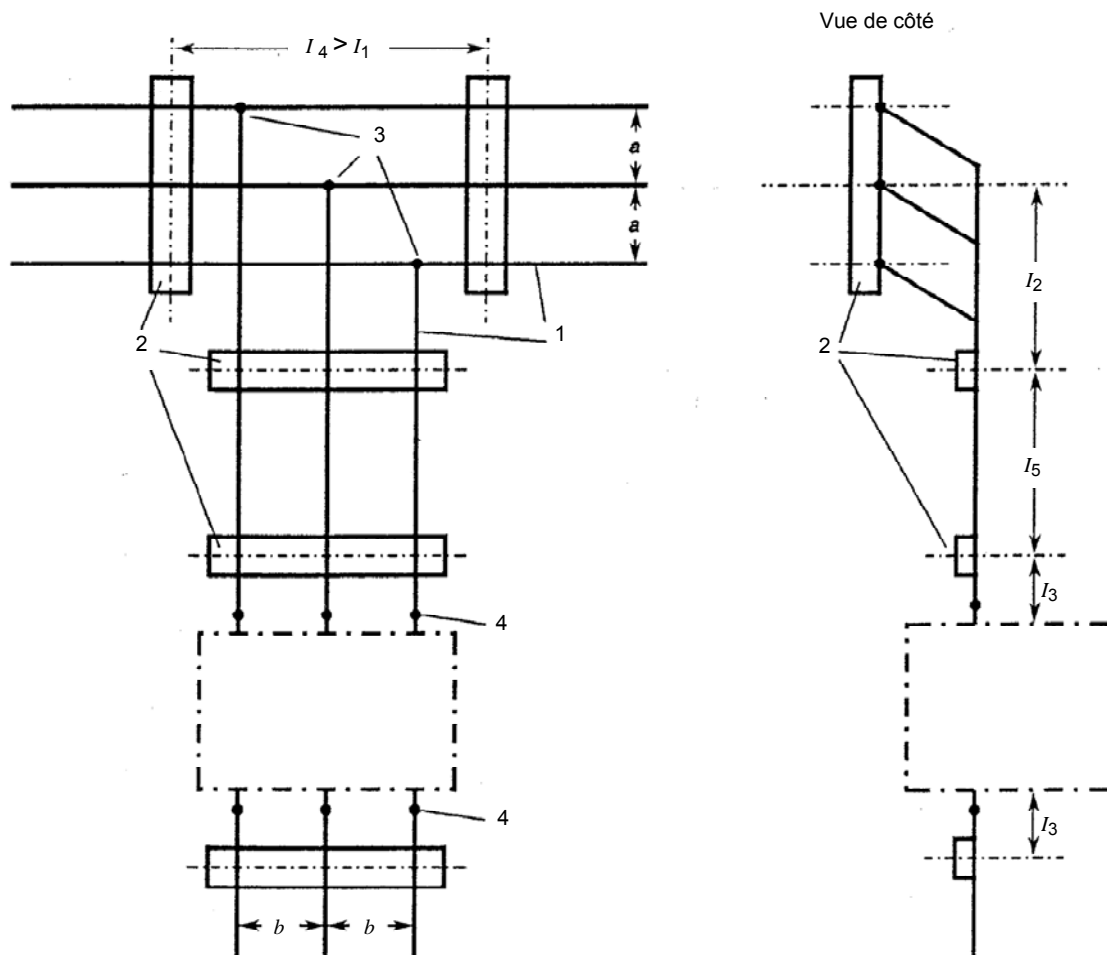
Figure P.1 – Structure de jeu de barres vérifiée par essai (SS)

## P.2.2

### structure de jeu de barres qui n'a pas été vérifiée par essai

#### NSS

structure qui nécessite la vérification de la tenue aux courts-circuits (Figure P.2)



IEC 1862/11

#### Légende

- 1 jeu de barres
- 2 support
- 3 raccordement des jeux de barres
- 4 raccordement des matériels
- $a, b, l$  distances

Figure P.2 – Structure de jeu de barres qui n'a pas été vérifiée par essai (NSS)





### **P.3 Méthode de vérification**

La tenue aux courts-circuits d'une structure dérivée, c'est-à-dire d'une NSS, est vérifiée à partir d'une structure vérifiée par essai (SS) en appliquant les calculs suivant la CEI 60865-1 aux deux structures. La tenue aux courts-circuits de la NSS est considérée comme vérifiée si les calculs montrent que la NSS n'a pas à supporter de contraintes mécaniques et thermiques supérieures à celles de la structure vérifiée par essai.

### **P.4 Conditions d'application**

#### **P.4.1 Généralités**

Les changements de paramètres, tels que les distances entre jeux de barres, les matériaux des jeux de barres, la section des jeux de barres et la configuration des jeux de barres qui se révèlent nécessaires pour le calcul en conformité avec la CEI 60865-1 sont admis uniquement pour autant que les conditions suivantes soient respectées.

#### **P.4.2 Valeur de crête du courant de court-circuit**

Le courant de court-circuit ne peut être changé qu'en des valeurs inférieures.

#### **P.4.3 Contrainte thermique en court-circuit**

La contrainte thermique en court-circuit d'une NSS doit être vérifiée par calculs suivant la CEI 60865-1. L'échauffement calculé de la NSS ne doit pas excéder celui de la SS.

#### **P.4.4 Supports des jeux de barres**

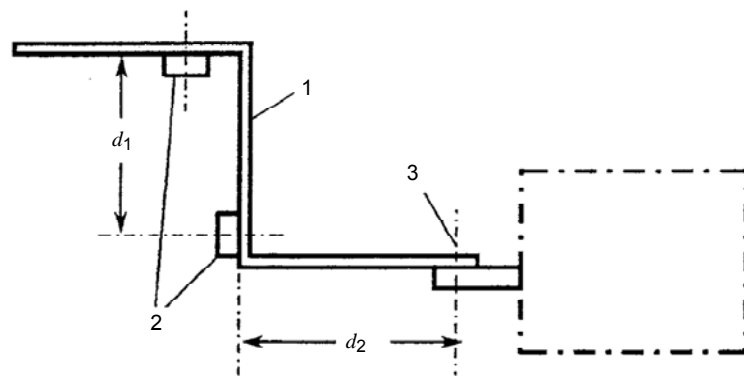
Il n'est permis de changer ni les matériaux ni la forme des supports pris dans un ENSEMBLE vérifié par essai. Cependant, d'autres supports peuvent être utilisés mais ils doivent préalablement avoir été soumis à un essai pour la contrainte mécanique requise.

#### **P.4.5 Raccordements des jeux de barres, raccordements des matériels**

Les types de raccordement des jeux de barres et des matériels doivent préalablement avoir été vérifiés par essai.

#### **P.4.6 Configurations des jeux de barres coudées**

La CEI 60865-1 est applicable uniquement aux configurations de jeux de barres droites. Des configurations de jeux de barres coudées peuvent être considérées comme une suite de configurations de jeux de barres droites lorsque des supports sont prévus aux coins (voir Figure P.3).



IEC 1863/11

#### Légende

- 1 jeu de barres
- 2 support
- 3 raccordement des matériels
- $d$  distance entre supports

**Figure P.3 – Configuration de jeux de barres coudées avec supports aux coins**

#### P.4.7 Calculs avec considération spéciale de l'oscillation des conducteurs

Pour les calculs, conformément à la CEI 60865-1, sur la structure soumise à essai (SS), les valeurs suivantes des facteurs  $V_{\sigma}$ ,  $V_{\sigma S}$  et  $V_F$  doivent être utilisées:

$$V_{\sigma} = V_{\sigma S} = V_F = 1,0$$

où

- $V_{\sigma}$  est le rapport entre contraintes dynamique et statique sur le conducteur principal;
- $V_{\sigma S}$  est le rapport entre contraintes dynamique et statique sur le conducteur de dérivation;
- $V_F$  est le rapport entre forces dynamique et statique exercées sur le support.

Pour la NSS,

$$V_{\sigma} = V_{\sigma S} = 1,0 \text{ et}$$

$V_F$  est calculé conformément à la CEI 60865-1, mais  $V_F < 1,0$  doit être remplacé par  $V_F = 1,0$ .



## Annexe ZA (normative)

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

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

NOTE Dans le cas où une publication internationale est modifiée par des modifications communes, indiqué par (mod), l'EN / le HD correspondant(e) s'applique.

| <u>Publication</u>   | <u>Année</u> | <u>Titre</u>  | <u>EN/HD</u>                             | <u>Année</u>         |
|----------------------|--------------|---|--|----------------------|
| CEI 60068-2-2        | 2007         | Essais d'environnement -<br>Partie 2-2: Essais - Essais B: Chaleur sèche  | EN 60068-2-2                             | 2007                 |
| CEI 60068-2-11       | 1981         | Essais d'environnement -<br>Partie 2: Essais - Essai Ka: Brouillard salin   | EN 60068-2-11                            | 1999                 |
| CEI 60068-2-30       | 2005         | Essais d'environnement -<br>Partie 2-30: Essais - Essai Db: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 h + 12 h)   | EN 60068-2-30                            | 2005                 |
| CEI 60073            | 2002         | Principes fondamentaux et de sécurité pour l'interface homme-machine, le marquage et l'identification - Principes de codage pour les indicateurs et les organes de commande | EN 60073                                 | 2002                 |
| CEI 60085            | 2007         | Isolation électrique -<br>Evaluation et désignation thermiques  | EN 60085                                 | 2008                 |
| CEI 60216            | série        | Matériaux isolants électriques -<br>Propriétés d'endurance thermique  | EN 60216                                 | série                |
| CEI 60227-3<br>(mod) | 1993         | Conducteurs et câbles isolés au polychlorure de vinyle, de tension assignée au plus égale à 450/750 V - Partie 3: Conducteurs pour installations fixes                      | HD 21.3 S3 <sup>1)</sup><br>+ A1<br>+ A2 | 1995<br>1999<br>2008 |
| CEI 60245-3          | 1994         | Conducteurs et câbles isolés au caoutchouc - Tension assignée au plus égale à 450/750 V -<br>Partie 3: Conducteurs isolés au silicone, résistant à la chaleur               | -  | -                    |
| CEI 60245-4<br>(mod) | 1994         | Conducteurs et câbles isolés avec des matériaux réticulés de tension assignée au plus égale à 450/750 V -<br>Partie 4: Câbles souples                                       | HD 22.4 S3 <sup>2)</sup><br>+ A1<br>+ A2 | 1995<br>1999<br>2002 |
| CEI 60364            | série        | Installations électriques à basse tension   | HD 60364                                 | série                |

<sup>1)</sup> HD 21.3 S3 est remplacé par la EN 50525-2-31:2011.

<sup>2)</sup> HD 22.4 S3 est remplacé par le HD 22.4 S4:2004.

|                      |       |  |                                     |       |
|----------------------|-------|--|-------------------------------------|-------|
| CEI 60364-4-41 (mod) | 2005  | Installations électriques à basse tension - Partie 4-41: Protection pour assurer la sécurité - Protection contre les chocs électriques   | HD 60364-4-41 + corr. juillet 2007  | 2007  |
| CEI 60364-4-44 (mod) | 2007  | Installations électriques à basse tension - Partie 4-44: Protection pour assurer la sécurité - Protection contre les perturbations de tension et les perturbations électromagnétiques                | HD 60364-4-444 + corr. juillet 2010 | 2010  |
| CEI 60364-5-52 (mod) | 2009  | Installations électriques à basse-tension - Partie 5-52: Choix et mise en oeuvre des matériels électriques - Canalisations   | HD 60364-5-52                       | 2011  |
| CEI 60364-5-53       | 2001  | Installations électriques des bâtiments - Partie 5-53: Choix et mise en oeuvre des matériels électriques - Sectionnement, coupure et commande  | -                                   | -     |
| CEI 60364-5-54       | 2011  | Installations électriques basse-tension - Partie 5-54: Choix et mise en oeuvre des matériels électriques - Installations de mises à la terre et conducteurs de protection                            | HD 60364-5-54                       | 2011  |
| CEI 60439            | série | Ensembles d'appareillage à basse tension   | EN 60439                            | série |
| CEI 60445            | 2010  | Principes fondamentaux et de sécurité pour les interfaces homme-machines, le marquage et l'identification - Identification des bornes de matériels, des extrémités de conducteurs et des conducteurs | EN 60445                            | 2010  |
| CEI 60447            | 2004  | Principes fondamentaux et de sécurité pour l'interface homme-machine, le marquage et l'identification - Principes de manoeuvre   | EN 60447                            | 2004  |
| CEI 60529            | 1989  | Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)   | EN 60529 + corr. mai 1993           | 1991  |
| CEI 60664-1          | 2007  | Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension - Partie 1: Principes, exigences et essais   | EN 60664-1                          | 2007  |
| CEI 60695-2-10       | 2000  | Essais relatifs aux risques du feu - Partie 2-10: Essais au fil incandescent/chauffant - Appareillage et méthode commune d'essai   | EN 60695-2-10                       | 2001  |
| CEI 60695-2-11       | 2000  | Essais relatifs aux risques du feu - Partie 2-11: Essais au fil incandescent/chauffant - Méthode d'essai d'inflammabilité pour produits finis  | EN 60695-2-11                       | 2001  |
| CEI 60695-11-5       | 2004  | Essais relatifs aux risques du feu - Partie 11-5: Flammes d'essai - Méthode d'essai au brûleur-aiguille - Appareillage, dispositif d'essai de vérification et lignes directrices                     | EN 60695-11-5                       | 2005  |



|                |      |   |                            |      |
|----------------|------|---|----------------------------|------|
| CEI 60865-1    | 1993 | Courants de court-circuit - Calcul des effets - Partie 1: Définitions et méthodes de calcul   | EN 60865-1                 | 1993 |
| CEI/TR3 60890  | 1987 | Méthode de détermination par extrapolation des échauffements pour les ensembles d'appareillage à basse tension dérivés de séries (EDS)  | CLC/TR 60890 <sup>3)</sup> | 2002 |
| CEI 60947-1    | 2007 | Appareillage à basse tension - Partie 1: Règles générales   | EN 60947-1                 | 2007 |
| CEI 61000-4-2  | 2008 | Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure - Essai d'immunité aux décharges électrostatiques   | EN 61000-4-2               | 2009 |
| CEI 61000-4-3  | 2006 | Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure - Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques   | EN 61000-4-3               | 2006 |
| CEI 61000-4-4  | 2004 | Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure - Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves  | EN 61000-4-4               | 2004 |
| CEI 61000-4-5  | 2005 | Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure - Essai d'immunité aux ondes de choc  | EN 61000-4-5               | 2006 |
| CEI 61000-4-6  | 2008 | Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure - Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques  | EN 61000-4-6               | 2009 |
| CEI 61000-4-8  | 2009 | Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 4-8: Techniques d'essai et de mesure - Essai d'immunité au champ magnétique à la fréquence du réseau   | EN 61000-4-8               | 2010 |
| CEI 61000-4-11 | 2004 | Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 4-11: Techniques d'essai et de mesure - Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension   | EN 61000-4-11              | 2004 |
| CEI 61000-4-13 | 2002 | Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 4-13: Techniques d'essai et de mesure - Essais d'immunité basse fréquence aux harmoniques et inter-harmoniques incluant les signaux transmis sur le réseau électrique alternatif | EN 61000-4-13              | 2002 |
| CEI 61000-6-4  | 2006 | Compatibilité électromagnétique (CEM) - Partie 6-4: Normes génériques - Norme sur l'émission pour les environnements industriels  | EN 61000-6-4               | 2007 |
| CEI 61082-1    | -    | Etablissement des documents utilisés en électrotechnique - Partie 1: Règles   | EN 61082-1                 | -    |

<sup>3)</sup> CLC/TR 60890 comprend A1:1995 à la CEI/TR3 60890 + corr. Mars 1988.



EN 61439-1:2011

– 146 –

|                |       |  |               |       |
|----------------|-------|--|---------------|-------|
| CEI 61180      | série | Techniques des essais à haute tension pour matériels à basse tension   | EN 61180      | série |
| CEI/TS 61201   | 2007  | Utilisation des tensions limites conventionnelles de contact - Guide d'application   | -             | -     |
| CEI 61439      | série | Ensembles d'appareillage à basse tension   | EN 61439      | série |
| CEI 62208      | 2011  | Enveloppes vides destinées aux ensembles d'appareillage à basse tension - Exigences générales  | FprEN 62208   | 2011  |
| CEI 62262      | -     | Degrés de protection procurés par les enveloppes de matériels électriques contre les impacts mécaniques externes (Code IK)   | EN 62262      | -     |
| CEI 81346-1    | -     | Systèmes industriels, installations et appareils, et produits industriels - Principes de structuration et désignations de référence - Partie 1: Règles de base   | EN 81346-1    | -     |
| CEI 81346-2    | -     | Systèmes industriels, installations et appareils, et produits industriels - Principes de structuration et désignations de référence - Partie 2: Classification des objets et codes pour les classes                                  | EN 81346-2    | -     |
| CISPR 11 (mod) | 2009  | Appareils industriels, scientifiques et médicaux - Caractéristiques de perturbations radioélectriques - Limites et méthodes de mesure  | EN 55011      | 2009  |
| CISPR 22       | -     | Appareils de traitement de l'information - Caractéristiques des perturbations radioélectriques - Limites et méthodes de mesure   | EN 55022      | -     |
| ISO 178        | 2001  | Plastiques - Détermination des propriétés en flexion   | EN ISO 178    | 2003  |
| ISO 179        | série | Plastiques - Détermination des caractéristiques au choc Charpy   | EN ISO 179    | série |
| ISO 2409       | 2007  | Peintures et vernis - Essai de quadrillage   | EN ISO 2409   | 2007  |
| ISO 4628-3     | 2003  | Peintures et vernis - Évaluation de la dégradation des revêtements - Désignation de la quantité et de la dimension des défauts, et de l'intensité des changements uniformes d'aspect - Partie 3: Évaluation du degré d'enrouillement | EN ISO 4628-3 | 2003  |
| ISO 4892-2     | 2006  | Plastiques - Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire - Partie 2: Lampes à arc au xénon   | EN ISO 4892-2 | 2006  |



## **Annexe ZZ** (informative)

### **Couverture des Exigences Essentielles des Directives CE 2004/108/CE**

Cette Norme Européenne a été préparée dans le cadre d'un mandat confié au CENELEC par la Commission Européenne et l'Association Européenne de Libre Echange et dans la limite de son domaine d'application la norme couvre toutes les exigences essentielles applicables telles que figurant à l'Article 1 de l'Annexe I de la Directive CE 2004/108/CE.

La présente Partie 1 de la série EN 61439 ne donne pas présomption de conformité aux exigences essentielles de la Directive CEM à elle seule, mais conjointement avec une autre Partie pertinente de la série (par exemple: EN 61439-2 pour les ensembles d'appareillage de puissance). Ces Parties «produits» font appel aux exigences CEM applicables de la EN 61439-1 des ensembles pour leur domaine d'application spécifique.

**AVERTISSEMENT:** D'autres exigences et d'autres Directives CE peuvent être applicables aux produits qui sont couverts par le domaine d'application de cette norme.

## Bibliographie

CEI 60038, *Tensions normales de la CEI*

NOTE Harmonisée comme EN 60038

CEI 60050-151:2001, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 151: Dispositifs électriques et magnétiques*

CEI 60050-195:1998, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 195: Mise à la terre et protection contre les chocs électriques*

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

CEI 60050-471:2007, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 471: Isolateurs*

CEI 60050-601:1985, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 601: Production, transport et distribution de l'énergie électrique – Généralités*

CEI 60050-604:1987, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 604: Production, transport et distribution de l'énergie électrique – Exploitation*

CEI 60050-826:2004, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 826: Installations électriques*

CEI 60079 (toutes les parties), *Atmosphères explosives*

NOTE Harmonisée dans la série EN 60079

CEI 60092-302:1997, *Installations électriques à bord des navires – Partie 302: Ensembles d'appareillage à basse tension*

CEI 60112:2003, *Méthode de détermination des indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides*

NOTE Harmonisée comme EN 60112:2003 (non modifiée).

CEI 60204 (toutes les parties), *Sécurité des machines – Equipement électrique des machines*

NOTE Harmonisée dans la série EN 60204.

CEI 60204-1, *Sécurité des machines – Equipement électrique des machines – Partie 1: Règles générales*

NOTE Harmonisée comme EN 60204-1.

CEI 60227-4:1992, *Conducteurs et câbles isolés au polychlorure de vinyle, de tension nominale au plus égale à 450/750 V – Partie 4: Câbles sous gaine pour installations fixes*

CEI 60228:2004, *Ames des câbles isolés*

NOTE Harmonisée comme EN 60228:2005 (non modifiée).

CEI 60417-DB:2011, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*





CEI 60502-1:2004, *Câbles d'énergie à isolant extrudé et leurs accessoires pour des tensions assignées de 1 kV ( $U_m = 1,2$  kV) à 30 kV ( $U_m = 36$  kV) – Partie 1: Câbles de tensions assignées de 1 kV ( $U_m = 1,2$  kV) et 3 kV ( $U_m = 3,6$  kV)*

CEI 60947 (toutes les parties), *Appareillage à basse tension*

NOTE Harmonisée dans la série EN 60947.

CEI 61000-3-2:2005, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-2: Limites – Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils  $\leq 16$  A par phase)*

NOTE Harmonisée comme EN 61000-3-2:2006 (non modifiée).

CEI 61000-3-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-3: Limites – Limitation des variations de tension, des fluctuations de tension et du papillotement dans les réseaux publics d'alimentation basse tension, pour les matériels ayant un courant assigné  $\leq 16$  A par phase et non soumis à un raccordement conditionnel*

NOTE Harmonisée comme EN 61000-3-3.

CEI 61000-3-5, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-5: Limites – Limitation des fluctuations et du flicker dans les réseaux basse tension pour les équipements ayant un courant appelé supérieur à 75 A*

CEI 61000-3-11, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-11: Limites – Limitation des variations de tension, des fluctuations de tension et du papillotement dans les réseaux publics d'alimentation basse tension – Equipements ayant un courant appelé  $\leq 75$  A et soumis à un raccordement conditionnel*

NOTE Harmonisée comme EN 61000-3-11.

CEI 61000-3-12, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-12: Limites – Limites pour les courants harmoniques produits par les appareils connectés aux réseaux publics basse tension ayant un courant appelé  $> 16$  A et  $\leq 75$  A par phase*

NOTE Harmonisée comme EN 61000-3-12.

CEI 61000-6-1, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-1: Normes génériques – Immunité pour les environnements résidentiels, commerciaux et de l'industrie légère*

NOTE Harmonisée comme EN 61000-6-1.

CEI 61000-6-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-2: Normes génériques – Immunité pour les environnements industriels*

NOTE Harmonisée comme EN 61000-6-2.

CEI 61000-6-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-3: Normes génériques – Norme sur l'émission pour les environnements résidentiels, commerciaux et de l'industrie légère*

NOTE Harmonisée comme EN 61000-6-3.

CEI 61082 (toutes les parties), *Etablissement des documents utilisés en électrotechnique*

NOTE Harmonisée dans la série EN 61082.

EN 61439-1:2011

– 150 –



CEI/TR 61117:1992, *Méthode pour déterminer la tenue aux courts-circuits des ensembles d'appareillage dérivés de série (EDS)*

CEI 61140:2001, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*

NOTE Harmonisée comme EN 61140:2002 (non modifiée).

CEI 61241 (toutes les parties), *Matériels électriques pour utilisation en présence de poussières combustibles*

NOTE Harmonisée dans la série EN 61241.

CEI/TR 61912-1:2007, *Appareillage à basse tension – Dispositifs de protection contre les surintensités – Partie 1: Application des caractéristiques de court-circuit*

CEI/TR 61912-2:2009, *Low-voltage switchgear and controlgear – Over-current protective devices – Part 2: Selectivity under over-current conditions* (disponible en anglais uniquement)

DIN 43671:1975, *Copper busbars; design for continuous current*

---



---

**Ensembles d'appareillage BT**

**UTE/UF 17D**

---

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

Secrétariat : UTE

FFIE (FEDERATION FRANCAISE DES ENTREPRISES DE GENIE ELECTRIQUE ET  
ENERGETIQUE)

GIMELEC (GROUPEMENT DES INDUSTRIES DE L'EQUIPEMENT ELECTRIQUE, DU  
CONTRÔLE-COMMANDE ET DES SERVICES ASSOCIES)

IGNES (GROUPEMENT DES INDUSTRIES DU GENIE NUMERIQUE ENERGETIQUE ET  
SECURITAIRE)

LCIE (LABORATOIRE CENTRAL DES INDUSTRIES ELECTRIQUES)