

Figure I.8 – Exemple d'évaluation de la <i>séparation de protection</i> pour les circuits connectés au <i>réseau</i> où des <i>parafoudres</i> internes sont utilisés	363
Figure I.9 – Evaluation de l' <i>isolation principale</i> pour les circuits non connectés directement au <i>réseau</i>	364
Figure I.10 – Evaluation de l' <i>isolation principale</i> pour les circuits non connectés directement au <i>réseau</i>	364
Figure I.11 – Evaluation de l' <i>isolation</i> fonctionnelle des circuits affectés par les transitoires externes.....	364
Figure I.12 – Evaluation de l' <i>isolation principale</i> pour les circuits connectés et non connectés directement au <i>réseau</i>	365
Figure I.13 – Evaluation de l' <i>isolation</i> pour un circuit accessible de <i>CTD A</i>	365
Figure I.14 – <i>CEP</i> avec <i>réseau</i> et non- <i>réseau</i> sans séparation galvanique	366
Figure I.15 – Convertisseur <i>CEP</i> isolé par des transformateurs (de base) avec <i>parafoudre</i> et transformateur pour réduction de la tension de choc pour l' <i>isolation</i> fonctionnelle et l' <i>isolation principale</i>	366
Figure J.1 – Répartition du seuil de brûlure lorsque la peau est en contact avec une surface lisse brûlante en métal nu (non revêtu).....	367
Figure J.2 – Augmentation de la répartition du seuil de brûlure de la Figure J.1 pour les métaux revêtus d'une gomme-laque d'une épaisseur de 50 µm, 100 µm et 150 µm	368
Figure J.3 – Augmentation de la répartition du seuil de brûlure de la Figure J.1 pour les métaux revêtus de matériaux particuliers.....	368
Figure J.4 – Répartition du seuil de brûlure lorsque la peau est en contact avec une surface lisse brûlante constituée de céramique, verre et pierres	369
Figure J.5 – Répartition du seuil de brûlure lorsque la peau est en contact avec une surface lisse brûlante en plastique.....	369
Figure K.1 – Potentiels électrochimiques (V).....	370
Figure L.1 – Instrument de mesure	371
Figure M.1 – Sphère d'essai de 50 mm (IPXXA)	372
Figure M.2 – Doigt d'essai assemblé (IPXXB).....	373
Figure M.3 – Tige d'essai de 2,5 mm (IP3X)	374
Tableau 1 – Liste alphabétique des termes.....	198
Tableau 2 – Sélection de la <i>CTD</i> pour la tension de contact en cas de <i>fibrillation ventriculaire</i>	212
Tableau 3 – Choix de la surface de contact du corps	212
Tableau 4 – Choix de la condition d'humidité de la peau	212
Tableau 5 – Limites de tension en état stable pour les <i>classes de tension déterminante</i>	213
Tableau 6 – Exigences de protection pour le circuit à l'étude	216
Tableau 7 – Section du <i>conducteur de mise à la terre de protection</i> ^a	222
Tableau 8 – Définitions des degrés de pollution	228
Tableau 9 – Tension de choc et <i>surtension temporaire</i> par rapport à la tension système	230
Tableau 10 – Distances d'isolement dans l'air pour l' <i>isolation</i> fonctionnelle, principale ou supplémentaire	236
Tableau 11 – Lignes de fuite (en millimètres).....	238
Tableau 12 – Matériaux génériques utilisés pour le support direct des <i>parties actives</i> non isolées	240
Tableau 13 – Ouvertures admissibles dans les fonds des <i>enveloppes contre le feu</i>	251

Tableau 14 – Températures totales maximales mesurées pour les composants et matériaux internes	252
Tableau 15 – Températures maximales mesurées pour les parties accessibles du <i>SECP</i>	254
Tableau 16 – Limites des sources de puissance sans dispositif de protection contre les surintensités	255
Tableau 17 – Limites des sources de puissance avec dispositif de protection contre les surintensités	255
Tableau 18 – Conditions environnementales de service	259
Tableau 19 – Espace de courbure des fils des bornes à l' <i>enveloppe</i>	263
Tableau 20 – Epaisseur des tôles d' <i>enveloppes</i> : acier au carbone ou acier inoxydable.....	266
Tableau 21 – Epaisseur des tôles d' <i>enveloppes</i> : aluminium, cuivre ou laiton	267
Tableau 22 – Vue d'ensemble des essais	271
Tableau 23 – Valeurs de l'effort de traction pour la fixation des poignées et organes de contrôle manuels.....	277
Tableau 24 – Essai de tension de choc.....	278
Tableau 25 – Tension d'essai de choc.....	279
Tableau 26 – Tension d'essai alternative ou continue pour circuits raccordés directement au <i>réseau</i>	280
Tableau 27 – Tension d'essai alternative ou continue pour circuits non raccordés au <i>réseau</i> sans surtensions temporaires	281
Tableau 28 – Essai de décharge partielle	285
Tableau 29 – Durée de l'essai de <i>liaison équipotentielle de protection</i>	292
Tableau 30 – Essais environnementaux.....	303
Tableau 31 – Essai de chaleur sèche (régime permanent)	304
Tableau 32 – Essai de chaleur humide (régime permanent)	305
Tableau 33 – Essai de vibration.....	306
Tableau 34 – Essai au brouillard salin	306
Tableau 35 – Essai aux poussières et sable	307
Tableau 36 – Exigences d'informations	308
Tableau A.1 – Choix d'une tension de contact réglée pour la <i>fibrillation ventriculaire</i>	321
Tableau A.2 – Choix d'une tension de contact réglée pour un <i>fort effet musculaire</i>	322
Tableau A.3 – Choix d'une tension de contact réglée pour une <i>réaction de tressaillement</i>	322
Tableau A.4 – Exemples de protection contre les chocs électriques	337
Tableau C.1 – Symboles utilisés.....	340
Tableau D.1 – Largeur des rainures en fonction du degré de pollution	341
Tableau E.1 – Facteur de correction pour les distances d'isolement dans l'air à des altitudes comprises entre 2 000 m et 20 000 m	348
Tableau E.2 – Tensions d'essai pour la vérification des distances d'isolement dans l'air à des altitudes différentes	348
Tableau F.1 – Valeurs minimales des distances d'isolement dans l'air à la pression atmosphérique dans des conditions de champs non homogènes (Tableau 1 de la CEI 60664-4:2005)	351
Tableau F.2 – Facteurs multiplicatifs pour les distances d'isolement dans l'air à la pression atmosphérique pour des conditions de champs presque homogènes	351
Tableau F.3 – Valeurs minimales des lignes de fuite pour différentes plages de fréquences (Tableau 2 de la CEI 60664-4:2005)	353

Tableau G.1 – Sections normales de conducteurs ronds.....	355
---	-----

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**EXIGENCES DE SÉCURITÉ APPLICABLES AUX SYSTÈMES ET
MATÉRIELS ÉLECTRONIQUES DE CONVERSION DE PUISSANCE –****Partie 1: Généralités****AVANT-PROPOS**

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 62477-1 a été établie par le comité d'études 22 de la CEI: Systèmes et équipements électroniques de puissance.

Elle a le statut d'une publication groupée de sécurité conformément au Guide 104 de la CEI.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
22/200/FDIS	22/204/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 62477, publiées sous le titre général *Exigences de sécurité applicables aux systèmes et matériels électroniques de conversion de puissance*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Dans la présente norme, les termes en *italique* sont définis à l'Article 3.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "http://webstore.iec.ch" dans les données relatives à la publication recherchée. À cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

La présente Norme internationale concerne les produits comprenant des convertisseurs électroniques de puissance, d'une tension système assignée ne dépassant pas 1 000 V c.a. ou 1 500 V c.c. Elle spécifie des exigences permettant de réduire les risques d'incendie, de choc électrique, les dangers thermiques, mécaniques et dus à l'énergie électrique, à l'exception de la sécurité fonctionnelle définie dans la CEI 61508. Elle a pour objet d'établir une terminologie commune et la base applicable aux exigences de sécurité des produits comprenant des convertisseurs électroniques de puissance pour plusieurs comités d'études de la CEI.

La présente norme a été élaborée afin:

- d'être utilisée comme document de référence par les comités de produits du TC 22 pour l'élaboration de normes de produits applicables aux systèmes et matériels électroniques de conversion de puissance;
- de remplacer la CEI 62103 en tant que norme de famille de produits fournissant les exigences minimales pour les aspects de sécurité des systèmes et matériels électroniques de conversion de puissance dans les appareils pour lesquels il n'existe pas de norme de produits; et

NOTE Le domaine d'application de la CEI 62103 comporte des aspects relatifs à la fiabilité qui ne sont pas couverts par la présente norme.

- d'être utilisée comme un document de référence par les comités de produits hors du TC 22 pour l'élaboration de normes de produits applicables aux convertisseurs électroniques de puissance et matériels destinés à être utilisés avec des sources d'énergie renouvelable. Au moment de la publication, les TC 82, TC 88, TC 105 et TC 114 ont été notamment reconnus comme des comités d'études pertinents.

Il convient que les comités d'études qui utilisent le présent document tiennent tout particulièrement compte de la pertinence de chaque alinéa du présent document pour le produit à l'étude, et fassent référence, ajoutent, remplacent ou modifient les exigences selon les cas. Les sujets spécifiques aux produits non couverts par le présent document relèvent de la responsabilité des comités d'études qui utilisent le présent document comme document de référence.

La présente norme groupée de sécurité ne prévaut nullement sur toute norme spécifique de produits conformément au Guide 104 de la CEI. Le Guide 104 de la CEI fournit des informations sur la responsabilité des comités de produits quant à l'utilisation des normes groupées de sécurité pour l'élaboration de leurs propres normes de produits.

EXIGENCES DE SÉCURITÉ APPLICABLES AUX SYSTÈMES ET MATÉRIELS ÉLECTRONIQUES DE CONVERSION DE PUISSANCE –

Partie 1: Généralités

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 62477 s'applique aux matériels et aux systèmes électroniques de conversion de puissance (SECP), à leurs composants pour la *conversion de puissance électronique* et la commande (ouverture et fermeture) électronique de puissance, y compris les moyens de commande, de protection, de surveillance et de mesure, ayant pour principale fonction la conversion de puissance électrique, d'une tension système assignée ne dépassant pas 1 000 V c.a. ou 1 500 V c.c.

Le présent document peut également être utilisé comme norme de référence par les comités de produits qui élaborent des normes de produits applicables aux:

- systèmes d'entraînement électrique de puissance à vitesse variable;
- alimentations sans interruption autonomes (ASI);
- alimentations stabilisées basse tension en courant continu.

Pour les SECP pour lesquels il n'existe pas de norme de produits, la présente norme spécifie des exigences minimales pour les aspects de sécurité.

La présente partie de la CEI 62477 a le statut d'une publication groupée de sécurité conformément au Guide 104 de la CEI applicable aux systèmes électroniques de conversion de puissance et équipements pour énergie solaire, éolienne, des marée, des vagues, des piles à combustible ou sources d'énergie analogues.

Conformément au Guide 104 de la CEI, il incombe aux comités d'études d'utiliser, dans toute la mesure du possible, les publications fondamentales de sécurité et/ou les publications groupées de sécurité pour l'élaboration de leurs normes de produits.

La présente Norme internationale:

- établit une terminologie commune applicable aux aspects de sécurité concernant les matériels et les SECP;
- établit les exigences minimales pour la coordination des aspects de sécurité des parties interconnectées au sein d'un SECP;
- établit une base commune applicable aux exigences minimales de sécurité de la partie du convertisseur électronique de puissance (CEP) des produits comprenant un CEP;
- précise des exigences permettant de réduire les risques d'incendie, de choc électrique, les dangers thermiques, mécaniques et dus à l'énergie électrique, en cours d'utilisation et de fonctionnement et, lorsque cela est spécifiquement indiqué, au cours des opérations d'entretien et de maintenance;
- précise les exigences minimales permettant de réduire ces types de risques concernant les matériels enfichables et connectés en permanence, qu'ils soient constitués d'un système d'unités interconnectées ou d'unités indépendantes, faisant l'objet d'opérations d'installation, de fonctionnement et d'entretien du matériel tel que spécifié par le fabricant.

La présente Norme internationale ne couvre pas:

- les appareils de télécommunications autres que les alimentations pour ce type d'appareil;

- les aspects de sécurité fonctionnelle tels que traités par exemple par la CEI 61508;
- les matériels et systèmes électriques utilisés dans les applications ferroviaires et les véhicules électriques.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire Électrotechnique International* (disponible à l'adresse: <<http://www.electropedia.org>>)

CEI 60060-1:2010, *Techniques des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais*

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

CEI 60068-2-6, *Essais d'environnement – Partie 2-6: Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

CEI 60068-2-52, *Essais d'environnement – Partie 2-52: Essais – Essai Kb: Brouillard salin, essai cyclique (solution de chlorure de sodium)*

CEI 60068-2-68, *Essais d'environnement – Partie 2-68: Essais – Essai L: Poussière et sable*

CEI 60068-2-78:2001, *Essais d'environnement – Partie 2-78: Essais – Essai Cab: Chaleur humide, essai continu*

CEI 60112:2003, *Méthode de détermination des indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides*

IEC 60216-4-1, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 4-1: Ageing ovens – Single-chamber ovens* (disponible en anglais uniquement)

CEI 60364-1, *Installations électriques à basse tension – Partie 1: Principes fondamentaux, détermination des caractéristiques générales, définitions*

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 60364-5-54:2011, *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 60417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel* (disponible à l'adresse: <<http://www.graphical-symbols.info/equipment>>)

CEI/TS 60479-1, *Effets du courant sur l'homme et les animaux domestiques – Partie 1: Aspects généraux*

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

CEI 60617, *Symboles graphiques pour schémas* (disponible à l'adresse: <<http://std.iec.ch/iec60617>>)

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

CEI 60664-3:2003, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 3: Utilisation de revêtement, d'empotage ou de moulage pour la protection contre la pollution*

CEI 60664-4:2005, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 4: Considérations sur les contraintes de tension à haute fréquence*

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 60695-10-2, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 10-2: Chaleurs anormales – Essai à la bille*

CEI 60695-11-10, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-10: Flammes d'essai – Méthodes d'essai horizontale et verticale à la flamme de 50 W*

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

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

CEI 60730-1, *Dispositifs de commande électrique automatiques à usage domestique et analogue – Partie 1: Exigences générales*

CEI/TR 60755, *Exigences générales pour les dispositifs de protection à courant différentiel résiduel*

CEI 60949, *Calcul des courants de court-circuit admissibles au plan thermique, tenant compte des effets d'un échauffement non adiabatique*

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

CEI 60695-2-13, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-13: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai de température d'allumabilité au fil incandescent (GWIT) pour matériaux*

CEI 60695-11-10, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-10: Flammes d'essai – Méthodes d'essai horizontale et verticale à la flamme de 50 W*

CEI 60695-11-20, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-20: Flammes d'essai – Méthodes d'essai à la flamme de 500 W*

CEI 60990:1999, *Méthodes de mesure du courant de contact et du courant dans le conducteur de protection*

CEI 61032:1997, *Protection des personnes et des matériels par les enveloppes – Calibres d'essai pour la vérification*

CEI 61180-1:1992, *Techniques des essais à haute tension pour matériels à basse tension – Partie 1: Définitions, prescriptions et modalités relatives aux essais*

IEC Guide 104:2010, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications* (disponible en anglais uniquement)

IEC Guide 117:2010, *Electrotechnical equipment – Temperatures of touchable hot surfaces* (disponible en anglais uniquement)

ISO 3864-1, *Symboles graphiques - Couleurs de sécurité et signaux de sécurité - Partie 1: Principes de conception pour les signaux de sécurité sur les lieux de travail et dans les lieux publics*

ISO 3746, *Acoustique – Détermination des niveaux de puissance acoustique et des niveaux d'énergie acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique – Méthode de contrôle employant une surface de mesure enveloppante au-dessus d'un plan réfléchissant*

ISO 7000, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel – Index et tableau synoptique* (disponible à l'adresse: <<http://www.graphical-symbols.info/equipment>>)

ISO 7010, *Symboles graphiques – Couleurs de sécurité et signaux de sécurité – Signaux de sécurité enregistrés*

ISO 9614-1, *Acoustique – Détermination par intensimétrie des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit – Partie 1: Mesurages par points*

ISO 9772, *Plastiques alvéolaires -- Détermination des caractéristiques de combustion de petites éprouvettes en position horizontale, soumises à une petite flamme*

ANSI/ASTM E84 – 11b, *Standard test method for surface burning characteristics of building materials* (disponible en anglais uniquement)

ASTM E162 – 11a: *Standard test method for surface flammability of materials using a radiant heat energy source* (disponible en anglais uniquement)

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la CEI 60050-111:1996, la CEI 60050-151:2001, la CEI 60050-161:1990, la CEI 60050-191:1990, la CEI 60050-441:1984, la CEI 60050-442:1998, la CEI 60050-551:1998, la CEI 60050-601:1985 et la CEI 60664-1:2007, ainsi que les suivants s'appliquent.

Le Tableau 1 fournit une liste de référence alphabétique des différents termes utilisés.