

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

62282-5-1

Première édition
First edition
2007-02

Technologies des piles à combustible –

**Partie 5-1:
Systèmes à piles à combustible portables –
Sécurité**

Fuel cell technologies –

**Part 5-1:
Portable fuel cell power systems –
Safety**

IECNORM.COM: Click to view the full PDF or IEC 62282-5-1:2007



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 62282-5-1:2007

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI (www.iec.ch)**
- **Catalogue des publications de la CEI**
Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.
- **IEC Just Published**
Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.
- **Service clients**
Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch

Tél: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- **IEC Web Site (www.iec.ch)**
- **Catalogue of IEC publications**
The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/searchpub) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. Online information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.
- **IEC Just Published**
This summary of recently issued publications (www.iec.ch/online_news/justpub) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.
- **Customer Service Centre**
If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch

Tel: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

NORME INTERNATIONALE INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC

62282-5-1

Première édition
First edition
2007-02

Technologies des piles à combustible –

Partie 5-1:
Systèmes à piles à combustible portables –
Sécurité

Fuel cell technologies –

Part 5-1:
Portable fuel cell power systems –
Safety

© IEC 2007 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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 l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

X

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
1 Domaine d'application	10
1.1 Limites du système.....	12
1.2 Niveau de sécurité équivalent.....	14
1.3 Dispositions générales	14
2 Références normatives.....	14
3 Termes et définitions	20
4 Exigences	28
4.1 Environnement physique et conditions de fonctionnement	28
4.2 Compatibilité des matériaux	28
4.3 Protection contre les dangers mécaniques	30
4.4 Protection contre la toxicité des combustibles et des matières de base combustibles	30
4.5 Protection contre les dangers d'explosion.....	30
4.6 Protection contre les chocs électriques	32
4.7 Protection contre les risques de feu	44
4.8 Protection contre le risque lié à la température.....	48
4.9 Protection contre les perturbations électromagnétiques.....	50
4.10 Evaluation des dangers et des risques	50
4.11 Protection contre la réduction d'oxygène	52
4.12 Emission d'effluents.....	52
5 Construction	52
5.1 Alimentation en combustible	52
5.2 Systèmes de traitement du combustible	54
5.3 Enveloppes	54
5.4 Alimentations par batteries	54
5.5 Réservoirs sous pression et tuyaux	56
5.6 Tuyaux	58
5.7 Robinets d'arrêt automatiques	58
5.8 Régulateurs.....	58
5.9 Equipement de commande de processus.....	60
5.10 Filtres	60
5.11 Moteurs	60
5.12 Pompes pour combustible	60
6 Instructions	60
6.1 Manuel d'utilisation et d'entretien	60
6.2 Manuel d'information pour l'utilisateur	64
7 Etiquetage	68
7.1 Généralités.....	68
7.2 Marquage	68
7.3 Avertissements.....	68
8 Essais de type	70
8.1 Essai de fuite pour les systèmes à combustible liquide.....	70
8.2 Essai de concentration de gaz combustible inflammable	72
8.3 Températures de surface.....	72

CONTENTS

FOREWORD	7
1 Scope	11
1.1 System boundary	13
1.2 Equivalent level of safety	15
1.3 General statements	15
2 Normative references	15
3 Terms and definitions	21
4 Requirements	29
4.1 Physical environment and operating conditions	29
4.2 Material compatibility	29
4.3 Protection against mechanical hazards	31
4.4 Protection against toxicity of fuels and fuel feedstocks	31
4.5 Protection against explosion hazards	31
4.6 Protection against electric shock	33
4.7 Protection against fire hazard	45
4.8 Protection against temperature hazard	49
4.9 Protection against electromagnetic disturbances	51
4.10 Hazard and risk assessment	51
4.11 Protection against oxygen depletion	53
4.12 Emission of effluents	53
5 Construction	53
5.1 Fuel supply	53
5.2 Fuel processing systems	55
5.3 Enclosures	55
5.4 Battery supplies	55
5.5 Pressure vessels and piping	57
5.6 Hoses	59
5.7 Automatic shut-off valves	59
5.8 Regulators	59
5.9 Process control equipment	61
5.10 Filters	61
5.11 Motors	61
5.12 Fuel pumps	61
6 Instructions	61
6.1 Operation and maintenance manual	61
6.2 User's information manual	65
7 Labelling	69
7.1 General	69
7.2 Marking	69
7.3 Warnings	69
8 Type tests	71
8.1 Leakage test for liquid fuelled systems	71
8.2 Flammable fuel gas concentration test	73
8.3 Surface temperatures	73

8.4	Températures des composants	72
8.5	Températures des parois, du sol et du plafond	74
8.6	Rigidité diélectrique	74
8.7	Courant de fuite à la température de fonctionnement	76
8.8	Fonctionnement anormal	76
8.9	Protection contre la traction	78
8.10	Matériaux isolants	78
8.11	Essai de mise à la terre	78
8.12	Essai de pression du réservoir	78
8.13	Stabilité	80
8.14	Essai d'impact	80
8.15	Essai de chute libre	82
8.16	Adhérence et lisibilité des matériels utilisés pour le marquage	82
8.17	Accumulation de gaz inflammable	82
8.18	Réduction d'oxygène	84
8.19	Emission d'effluents – Pièce fermée	86
8.20	Emission d'effluents – Pièce ouverte	86
8.21	Essai au vent	88
8.22	Essai de puissance	88
8.23	Essai de relaxation des contraintes	90
8.24	Essai de fixation de la fourniture du combustible	90
8.25	Paramètres d'arrêt	92
9	Essais de routine	92
9.1	Essai de fuite de gaz	92
9.2	Essai de résistance diélectrique	92
	Annexe A (informative) Caractéristiques de ventilation pour les batteries au plomb acide à régulation par soupape	94
	Annexe B (normative) Incertitude de mesure	96
	Bibliographie	98
	Figure 1 – Systèmes à piles à combustible portables	12

8.4	Component temperatures	73
8.5	Wall, floor and ceiling temperatures	75
8.6	Dielectric strength	75
8.7	Leakage current at operating temperature	77
8.8	Abnormal operation	77
8.9	Strain relief	79
8.10	Insulating material	79
8.11	Earthing test.....	79
8.12	Tank pressure test	79
8.13	Stability	81
8.14	Impact test	81
8.15	Free drop test.....	83
8.16	Adhesion and legibility of marking materials	83
8.17	Flammable gas accumulation	83
8.18	Oxygen depletion	85
8.19	Emission of effluents – Closed room.....	87
8.20	Emission of effluents – Open room	87
8.21	Wind test.....	89
8.22	Strength test	89
8.23	Stress relief test.....	91
8.24	Fuel supply securement test.....	91
8.25	Shut-down parameters	93
9	Routine tests	93
9.1	Gas leakage test	93
9.2	Dielectric strength test.....	93
	Annex A (informative) Ventilation rate for valve regulated lead acid batteries.....	95
	Annex B (normative) Uncertainty of measurements	97
	Bibliography.....	99
	Figure 1 – Portable fuel cell power systems	13

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TECHNOLOGIES DES PILES À COMBUSTIBLE –

Partie 5-1: Systèmes à piles à combustible portables – Sécurité

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 n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 62282-5-1 a été établie par le comité d'études 105 de la CEI: Technologies des piles à combustible.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
105/135/FDIS	105/139/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.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FUEL CELL TECHNOLOGIES –**Part 5-1: Portable fuel cell power systems –
Safety****FOREWORD**

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62282-5-1 has been prepared by IEC technical committee 105: Fuel cell technologies.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
105/135/FDIS	105/139/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 62282, présentées sous le titre général *Technologies des piles à combustible*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

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

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

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62282-5-1:2007

A list of all parts of IEC 62282 series, published under the general title *Full cell technologies*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "http://webstore.iec.ch" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62282-5-1:2007

TECHNOLOGIES DES PILES À COMBUSTIBLE –

Partie 5-1: Systèmes à piles à combustible portables – Sécurité

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 62282 couvre les exigences de construction, de marquage et d'essai des systèmes à piles à combustible portables à courant alternatif et à courant continu. Ces systèmes à pile à combustible sont mobiles et ne sont ni attachés ni fixés par un autre moyen à un emplacement spécifique. Un système à pile à combustible est destiné à produire une puissance utile.

La présente norme s'applique aux systèmes à piles à combustible portables à courant alternatif et à courant continu dont la tension de sortie assignée ne dépasse pas 600 V en courant alternatif ou 850 V en courant continu et qui sont destinés à un usage à l'intérieur et à l'extérieur, dans une zone non dangereuse.

La présente norme ne s'applique pas aux systèmes à pile à combustible portables qui:

- a) sont raccordés de façon permanente (fixe) au réseau de distribution de l'énergie électrique;
- b) sont raccordés de façon permanente à un réseau de distribution de combustible;
- c) exportent de l'énergie vers le réseau électrique;
- d) sont utilisés pour la propulsion ou la puissance auxiliaire des véhicules routiers;
- e) sont des systèmes à micro-pile à combustible.

Les combustibles et matières de base combustibles suivants entrent dans le domaine d'application de la présente norme:

- gaz naturel;
- gaz de pétrole liquéfiés comme le propane et le butane;
- alcools liquides comme le méthanol et l'éthanol;
- essence;
- diesel;
- kéroslène;
- hydrogène;
- métaux (par exemple Mg, Al ou Zn) ou alliages métalliques immergés dans un électrolyte (par exemple solutions aqueuses de sels ou alcali) dans l'air ou l'oxygène;
- hydrides chimiques.

La présente norme n'exclut pas l'utilisation de combustibles similaires ou d'oxydants issus de sources autres que l'air, sous réserve que les dangers qui leur sont propres soient couverts par des exigences complémentaires.

FUEL CELL TECHNOLOGIES –

Part 5-1: Portable fuel cell power systems – Safety

1 Scope

This part of IEC 62282 covers construction, marking and test requirements for a.c. and d.c. type portable fuel cell systems. These fuel cell systems are movable and not fastened or otherwise secured to a specific location. The purpose of the portable fuel cell system is to produce useable power.

This standard applies to a.c. and d.c. type portable fuel cell systems, with a rated output voltage not exceeding 600 V a.c., or 850 V d.c. for indoor and outdoor use in a non-hazardous area.

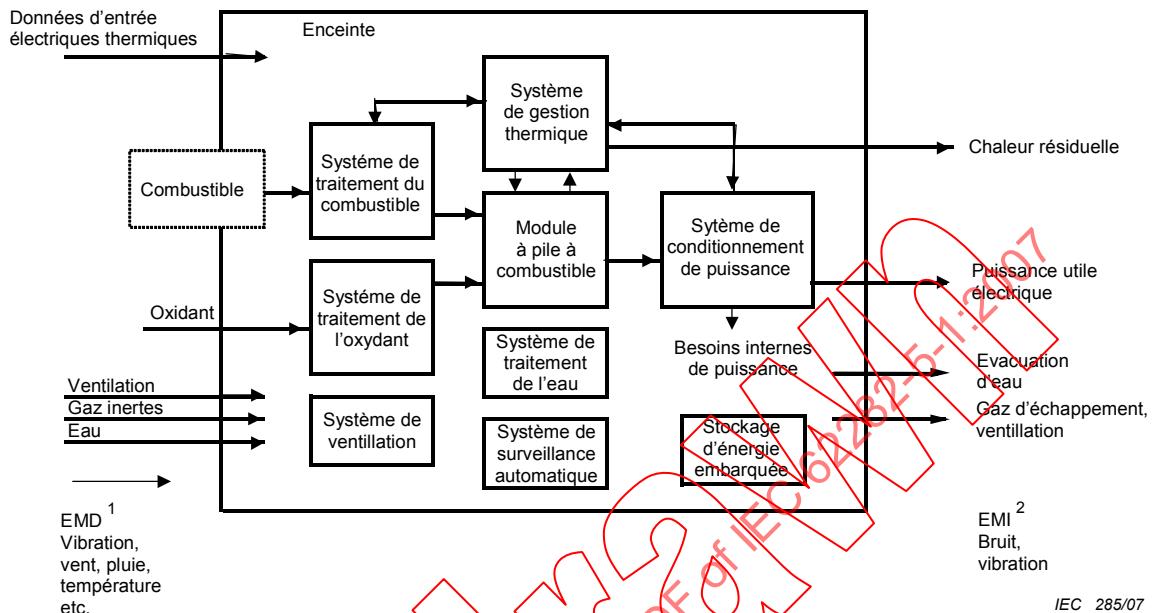
This standard does not apply to portable fuel cell systems that are:

- a) permanently connected (hard wired) to the electrical distribution system;
- b) permanently connected to a utility fuel distribution system;
- c) exporting power to the grid;
- d) for propulsion or auxiliary power of road vehicles;
- e) micro fuel cell systems.

The following fuels and fuel feedstocks are considered within the scope of this standard:

- natural gas;
- liquefied petroleum gas, such as propane and butane;
- liquid alcohols, for example methanol, ethanol;
- gasoline;
- diesel;
- kerosene;
- hydrogen;
- metals (e.g. Mg, Al or Zn) or metal alloys immersed in electrolyte (e.g. aqueous solutions of salts or alkali) in air or oxygen;
- chemical hydrides.

This standard does not preclude the use of similar fuels or oxidants from sources other than air provided the unique hazards are addressed through additional requirements.



Légende

¹ EMD: Perturbation électromagnétique

² EMI: Brouillage électromagnétique

Figure 1 – Systèmes à piles à combustible portables

1.1 Limites du système

La conception globale d'un système à pile à combustible portable qui est présentée dans cette norme doit constituer un assemblage de tout ou partie des systèmes suivants (voir Figure 1), intégrés en conséquence, pour assurer les fonctions désignées, à savoir:

Système de traitement de combustible – équipement de traitement chimique incluant tous les échanges de chaleur et commandes associés exigés pour convertir le combustible entrant en une composition adaptée pour le stock de piles à combustible.

Système de traitement de l'oxydant – sous-système qui mesure, conditionne, traite, et peut pressuriser l'alimentation en oxydant entrant destiné à être utilisé à l'intérieur du système de pile à combustible.

Système de gestion thermique – sous-système destiné à assurer le refroidissement et le rejet de la chaleur pour maintenir l'équilibre thermique à l'intérieur du système de pile à combustible, et, si nécessaire, pour récupérer la chaleur produite par la pile et pour chauffer le système en période de démarrage.

Système de conditionnement de puissance – appareil qui est utilisé pour modifier l'amplitude ou la forme de la tension, ou sinon modifier ou réguler la sortie d'une source d'alimentation.

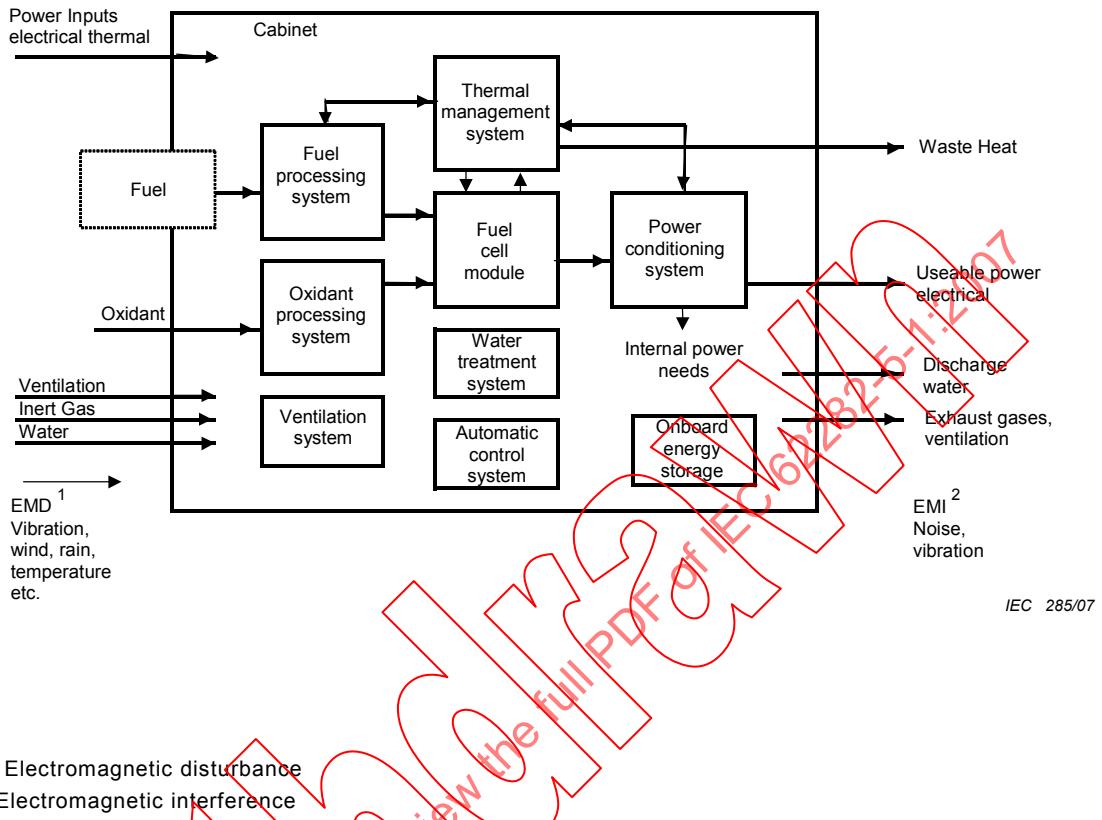


Figure 1 – Portable fuel cell power systems

1.1 System boundary

The overall design of a portable fuel cell system anticipated by this standard shall form an assembly of some or all of the following systems (see Figure 1), integrated as necessary, to perform designated functions, as follows:

Fuel processing system – chemical processing equipment including any associated heat exchanges and controls required to convert input fuel to a composition suitable for the fuel cell stack.

Oxidant processing system – subsystem that meters, conditions processes, and may pressurize the incoming oxidant supply for use within the fuel cell power system.

Thermal management system – subsystem intended to provide cooling and heat rejection in order to maintain thermal equilibrium within the fuel cell power system, and, if necessary, to affect the recovery of excess heat and to assist in heating the power train during start-up.

Power conditioning system – equipment which is used to change the magnitude or waveform of the voltage, or otherwise alter or regulate the output of a power source.

Système de surveillance automatique – ensemble de capteurs, servomoteurs, vannes, commutateurs et composants logiques (incluant les régulateurs de processus) qui maintiennent, dans les limites définies par les fabricants et sans intervention manuelle, les paramètres de fonctionnement du système à pile à combustible.

Module à pile à combustible – assemblage incluant une(des) pile(s) à combustible qui convertit électro-chimiquement l'énergie chimique en énergie électrique et en énergie thermique, destiné à être intégré dans un parc de production de puissance.

Système d'alimentation en combustible – il doit être soit intégré au système à pile à combustible portable, soit alimenté par un assemblage de conteneur amovible et à remplissages multiples.

Système de stockage d'énergie embarqué – source interne d'énergie dont le but est d'aider ou renforcer le module à pile à combustible pour fournir la puissance aux charges internes ou externes.

Systèmes de ventilation – sous-système d'un système à pile à combustible qui fournit, par des moyens mécaniques, de l'air dans l'enceinte.

Systèmes de traitement d'eau – système pour traiter et purifier de l'eau récupérée ou ajoutée pour qu'elle puisse être utilisée dans le système à pile à combustible.

1.2 Niveau de sécurité équivalent

Ces exigences ne sont pas destinées à empêcher la conception et la construction d'un système à pile à combustible portable qui n'est pas spécifiquement prescrit dans cette norme dans la mesure où une telle alternative a été envisagée dans les essais et dans les listes des systèmes à pile à combustible portables. Lors de l'examen des alternatives en matière de conception ou de construction, les matériaux ou les méthodes utilisés doivent être évalués pour ce qui est de leur aptitude à fournir une performance équivalente à celle prescrite par cette norme.

La présente norme ne couvre pas les exigences applicables aux conteneurs d'alimentation en combustibles pressurisés ou non pressurisés qui sont en amont de la liaison d'alimentation en combustible liquide ou gazeux de l'appareil qui ne font pas partie intégrante du système à pile à combustible portable.

1.3 Dispositions générales

Sauf spécification contraire, toutes les pressions indiquées dans cette norme sont considérées comme étant des pressions manométriques.

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 60034 (toutes les parties), *Machines électriques tournantes*

CEI 60068-2-75, *Essais d'environnement – Partie 2-75: Essais – Essai Eh: Essais aux marteaux*

CEI 60079-10, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 10: Classement des emplacements dangereux*

Automatic control system – assembly of sensors, actuators, valves, switches and logic components (including process controllers) that maintains the fuel cell power system parameters within the manufacturers specified limits without manual intervention.

Fuel cell module – assembly including a fuel cell stack(s) which electrochemically converts chemical energy to electric energy and thermal energy intended to be integrated into a power generation system.

Fuel supply system – shall be either integral to the portable fuel cell system, or supplied through a removable and refillable container assembly.

Onboard energy storage system – an internal energy source intended to aid or complement the fuel cell module in providing power to internal or external loads.

Ventilation systems – subsystem of the fuel cell power system that provides, by mechanical means, air to its cabinet.

Water treatment systems – provides for treatment and purification of recovered or added water for use within the portable fuel cell system.

1.2 Equivalent level of safety

These requirements are not intended to prevent the design and construction of a portable fuel cell system not specifically prescribed in this standard, provided that such alternative has been considered in testing and listing the portable fuel cell system. In considering alternative designs or construction, the materials or methods used shall be evaluated as to their ability to yield equivalent performance to that prescribed by this standard.

This standard does not cover requirements of pressurized or non-pressurized fuel supply containers upstream of the appliance gaseous or liquid fuel supply connector that are not integral to the portable fuel cell system.

1.3 General statements

All pressures in this standard are considered to be gauge pressures, unless otherwise specified.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60034 (all parts), *Rotating electrical machines*

IEC 60068-2-75, *Environmental testing – Part 2-75: Tests – Test Eh: Hammer tests*

IEC 60079-10, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 10: Classification of hazardous areas*

CEI 60079-15, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 15: Construction, essais et marquage des matériels électriques du mode de protection 'n'*

CEI 60079-20, *Matériel électrique pour atmosphères explosives gazeuses – Partie 20: Données pour gaz et vapeurs inflammables, en relation avec l'utilisation des matériels électriques*

CEI 60204-1, *Sécurité des machines – Equipement électrique des machines – Partie 1: Règles générales*

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

CEI 60335-1, *Appareils électrodomestiques et analogues – Sécurité – Partie 1: Exigences générales*

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

CEI 60439-1, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 1: Ensembles de série et ensembles dérivés de série*

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

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

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

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

CEI 60695-11-5: *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 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 60730-1, *Dispositifs de commande électrique automatiques à usage domestique et analogue – Partie 1: Règles générales*

CEI 60730-2-5, *Dispositifs de commande électrique automatiques à usage domestique et analogue – Partie 2-5: Règles particulières pour les systèmes de commande électrique automatiques des brûleurs*

CEI 60730-2-17, *Dispositifs de commande électrique automatiques à usage domestique et analogue – Partie 2-17: Règles particulières pour les électrovannes de gaz, y compris les prescriptions mécaniques*

CEI 60812, *Techniques d'analyse de la fiabilité du système – Procédure d'analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE)*

IEC 60079-15, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 15: Construction, test and marking of type of protection 'n' electrical apparatus*

IEC 60079-20, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 20: Data for flammable gases and vapours, relating to the use of electrical apparatus*

IEC 60204-1, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements*

IEC 60216-4-1, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 4: Ageing ovens – Section 1: Single-chamber ovens*

IEC 60335-1, *Household and similar electrical appliances – Safety – Part 1: General requirements*

IEC 60364-4-41, *Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*

IEC 60439-1, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies*

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60664-1, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60695-2-11, *Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for end-products*

IEC 60695-2-13, *Fire hazard testing – Part 2-13: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire ignitability test method for materials*

IEC 60695-11-5, *Fire hazard testing – Part 11-5: Test flames – Needle-flame test method – Apparatus, confirmatory test arrangement and guidance*

IEC 60695-11-10, *Fire hazard testing – Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods*

IEC 60695-11-20, *Fire hazard testing – Part 11-20: Test flames – 500 W flame test methods*

IEC 60730-1, *Automatic electrical controls for household and similar use – Part 1: General requirements*

IEC 60730-2-5, *Automatic electrical controls for household and similar use – Part 2-5: Particular requirements for automatic electrical burner control*

IEC 60730-2-17, *Automatic electrical controls for household and similar use – Part 2-17: Particular requirements for electrically operated gas valves, including mechanical requirements*

IEC 60812, *Analysis techniques for system reliability – Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA)*

CEI 60884-1, *Prises de courant pour usages domestiques et analogues – Partie 1: Exigences générales*

CEI 60934, *Disjoncteurs pour équipement (DPE)*

CEI 60950-1, *Matériels de traitement de l'information – Sécurité – Partie 1: Exigences générales*

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

CEI 61000-3-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-2: Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils ≤ 16 A par phase)*

CEI 61000-3-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-3: Limitation des fluctuations de tension et du papillotement dans les réseaux basse tension pour les matériels ayant un courant assigné ≤ 16 A*

CEI 61000-6-1, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-1: Normes génériques – Immunité pour les environnements résidentiels, commerciaux et de l'industrie légère*

CEI 61000-6-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-2: Norme générique – Norme sur l'immunité pour les environnements industriels*

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*

CEI 61000-6-4, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-4: Norme générique – Norme sur l'émission pour les environnements industriels*

CEI 61025, *Analyse par arbre de panne (AAP)*

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

CEI 61140, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*

CEI 61340-2-1, *Electrostatique – Partie 2-1: Méthodes de mesure – Capacité des matériaux et des produits à dissiper des charges électrostatiques*

CEI 61511-3, *Sécurité fonctionnelle – Systèmes instrumentés de sécurité pour le secteur des industries de transformation – Partie 3: Conseils pour la détermination des niveaux exigés d'intégrité de sécurité*

CEI 61779-4, *Appareils électriques de détection et de mesure des gaz combustibles – Partie 4: Règles de performance des appareils du Groupe II pouvant indiquer une fraction volumique jusqu'à 100 % de la limite inférieure d'explosivité*

CEI 61779-6, *Appareils électriques de détection et de mesure des gaz combustibles – Partie 6: Directives pour le choix, l'installation, l'utilisation et l'entretien des appareils électriques de détection et de mesure de gaz inflammables*

CEI 61882, *Etudes de danger et d'exploitabilité (études HAZOP) – Guide d'application*

IEC 60884-1, *Plugs and socket-outlets for household and similar purposes – Part 1: General requirements*

IEC 60934, *Circuit-breakers for equipment (CBE)*

IEC 60950-1, *Information technology equipment – Safety – Part 1: General requirements*

IEC 60990, *Methods of measurement of touch current and protective conductor current*

IEC 61000-3-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic currents emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)*

IEC 61000-3-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-3: Limits – Limitation of voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems for equipment with rated current ≤ 16 A per phase and not subject to conditional connection*

IEC 61000-6-1, *Electromagnetic compatibility – Part 6-1: Generic standards – Immunity for residential, commercial and light-industrial environments*

IEC 61000-6-2, *Electromagnetic compatibility – Part 6-2: Generic standards – Immunity for industrial environments*

IEC 61000-6-3, *Electromagnetic compatibility – Part 6-3: Generic standards – Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments*

IEC 61000-6-4, *Electromagnetic compatibility – Part 6-4: Generic standards – Emission standard for industrial environments*

IEC 61025, *Fault tree analysis (FTA)*

IEC 61032, *Protection of persons and equipment by enclosures – Probes for verification*

IEC 61140, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

IEC 61340-2-1, *Electrostatics – Part 2-1: Measurement methods – Ability of materials and products to dissipate static electric charge*

IEC 61511-3, *Functional safety – Safety instrumented systems for the process industry sector – Part 3: Guidance for the determination of the required safety integrity levels*

IEC 61779-4, *Electrical apparatus for the detection and measurement of flammable gases – Part 4: Performance requirements for group II apparatus indicating a volume fraction up to 100 % lower explosive limit*

IEC 61779-6, *Electrical apparatus for the detection and measurement of flammable gases – Part 6: Guide for the selection, installation, use and maintenance of apparatus for the detection and measurement of flammable gases*

IEC 61882, *Hazard and operability studies (HAZOP studies) – Application guide*

CEI 62040-1-1, *Alimentations sans interruption (ASI) – Partie 1-1: Exigences générales et règles de sécurité pour les ASI utilisées dans des locaux accessibles aux opérateurs*

CEI 62040-1-2, *Alimentations sans interruption (ASI) – Partie 1-2: Exigences générales et règles de sécurité pour les ASI utilisées dans des locaux d'accès restreints*

CEI 62282-2, *Technologies des piles à combustible – Partie 2: Modules à piles à combustible*

ISO 3864, *Symboles graphiques – Couleurs de sécurité et signaux de sécurité*

ISO 4080, *Tuyaux et flexibles en caoutchouc et en plastique – Détermination de la perméabilité au gaz*

ISO 7000, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel – Index et tableau synoptique*

ISO 15156-1, *Industries du pétrole et du gaz naturel – Matériaux pour utilisation en présence de H₂S dans la production de pétrole et de gaz naturel – Partie 1: Principes généraux pour le choix des matériaux résistant au craquage*

ISO 15394, *Packaging – Bar code and two-dimensional symbols for shipping, transport and receiving labels (disponible en langue anglaise seulement)*

ISO 15649, *Petroleum and natural gas industries – Piping (disponible en langue anglaise seulement)*

ISO 16110-1, *Générateurs d'hydrogène utilisés dans les technologies de traitement du combustible¹*

ISO TS 16528, *Chaudières et récipients sous pression – Enregistrement des codes et normes afin de faciliter la reconnaissance internationale*

3 TERMES ET DÉFINITIONS

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

3.1 isolation basique

isolation assurant une protection primaire contre les chocs électriques

3.2 brouillage électromagnétique (EMI en anglais)

trouble apporté au fonctionnement d'un appareil, d'une voie de transmission ou d'un système par une perturbation électromagnétique

[VEI 161-01-06]

¹ A publier.

IEC 62040-1-1, *Uninterruptible power systems (UPS) – Part 1-1: General and safety requirements for UPS used in operator access areas*

IEC 62040-1-2, *Uninterruptible power systems (UPS) – Part 1-2: General and safety requirements for UPS used in restricted access locations*

IEC 62282-2, *Fuel cell technologies – Part 2: Fuel cell modules*

ISO 3864, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs*

ISO 4080, *Rubber and plastics hoses and hose assemblies – Determination of permeability to gas*

ISO 7000, *Graphical symbols for use on equipment – Index and synopsis*

ISO 15156-1, *Petroleum and natural gas industries – Materials for use in H₂S-containing environments in oil and gas production – Part 1: General principles for selection of cracking-resistant materials*

ISO 15394, *Packaging – Bar code and two-dimensional symbols for shipping, transport and receiving labels*

ISO 15649, *Petroleum and natural gas industries – Piping*

ISO 16110-1, *Hydrogen generators using fuel processing technologies¹*

ISO 16528, *Boilers and pressure vessels – Registration of Codes and Standards to promote international recognition*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions.

3.1

basic insulation

insulation to provide primary protection against electric shock

3.2

electromagnetic interference

EMI

degradation of the performance of an equipment, transmission channel or system caused by an electromagnetic disturbance

[IEV 161-01-06]

¹ To be published.

3.3**perturbation électromagnétique
(EMD en anglais)**

tout phénomène électromagnétique susceptible de créer des troubles de fonctionnement d'un dispositif, d'un appareil ou d'un système, ou d'affecter défavorablement la matière vivante ou inerte

[VIEI 161-01-05]

3.4**enveloppe**

partie du matériel fournissant une ou plusieurs des fonctions décrites dans les points a), b) et c) ci-dessous

- a) Enveloppe pare-feu – Une partie du matériel destiné à minimiser la propagation du feu ou des flammes depuis l'intérieur.
- b) Enveloppe mécanique – Une partie du matériel destiné à réduire le risque d'agression dû aux dangers mécaniques ou physiques.
- c) Enveloppe électrique – Une partie du matériel destiné à limiter l'accès aux éléments qui peuvent être à des niveaux de tension ou d'énergie dangereux.

NOTE Un type d'enveloppe peut être inclus dans un autre (par exemple une enveloppe électrique peut être une enveloppe pare-feu ou une enveloppe pare-feu une enveloppe électrique). Aussi, une simple enveloppe peut fournir les fonctions de plus d'un type (par exemple celles des deux types enveloppe électrique et enveloppe pare-feu).

3.5**danger énergétique**

danger considéré comme existant au niveau de toute partie active exposée d'une alimentation s'il existe, entre la partie active exposée et une partie active exposée adjacente ou une partie métallique hors tension de polarité différente, un potentiel de 2 V ou plus et soit un niveau de puissance continu disponible de 240 VA ou plus soit un niveau d'énergie réactive de 20 J ou plus

3.6**zone dangereuse**

toute zone ou tout espace où des poussières combustibles, des fibres inflammables ou des composés liquides, du gaz, des vapeurs ou des mélanges volatils sont ou peuvent être présents dans l'air en quantités suffisantes pour produire des mélanges explosifs ou inflammables

3.7**niveau d'énergie dangereux**

niveau d'énergie stockée de 20 J ou plus, ou un niveau de puissance continue disponible de 240 VA ou plus, à un potentiel de 2 V ou plus

3.8**tension dangereuse**

tension excédant 42,4 V crête (30 V efficace) à courant alternatif, ou 60 V à courant continu, existant dans un circuit qui ne satisfait pas aux exigences d'un circuit à courant limité

3.9**température de distorsion à chaud
(HDT en anglais)**

mesure d'une résistance d'un polymère à la distorsion sous une charge donnée à des températures élevées. La température de distorsion est la température à laquelle une barre d'essai, soumise à un effort de flexion spécifique, se déforme de 0,25 mm

**3.3
electromagnetic disturbance****EMD**

any electromagnetic phenomenon which may degrade the performance of a device, equipment or system, or adversely affect living or inert matter

[IEV 161-01-05]

**3.4
enclosure**

part of the equipment providing one or more of the functions as described in a), b) and c) below

- a) Fire enclosure – a part of the equipment intended to minimize the spread of fire or flames from within.
- b) Mechanical enclosure – a part of the equipment intended to reduce the risk of injury due to mechanical and other physical hazards.
- c) Electrical enclosure – a part of the equipment intended to limit access to parts that may be at hazardous voltage or hazardous energy levels.

NOTE One type of enclosure can be inside another type (e.g. an electrical enclosure inside a fire enclosure or a fire enclosure inside an electrical enclosure). Also, a single enclosure can provide the functions of more than one type (e.g. those of both an electrical enclosure and a fire enclosure).

**3.5
energy hazard**

hazard considered to exist at any exposed live parts of a power supply if, between the exposed live parts and an adjacent exposed live or unenergized metal part of different polarity, there exists a potential of 2 V or more and either an available continuous power level of 240 VA or more, or a reactive energy level of 20 J or more

**3.6
hazardous location**

any area or space where combustible dust, ignitable fibers, or flammables, volatile liquids, gases, vapours or mixtures are or may be present in the air in quantities sufficient to produce explosive or ignitable mixtures

**3.7
hazardous energy level**

stored energy level of 20 J or more, or an available continuous power level of 240 VA or more, at a potential of 2 V or more

**3.8
hazardous voltage**

voltage exceeding 42,4 V a.c. peak (30 V r.m.s.), or 60 V d.c., existing in a circuit which does not meet the requirements for a limited current circuit

**3.9
heat deflection temperature****HDT**

measure of a polymer's resistance to distortion under a given load at elevated temperatures. The deflection temperature is the temperature at which a test bar, loaded to the specified bending stress, deflects by 0,25 mm

3.10

circuit à courant limité

circuit qui est conçu et protégé de telle manière que, dans des conditions de fonctionnement normal et de premier défaut, le courant qui peut circuler n'est pas dangereux

NOTE Pour des limites spécifiques, se référer à 2.4 de la CEI 60950.

3.11

partie active

partie conductrice métallique ou autre qui présente une différence de tension par rapport à la terre ou toute partie conductrice en utilisation normale

3.12

pression de service maximale admissible

(MAWP en anglais)

pression manométrique maximale à laquelle une partie ou un système peut fonctionner

NOTE Il s'agit de la pression utilisée pour déterminer le réglage des appareils de limitation/libération de pression installés pour protéger l'élément ou le système d'une surpression accidentelle.

3.13

pression maximale de fonctionnement

pression manométrique maximale spécifiée par le fabricant d'un composant ou d'un système à laquelle celui-ci a été conçu pour fonctionner de manière continue

3.14

systèmes à micro-pile à combustible

systèmes à pile à combustible et conteneurs de combustible portatifs ou qui peuvent être facilement portés à la main, fournissant une tension de sortie en courant continu ne dépassant pas 60 V et une puissance de sortie de 240 VA. Ces unités à courant continu alimentent ou rechargent les appareils électriques grand public

3.15

zone d'accès de l'opérateur

zone pour laquelle dans les conditions normales de fonctionnement:

- a) l'accès est possible sans l'aide d'un outil; ou
- b) les moyens d'accès sont délibérément fournis à l'opérateur; ou
- c) l'opérateur a reçu l'instruction d'entrer qu'un outil soit nécessaire ou non pour obtenir l'accès

NOTE Dans cette norme, les termes "accès" et "accessible" renvoient à l'accès de l'opérateur tel qu'il est défini ci-dessus, sauf si autre chose est précisé.

3.16

système(s) à pile à combustible portable(s)

système à pile à combustible qui est destiné à être déplacé pendant son fonctionnement et non fixé à un endroit spécifique mais néanmoins solide

3.17

système portable autonome

un système qui n'est pas conçu pour être relié aux réseaux d'énergies

3.18

isolation renforcée

système d'isolation unique qui procure, dans les conditions spécifiées dans la présente norme, un degré de protection contre les chocs électriques équivalant à une double isolation.

3.10**limited current circuit**

circuit which is so designed and protected that, under both normal operating conditions and single fault conditions, the current which can be drawn is not hazardous

NOTE For specific limits, refer to 2.4 of IEC 60950.

3.11**live part**

metal or other conductive part that has a voltage difference with respect to earth or any conductive part in normal use

3.12**maximum allowable working pressure****MAWP**

maximum gauge pressure at which a part or system may be operated

NOTE It is the pressure used in determining the setting of pressure-limiting/relieving devices installed to protect the part or system from accidental over-pressuring.

3.13**maximum operating pressure**

maximum pressure, specified in gauge pressure by the manufacturer of a component or system at which it is designed to operate continuously

3.14**micro fuel cell systems**

fuel cell power systems and fuel containers that are wearable or easily carried by hand, providing d.c. outputs that do not exceed 60 V d.c.. and power output of 240 VA. These d.c. units power or recharge consumer electric devices

3.15**operator access area**

area for which under normal operating conditions

- a) access is gained without the use of a tool; or
- b) the means of access is deliberately provided to the operator; or
- c) the operator is instructed to enter regardless of whether or not tools are needed to gain access

NOTE In this standard, the terms "access" and "accessible", unless qualified, relate to operator access as defined above.

3.16**portable fuel cell system(s)**

fuel cell power system which is intended to be moved while in operation and not fastened or otherwise secured to a specific location

3.17**portable stand alone system**

system that is not designed to be connected to the energized mains

3.18**reinforced insulation**

single insulation system that provides a degree of protection against electric shock equivalent to double insulation under the conditions specified in the standard

3.19

circuit secondaire

circuit qui n'est pas directement relié à un circuit primaire et qui reçoit son alimentation d'un transformateur, d'un convertisseur ou d'un dispositif d'isolation équivalent, ou d'une batterie

[CEI 60950]

3.20

TBTS

(Très Basse Tension de Sécurité)

circuit secondaire qui est conçu et protégé de telle manière que, dans des conditions de fonctionnement normal et de premier défaut, ses tensions ne dépassent pas une valeur ne présentant pas de danger

[CEI 60950]

NOTE L'abréviation de Circuit Très Basse Tension de Sécurité est Circuit TBTS.

3.21

personnel de service

personnes formées étant familiarisées et expérimentées avec la construction et le fonctionnement des systèmes et des risques connexes

3.22

isolation supplémentaire

isolation indépendante appliquée en plus de l'isolation principale afin de réduire le risque de choc électrique en cas de défaut survenant dans l'isolation principale

3.23

stabilité thermique

conditions de température stable, pseudo stable, arbitrairement caractérisées par des variations de température inférieures à 3 K ou à 1 % de la température de fonctionnement absolue, selon les variations les plus significatives entre deux lectures espacées de 15 min

3.24

outil

tournevis, pièce, clé ou tout autre objet qui peut être utilisé pour intervenir sur une vis ou faire fonctionner un verrouillage ou un moyen de fixation analogue

3.25

tension de contact

tension entre éléments conducteurs lorsqu'ils sont mis en contact simultanément par une personne ou un animal

NOTE La valeur de la tension de contact effective peut être influencée d'une manière significative par l'impédance de la personne ou de l'animal en contact électrique avec ces éléments conducteurs.

3.26

alimentation sans interruption

ASI

ensemble de convertisseurs, d'interrupteurs et de dispositifs d'accumulation d'énergie (par exemple, des batteries), constituant un système d'alimentation capable d'assurer la permanence d'alimentation de la charge en cas de défaut de la source d'alimentation

3.27

pile liquide

pile dans laquelle l'électrolyte est dans un liquide et mobile

3.19**secondary circuit**

circuit which has no direct connection to a *primary circuit* and derives its power from a transformer, converter or equivalent isolation device, or from a battery

[IEC 60950]

3.20**SELV****Safety Extra Low Voltage**

secondary circuit which is so designed and protected that under normal operating conditions and single fault conditions, its voltages do not exceed a safe value

[IEC 60950]

Safety Extra Low Voltage Circuit abbreviated is SELV Circuit.

3.21**service personnel**

trained persons having familiarity and experience with the construction and operation of the system and the risks involved

3.22**supplementary insulation**

independent insulation applied in addition to basic insulation in order to reduce the risk of electric shock in the event of a failure of the basic insulation

3.23**thermal stability**

stable temperature conditions, pseudo steady-state, arbitrarily indicated by temperature changes of no more than 3 K or 1 % of the absolute operating temperature, whichever is higher between two readings 15 min apart

3.24**tool**

screwdriver, coin, key, or any other object that may be used to operate a screw, latch, or similar fastening means

3.25**touch voltage**

voltage between conductive parts when touched simultaneously by a person or an animal

NOTE The value of the effective touch voltage may be appreciably influenced by the impedance of the person or the animal in electric contact with these conductive parts.

3.26**uninterruptible power system****UPS**

combination of convertors, switches and energy storage devices (for example, batteries), constituting a power system for maintaining continuity of load power in case of input power failure

3.27**wet battery**

battery in which the electrolyte is in liquid and mobile form

4 Exigences

4.1 Environnement physique et conditions de fonctionnement

Le système à piles à combustible portable et ses systèmes de protection doivent être conçus et construits de manière à remplir leur fonction dans l'environnement physique et les conditions de fonctionnement spécifiés en 4.1.1 et 4.1.2.

4.1.1 Energie électrique à l'arrivée

Le système à piles à combustible doit être conçu pour fonctionner correctement dans les conditions d'énergie électrique à l'arrivée définies dans la CEI 60204-1, ou telles que spécifiées par le fabricant.

4.1.2 Manutention, transport et stockage

Le système à pile à combustible portable doit être conçu pour résister aux effets de températures (ou des mesures de protection doivent être prises pour qu'il en soit protégé), lors du transport et du stockage. Le système à pile à combustible ou chaque composant doit être enveloppé ou conçu de telle sorte qu'il peut être stocké sans risque et sans subir de détérioration (par exemple stabilité adéquate, supports spéciaux, etc.).

Le fabricant doit spécifier des moyens spéciaux pour la manutention, le transport et le stockage, si nécessaire.

Il convient que les étiquettes et les codes à barres d'expédition soient conformes à l'ISO 15394 (emballage, codes à barre et symboles bidimensionnels pour l'expédition, le transport et les étiquettes de réception).

4.2 Compatibilité des matériaux

- a) Toutes les parties et toutes les substances doivent être adaptées à la plage des températures et des pressions auxquelles elles sont soumises au cours de leur usage attendu; elles doivent résister aux réactions, aux processus, aux environnements et aux autres conditions auxquels elles sont exposées au cours de leur usage attendu.
- b) Toute partie qui est directement exposée à un combustible liquide, à l'humidité, aux condensats, etc ainsi que les fixations utilisées pour toute partie qui doit être installée ou retirée pour les besoins de l'entretien doit résister à la corrosion et être adaptée à l'application.
- c) Les matériaux ferreux utilisés dans la construction du boîtier extérieur et de l'enceinte extérieure constituant la seule enveloppe des parties sous tension doivent être protégés de manière adéquate contre la corrosion.
- d) L'amiante ou les matériaux contenant de l'amiante ne doivent pas être utilisés dans la construction des systèmes à piles à combustible portables.

4.2.1 Composants polymères et élastomères

Les tuyaux, les tubes et les composants polymères et élastomères doivent être autorisés dans les conditions suivantes:

- a) il doit être démontré que les matériaux sont adaptés aux températures et pressions maximales de fonctionnement combinées et qu'ils sont compatibles avec les autres matériaux et produits chimiques avec lesquels ils entreront en contact en fonctionnement normal, en service ou au cours de la maintenance pendant la durée de vie du produit définie par le fabricant. Des recommandations peuvent être consultées dans l'ISO 4080;

4 Requirements

4.1 Physical environment and operating conditions

The portable fuel cell system and its protective systems shall be so designed and constructed as to be capable of performing their intended function in the physical environment and operating conditions specified in 4.1.1 to 4.1.2.

4.1.1 Electrical power input

The fuel cell system shall be designed to operate correctly with the conditions of electrical power input specified in IEC 60204-1 or as otherwise specified by the manufacturer.

4.1.2 Handling, transportation, and storage

The portable fuel cell system shall be designed to withstand, or suitable precautions shall be taken to protect against, the effects of transportation and storage temperatures. The fuel cell system or each component part thereof shall be packaged or designed so that it can be stored safely and without damage (e.g. adequate stability, special supports, etc.).

The manufacturer shall specify special means for handling, transportation and storage if required.

Shipping labels and bar codes should meet requirements described in ISO 15394 (packaging-bar code and two-dimensional symbols for shipping, transport and receiving labels).

4.2 Material compatibility

- a) All parts and all substances shall be suitable for the range of temperatures and pressures to which they are subjected during expected usage; and resistant to the reactions, processes, environments and other conditions to which they are exposed during expected usage.
- b) Any part that is exposed directly to liquid fuel, moisture, condensate, etc. as well as fasteners used to attach any part that must be adjusted or removed for servicing, shall be corrosion-resistant and suitable for the application.
- c) Ferrous materials used in the construction of the outside casing, and in an outside cabinet which is the sole enclosure of current-carrying parts, shall be adequately protected against corrosion.
- d) Asbestos or asbestos-containing material(s) shall not be used in the construction of a portable fuel cell system.

4.2.1 Polymeric and elastomeric components

Polymeric and elastomeric piping, tubing and components shall be permitted under the following conditions:

- a) materials shall be demonstrated to be suitable for the combined maximum operating temperatures and pressures and compatibility with other materials and chemicals with which they will come in contact in normal operation, service and maintenance over the manufacturer-defined life span of the product. Guidance can be found in ISO 4080;

- b) les composants polymères ou élastomères doivent être protégés contre les dommages mécaniques à l'intérieur de l'enveloppe. Le blindage peut être utilisé, quand cela est approprié pour protéger les composants contre les défaillances des équipements rotatifs ou d'autres dispositifs mécaniques se trouvant à l'intérieur de l'unité;
- c) tous les compartiments contenant des composants polymères ou élastomères utilisés pour transporter des gaz inflammables doivent être protégés contre les échauffements éventuels. Un système de commande doit exister pour arrêter l'arrivée du combustible avant que les températures atteignent la plus basse HDT moins 10 °C (température de distorsion à chaud) des matériaux utilisés dans les composants convoyant le combustible;
- d) les matériaux polymères ou élastomères utilisés pour transporter les gaz inflammables doivent être conducteurs pour éviter une formation statique lors du transport de gaz secs. Les matériaux doivent avoir une résistance maximale de 1 MΩ lorsqu'ils sont soumis aux essais conformément à la CEI 61340-2-1.

4.2.2 Dispositifs de connexion du combustible

Les dispositifs de connexion du combustible construits en aciers alliés, tels que le laiton ou le bronze, doivent être résistants aux agressions de type fissuration par corrosion. Des conseils peuvent être trouvés dans l'ISO 15156-1.

4.3 Protection contre les dangers mécaniques

Une protection adéquate doit être prévue contre les contacts accidentels avec toutes les parties mobiles. Toutes les parties qui peuvent être touchées par contact en usage normal, lors des réglages ou des opérations d'entretien ne doivent pas présenter de protubérances ou d'arêtes vives.

Dans des conditions d'utilisation normale, le système à pile à combustible portable ne doit pas être capable de basculer. La conformité avec ce paragraphe est décrite en 8.13.

Les équipements doivent avoir une résistance mécanique adéquate et ils doivent être construits de manière à rester sûrs au sens de cette norme lorsqu'ils subissent des manipulations prévisibles.

4.4 Protection contre la toxicité des combustibles et des matières de base combustibles

Des précautions doivent être prises dans la conception du système à pile à combustible portable et de l'alimentation en combustible pour éviter tout débordement ou toute exposition inutile du personnel aux combustibles gazeux ou liquides, en particulier lorsque ces combustibles sont potentiellement nocifs à cause de leurs effets corrosifs, en cas d'inhalation ou d'absorption cutanée.

De tels combustibles gazeux (ou les combustibles liquides pouvant produire des vapeurs toxiques) doivent être stockés dans des conteneurs scellés, leur contenu n'étant accessible que par des raccords qui sont interactifs avec les conduites d'alimentation du système à pile à combustible portable, par exemple des connecteurs de type à connexion rapide.

Les dangers potentiels qui résultent de l'utilisation des combustibles doivent être détaillés dans les instructions de fonctionnement et de stockage qui sont fournies avec le système à pile à combustible portable, avec les précautions à prendre lors de la manipulation des matériaux, les niveaux maximaux d'exposition en utilisation continue et les moyens disponibles en cas de débordement ou de contamination du personnel.

4.5 Protection contre les dangers d'explosion

Le système à pile à combustible portable doit être conçu et construit pour éviter tout risque crédible de feu ou d'explosion posé par le système à pile à combustible portable lui-même ou par les gaz, les liquides, la poussière, les vapeurs ou d'autres substances produites ou utilisées par lui.

- b) polymeric or elastomeric components shall be protected from mechanical damage within the enclosure. Shielding may be used as appropriate to protect components against failure of rotating equipment or other mechanical devices housed within the unit;
- c) any compartment enclosing polymeric or elastomeric components used to convey flammable gases shall be protected against the possibility of overheating. A control system shall be provided to terminate fuel flow before temperatures reach 10 °C below the lowest HDT (Heat Deflection Temperatures) of the materials used in the fuel conveying components;
- d) polymeric or elastomeric materials used to convey flammable gas shall be conductive to avoid static build-up if conveying dry gases. Materials shall have a maximum resistance of 1 MΩ when tested in compliance with IEC 61340-2-1.

4.2.2 Fuel connection devices

Fuel connection devices constructed of copper alloys, such as brass or bronze, shall be resistant to stress corrosion cracking. Guidance can be found in ISO 15156-1.

4.3 Protection against mechanical hazards

Adequate protection shall be provided against accidental contact with all moving parts. All parts that may be contacted during normal usage, adjustment or servicing shall be free from sharp projections or edges.

Under conditions of normal use, portable fuel cell systems shall not be susceptible to tipping. Compliance with this clause is demonstrated in 8.13.

Equipment shall have adequate mechanical strength and shall be so constructed as to remain safe in the meaning of this standard when subjected to handling as may be expected.

4.4 Protection against toxicity of fuels and fuel feedstocks

Precautions shall be taken in the design of the portable fuel cell system and fuel supply to avoid spillage or unnecessary exposure of personnel to gaseous or liquid fuels, particularly where such fuel may be potentially harmful due to corrosive effects, inhalation or skin absorption.

Such gaseous fuels (or liquid fuels which may produce toxic vapours) shall be stored in sealed containers, with the contents accessible only via couplings which are interactive with the portable fuel cell system supply lines, for example “quick connect” type connectors.

The possible hazards resulting from use of fuels shall be detailed in the operating and storage instructions provided with the portable fuel cell system, together with precautions to be taken when handling the materials, the maximum exposure levels in continuous use, and means to deal with spillage or contamination of personnel.

4.5 Protection against explosion hazards

The portable fuel cell system shall be designed and constructed to avoid any credible risk of fire or explosion posed by the portable fuel cell system itself or by gases, liquids, dust, vapours or other substances produced or used by the portable fuel cell system.

4.5.1 Atmosphères inflammables à l'intérieur d'un système de pile à combustible portable

A l'intérieur d'un module de pile à combustible, les compartiments qui abritent des sources de gaz ou vapeurs inflammables doivent être classés et l'étendue des zones dangereuses doit être déterminée selon la CEI 60079-10.

Dans les zones classées comme dangereuses, le fabricant doit éliminer les sources d'allumage en s'assurant que:

- l'appareil électrique installé est approprié à la classification de la zone;
- les températures de surface ne dépassent pas 80 % de la température d'auto-inflammation, exprimée en degrés Celsius du gaz ou de la vapeur inflammable. Voir la norme CEI 60079-20 pour les recommandations concernant les températures d'allumage automatique des différents liquides inflammables;
- le potentiel de décharge statique a été éliminé par une liaison équipotentielle et une mise à la terre correctes;
- les équipements contenant des produits capables de catalyser la réaction des fluides inflammables avec l'air doivent être capables d'arrêter la propagation de la réaction entre l'équipement et l'atmosphère inflammable environnante.

4.5.2 Fonctionnement normal

La concentration de la vapeur du combustible à l'intérieur de l'enveloppe du système doit passer en dessous des 25 % de la limite inférieure d'inflammabilité (LFL) dans les conditions normales de fonctionnement. Lorsqu'une ventilation mécanique est utilisée, un moyen de confirmation du fonctionnement et du verrouillage doit être prévu pour arrêter en toute sécurité le système à pile à combustible portable en cas de défaillance du système de ventilation. La conformité avec cette exigence est démontrée en 8.2.

4.5.3 Fonctionnement anormal

En cas de fuite interne, un dispositif de sécurité monté sur le système à pile à combustible portable doit arrêter le système avant que la concentration en gaz inflammable atteigne 50 % de la LFL au niveau de la sortie de ventilation. En s'assurant que la concentration en gaz inflammable n'excède pas 50 % au niveau de la sortie de ventilation, l'extension d'une région inflammable à l'extérieur de l'enveloppe du système est par conséquent limitée à ou en dessous de 25 % de la LFL.

4.5.4 Purge

Des moyens doivent être prévus pour purger les systèmes des systèmes à pile à combustible portables dans lesquels, pour des raisons de sécurité, un état passif est nécessaire après arrêt ou avant initialisation comme spécifié par le fabricant. Un système de purge adapté utilisant un élément spécifié par le fabricant comme l'azote, l'air ou la vapeur sans que cette liste soit limitative, dans une situation non dangereuse dans le cadre de l'utilisation prévue, satisfait à cette disposition.

NOTE Si la sécurité peut être assurée par des procédures autres que la purge, la purge n'est pas exigée.

4.6 Protection contre les chocs électriques

4.6.1 Généralités

Sauf autorisation spécifique pour des raisons de fonctionnement, les parties conductrices accessibles des équipements ne doivent pas être dangereuses lorsqu'elles sont sous tension en condition normale et elles ne doivent pas être ou devenir dangereuses sous tension dans toute condition de premier défaut raisonnablement prévisible. Les systèmes à pile à combustible portables doivent être construits et placés dans des enveloppes de manière à obtenir une protection adéquate contre le contact accidentel avec les parties actives.

4.5.1 Flammable atmospheres within the portable fuel cell system

Within fuel cell module, compartments with sources of flammable gas or vapour shall be classified and the extent of hazardous areas determined according to IEC 60079-10.

Within areas classified as hazardous, the manufacturer shall eliminate ignition sources by ensuring that:

- the installed electrical equipment is suitable for the area classification;
- the surface temperatures do not exceed 80 % of the auto-ignition temperature, expressed in degrees Celsius, of the flammable gas or vapour. See IEC 60079-20 for guidance regarding auto-ignition temperatures of various flammable fluids;
- the potential for static discharge has been eliminated by proper bonding and earthing;
- equipment containing materials capable of catalysing the reaction of flammable fluids with air shall be capable of suppressing the propagation of the reaction from the equipment to the surrounding flammable atmosphere.

4.5.2 Normal operation

The concentration of fuel vapour within the system enclosure shall fall below 25 % of the Lower Flammability Limit (LFL) under normal operating conditions. Where mechanical ventilation is used, a means to confirm operation, and interlock shall be provided to safely shut down the portable fuel cell system upon failure of the ventilation system. Compliance with this requirement is demonstrated in 8.2.

4.5.3 Abnormal operation

In the event of an internal release, a safety device equipped on the fuel cell power system shall shutdown the system prior to the flammable gas concentration reaching 50 % of the LFL at the ventilation outlet. By ensuring that the flammable gas concentration doesn't exceed 50 % at the ventilation outlet, the extent of the flammable region outside of the system enclosure is therefore limited to or below 25 % of the LFL.

4.5.4 Purging

Means shall be provided to purge those systems of the portable fuel cell system where, for safety reasons, it requires a passive state after shutdown or prior to initialization as specified by the manufacturer. A suitable purge system, utilizing a medium specified by the manufacturer such as but not limited to nitrogen, or air or steam in a non-hazardous situation within the intended use, meets the intent of this provision.

NOTE If safety can be secured by procedures other than the purge, purging is not required.

4.6 Protection against electric shock

4.6.1 General

Except where specifically permitted for functional reasons, accessible conductive parts of equipment shall not be hazardous live in normal condition, nor be or become hazardous live in any reasonably foreseeable single fault condition. Portable fuel cell systems shall be constructed and enclosed so that there is adequate protection against accidental contact with live parts.

L'équipement électrique doit assurer la protection des personnes contre tout choc électrique dû:

- a) à un contact direct;
- b) à un contact indirect.

4.6.2 Protection contre les contacts directs

Pour chaque circuit ou partie d'équipement électrique, la protection doit être obtenue par l'utilisation d'enveloppes ou par l'isolation des parties actives. Lorsque ces mesures ne sont pas réalisables en pratique, des mesures alternatives de protection peuvent être appliquées comme les barrières, la mise hors de portée et l'utilisation d'obstacles (voir la CEI 60364-4-41).

4.6.2.1 Protection par les enveloppes

L'ouverture d'une enveloppe (c'est-à-dire l'ouverture des portes, couvercles, capots et dispositifs analogues) ne doit être possible que dans l'une des conditions suivantes:

- a) l'utilisation d'une clé ou d'un outil;
- b) la déconnexion des parties actives à l'intérieur de l'enveloppe avant que celle-ci puisse être ouverte c'est-à-dire le déverrouillage de la porte;
- c) l'ouverture sans l'une des techniques de protection décrites en a) ou b) doit être possible uniquement lorsque toutes les parties actives sont protégées contre le contact direct avec au moins le degré IP2X ou IPXXB (voir la CEI 60529).

4.6.2.2 Protection par isolation des parties actives

Il ne doit pas être possible de toucher avec le calibre les parties actives ou les parties actives protégées uniquement par de la laque, de l'émail, du papier ordinaire, du coton, une couche d'oxyde, des perles isolantes ou un mélange d'étanchéité à l'exception des résines auto-durcissantes, avec le calibre d'essai B de la CEI 61032.

Les parties actives protégées par l'isolation doivent être complètement recouvertes d'une isolation qui ne puisse être enlevée que par destruction. Une telle isolation doit être capable de résister aux contraintes mécaniques, chimiques, électriques et thermiques auxquelles elle peut être soumise dans les conditions normales de service. Un matériau isolant résistant à la chaleur, résistant à l'absorption d'humidité comme un mélange phénolique, la porcelaine, un mélange moulé à froid qui résiste aux conditions les plus sévères susceptibles d'être rencontrées en service doit être utilisé pour le support des parties actives nues et pour les barrières utilisées pour obtenir les espacements exigés (comme spécifié en 4.6.13) et doit être conforme à l'essai spécifié en 8.10.

4.6.3 Protection contre le contact indirect

La protection contre les contacts indirects est destinée à empêcher les conditions dangereuses en cas de défaillance de l'isolation entre les parties actives et les masses. La protection contre le contact indirect doit être assurée par:

- a) des mesures pour empêcher l'apparition d'une tension de contact dangereuse; ou
- b) la déconnexion automatique de l'alimentation avant que la durée du contact avec une tension de contact puisse devenir dangereuse.

The electrical equipment shall provide protection of persons against electric shock from

- a) direct contact;
- b) indirect contact.

4.6.2 Protection against direct contact

For each circuit or part of the electrical equipment, protection shall be achieved through the use of enclosures or the insulation of live parts. Where these measures are not practical, alternative measures for protection may be applied such as barriers, placing out of reach, and using obstacles (see IEC 60364-4-41).

4.6.2.1 Protection by enclosures

Opening an enclosure (i.e. opening doors, lids, covers, and the like) shall be possible only under one of the following conditions:

- a) the use of a key or tool;
- b) the disconnection of live parts inside the enclosure before the enclosure may be opened i.e. interlocking the door;
- c) opening without using one of the protection techniques described in a) or b) shall be possible only when all live parts are protected against direct contact to at least IP2X or IPXXB (see IEC 60529).

4.6.2.2 Protection by insulation of live parts

It shall not be possible to touch live parts or live parts protected only by lacquer, enamel, ordinary paper, cotton, oxide film, beads, or sealing compound except self-hardening resins, with the test probe B of IEC 61032.

Live parts protected by insulation shall be completely covered with insulation that can only be removed by destruction. Such insulation shall be capable of withstanding the mechanical, chemical, electrical, and thermal stresses to which it can be subjected under normal service conditions. Heat-resistant, moisture-absorption-resistant insulating material, such as phenolic composition, porcelain, cold moulded composition, that will withstand the most severe conditions likely to be met in service shall be used for the support of bare, live parts and for barriers used to obtain required spacings (as specified in 4.6.13) and shall comply with the test specified in 8.10.

4.6.3 Protection against indirect contact

Protection against indirect contact is intended to prevent hazardous conditions in the event of an insulation failure between live parts and exposed conductive parts. Protection against indirect contact shall be achieved by

- a) measures to prevent the occurrence of a hazardous touch voltage; or
- b) automatic disconnection of the supply before the time of contact with a touch voltage can become hazardous.

4.6.3.1 Mesures pour empêcher l'apparition d'une tension de contact dangereuse

Les mesures pour empêcher l'apparition d'une tension de contact dangereuse comprennent l'utilisation d'appareils de la classe II ou des isolations équivalentes (voir la CEI 61140), la séparation électrique (voir la CEI 60364-4-41) et la conception du réseau d'alimentation avec point neutre soit isolé, soit présentant une impédance élevée à la terre de telle manière qu'un défaut à la terre ne donnera pas lieu à une tension de contact dangereuse.

4.6.3.2 Déconnexion automatique de l'alimentation

La déconnexion automatique de l'alimentation de tout circuit affecté par l'apparition d'une défaillance d'isolation est destinée à empêcher une condition dangereuse résultant d'une tension de contact (voir la CEI 60364-4-41).

4.6.4 Protection par utilisation de la TBTS

La TBTS (très basse tension de sécurité) peut être utilisée pour protéger les personnes contre le choc électrique provenant d'un contact direct ou indirect. Toutes les parties accessibles ne sont pas considérées comme présentant un risque d'électrocution à ou au-dessous de la TBTS.

Une partie accessible n'est pas considérée comme active si elle est alimentée en très basse tension de sécurité sous réserve de ce qui suit:

- a) en courant alternatif, la valeur de crête de la tension ne dépasse pas 42,4 V,
- b) en courant continu, la tension ne dépasse pas 60 V, ou
- c) la partie est séparée des parties actives par une impédance de protection. Si l'impédance de protection est utilisée, le courant entre la partie et la source d'alimentation ne doit pas dépasser 2 mA en courant continu, sa valeur de crête ne doit pas dépasser 0,7 mA en courant alternatif comme décrit en 8.1.4 de la CEI 60335-1 et Figure 4 de la CEI 60990.

4.6.5 Choix des composants et des équipements électriques

4.6.5.1 Classification de zone

Les composants et les équipements électriques doivent être adaptés à la classification de zone dans laquelle ils sont utilisés sur la base de la CEI 60079-10 (voir 4.5.1).

4.6.5.2 Moments de couple

Les composants électriques tels que les interrupteurs qui sont soumis à des moments de couple en fonctionnement normal ou pendant les opérations d'entretien doivent être solidement fixés et bloqués pour ne pas tourner par des moyens autres que la friction entre surfaces si ceci peut réduire les espaces spécifiés en 4.6.13 ou si cela remet en cause une autre exigence de cette norme. Une rondelle d'arrêt ne doit pas être considérée comme acceptable pour les dispositifs qui nécessitent des moments de couple pour leur fonctionnement.

4.6.6 Fusibles

Si les circuits protégés par les fusibles vont au-delà de l'enveloppe du système à pile à combustible, les fusibles doivent être d'un type qui n'est pas remplaçable sans l'utilisation d'outils (par exemple type soudé). Si les circuits protégés par les fusibles ne vont pas au-delà de l'enveloppe, les fusibles peuvent être d'un type remplaçable facilement. Si le fusible peut être touché par contact extérieur, un porte-fusible empêchant tout contact doit être utilisé.

4.6.3.1 Measures to prevent the occurrence of a hazardous touch voltage

Measures to prevent the occurrence of a hazardous touch voltage include the use of class II equipment or by equivalent insulations (see IEC 61140), electrical separation (see IEC 60364-4-41) and the design of the supply system so that its neutral point is either insulated from or has a high impedance to earth so that an earth fault will not result in a hazardous touch voltage.

4.6.3.2 Automatic disconnection of the supply

Automatic disconnection of the supply of any circuit affected by the occurrence of an insulation failure is intended to prevent a hazardous condition resulting from a touch voltage (see IEC 60364-4-41).

4.6.4 Protection by the use of SELV

SELV (safety extra-low voltage) may be used to protect persons against electric shock from direct or indirect contact. All accessible parts are not considered to be a shock hazard at or below SELV.

An accessible part is not considered to be live if the part is supplied at safety extra-low voltage, provided that:

- a) for a.c., the peak value of the voltage does not exceed 42,4 V;
- b) for d.c., the voltage does not exceed 60 V; or
- c) the part is separated from live parts by protective impedance. If protective impedance is used, the current between the part and the supply source shall not exceed 2 mA for d.c., its peak value shall not exceed 0,7 mA for a.c. as described in 8.1.4 of IEC 60335-1 and Figure 4 of IEC 60990.

4.6.5 Selection of electrical components and equipment

4.6.5.1 Area classification

Electrical components and equipment shall be suitable for the area classification in which they are used, based on IEC 60079-10 (see 4.5.1).

4.6.5.2 Turning moments

Electrical components such as switches that are subjected to turning moments in normal operation or servicing shall be fastened securely and prevented from turning by means other than friction between surfaces, if turning could result in reduction of the spacings specified in 4.6.13, or in an infringement of other requirements of this standard. A lock washer shall not be considered acceptable for devices that require turning moments for their operation.

4.6.6 Fuses

If the circuits protected by the fuses extend beyond the portable fuel cell system enclosure, fuses shall be of a type that is non-replaceable without the use of tools (e.g. soldered-in type). If the circuits protected by the fuses do not extend beyond the enclosure, the fuses may be of a readily replaceable type. If the fuse can be contacted externally, a fully touch proof fuse holder shall be used.

4.6.7 Décharge capacitive

Si la charge stockée dans les condensateurs est accessible dans une zone d'accès de l'opérateur et que la sécurité de l'opérateur est assurée par un verrouillage par une porte ou un capot ou en déconnectant un connecteur (ou une fiche de branchement), alors l'énergie stockée comme déterminé avec la formule suivante, doit être déchargée à un niveau sûr ne dépassant pas 42,4 V en valeur de crête ou en courant continu et elle ne doit pas dépasser 20 J à 1 s après la manœuvre de ce verrouillage ou la déconnexion du connecteur:

$$J = 5 \times 10^{-7} CV^2$$

où

J est l'énergie en joules;

C est la capacité en microfarads;

V est le voltage en volts.

4.6.8 Fixation des parties

Les vis, les écrous, les rondelles, les ressorts et les parties analogues doivent être fixés de manière à résister aux contraintes mécaniques qui apparaissent en utilisation normale si le desserrage est susceptible de créer un danger ou si les distances d'isolation ou les lignes de fuite sur l'isolation supplémentaire ou l'isolation renforcée sont susceptibles de subir une réduction les amenant à des valeurs inférieures à celles spécifiées en 4.6.13.

Les parties actives nues (y compris les conducteurs) doivent être fixées sur leurs bases ou leurs surfaces de montage de manière à ce qu'elles ne puissent pas tourner ou se déplacer et réduire les espacements exigés en 4.6.13. La friction entre surfaces n'est pas un moyen acceptable pour empêcher les parties actives de tourner mais une rondelle d'arrêt adaptée est acceptable si elle est correctement appliquée.

La vérification est effectuée par examen, par des mesures et par un essai à la main.

Pour l'évaluation de la conformité:

- on considère que deux fixations indépendantes ne se desserreront pas au même moment; et
- on considère que les parties fixées au moyen de vis ou d'écrous munis de rondelles auto-bloquantes ou d'autres moyens de verrouillage ne sont pas susceptibles de se desserrer.

4.6.9 Parties sous tension

Les parties sous tension doivent avoir une résistance mécanique et un courant admissible appropriés pour le service et doivent être en matériau non ferreux ou en acier inoxydable sauf que dans le cas des circuits TBTS, le matériau n'est pas spécifié.

La fixation des assemblages de contact doit être de nature à assurer l'alignement permanent des contacts.

Le défaut d'alignement des connecteurs mâle et femelle, l'insertion d'un connecteur mâle multi-broches dans un connecteur femelle autre que celui destiné à le recevoir et d'autres manipulations des parties qui sont accessibles sans l'utilisation d'un outil ne doivent pas donner lieu à une condition dangereuse.

4.6.7 Capacitor discharge

If the charge stored in capacitors is accessible in an operator access area and the safety of the operator is assured by an interlock actuated by a door or cover, or by disconnecting a connector (or attachment plug), then the energy stored as determined from the following formula, shall be discharged to a safe level not exceeding 42,4 V peak or d.c. and it shall not exceed 20 J at 1 s after operation of this interlock or disconnection of the connector:

$$J = 5 \times 10^{-7} CV^2$$

where

J is the energy in joules;

C is the capacity in microfarads;

V is the voltage in volts.

4.6.8 Securing of parts

Screws, nuts, washers, springs or similar parts shall be secured so as to withstand mechanical stresses occurring in normal use if loosening would create a hazard, or if clearances or creepage distances over supplementary insulation or reinforced insulation would be reduced to less than the values specified in 4.6.13.

Bare live parts (including conductors) shall be fixed to their bases or mounting surfaces so that they will be prevented from turning or shifting so as to reduce the spacings required by 4.6.13. Friction between surfaces is not an acceptable means of preventing the turning of live parts, but a suitable lockwasher will be acceptable if properly applied.

Compliance is checked by inspection, by measurement and by manual test.

For the purpose of assessing compliance:

- it is assumed that two independent fixings will not become loose at the same time; and
- it is assumed that parts fixed by means of screws or nuts provided with self-locking washers or other means of locking are not liable to become loose.

4.6.9 Current-carrying parts

Current-carrying parts shall have adequate mechanical strength and current-carrying capacity for the service, and shall be nonferrous or stainless steel except that in SELV circuits, the material is not specified.

The securing of contact assemblies shall be such as to ensure the continued alignment of contacts.

Misalignment of male and female connectors, insertion of a multipin male connector in a female connector other than one intended to receive it, and other manipulations of parts that are accessible without the use of a tool shall not result in a hazardous condition.

4.6.10 Câblage interne

L'espace entre les enveloppes des équipements doit laisser une place importante pour la distribution des fils et des câbles nécessaires au câblage correct des équipements pour empêcher les échauffements et les dommages sur l'isolation. Les connexions et les fils entre les parties des équipements doivent être protégés ou placés sous enveloppe. Les chemins de câble doivent être lisses et sans protubérances, ni ébarbures ni arêtes vives qui peuvent causer l'abrasion de l'isolation des conducteurs.

Le câblage autre que celui des circuits imprimés doit être constitué de fils de type(s) adapté(s) aux applications particulières en ce qui concerne:

- a) la taille du conducteur (on doit veiller aux effets des vibrations, des impacts et de la manipulation des fils inférieurs à $1,5 \text{ mm}^2$);
- b) la température et de la tension auxquelles le câblage est susceptible d'être soumis;
- c) l'exposition à l'huile, aux graisses ou aux autres substances susceptibles d'avoir un effet nuisible sur l'isolation;
- d) l'exposition à l'humidité; et
- e) aux autres conditions de service auxquelles le fil est susceptible d'être soumis.

Toutes les jonctions de câblage doivent être pourvues d'une isolation équivalente à celle des conducteurs eux-mêmes à moins qu'ils ne soient maintenus de manière fixe et rigide pour assurer le maintien des espacements exigés en 4.6.13.

Lorsqu'ils passent à travers les ouvertures des parois métalliques, les cordons et les conducteurs isolés, qu'ils soient monoconducteurs, en faisceaux ou câblés doivent être protégés efficacement par des traversées adaptées ou des surfaces bien arrondies sur lesquelles les cordons ou les conducteurs peuvent porter.

Les conducteurs identifiés par la couleur verte ou la combinaison vert/jaune doivent être réservés aux connexions de mise à la terre et de liaison equipotentielle.

Les connexions électriques qui doivent être coupées pour l'entretien de commandes doivent être faites de telle manière qu'elles puissent être déconnectées et reconnectées sans casser une connexion soudée et sans casser ou couper le ou les fil(s).

4.6.11 Systèmes à pile à combustible portable reliés par un cordon

Un système à pile à combustible portable destiné à être relié par un cordon à l'entrée doit être équipé d'une longueur appropriée de cordon possédant un conducteur supplémentaire pour la mise à la terre des parties conductrices hors tension. Le cordon doit avoir une intensité au moins égale à la valeur d'entrée marquée en ampères et doit être du type usage intensif, type humide/mouillé sauf exigence d'autres articles de cette norme.

Le cordon d'alimentation doit se terminer par une fiche de branchement conforme à la CEI 60884-1 et a:

- des caractéristiques de tension adaptées à la tension marquée sur le système à pile à combustible portable;
- des caractéristiques de courant qui ne sont pas inférieures à 125 % du courant d'entrée marqué.

4.6.10 Internal wiring

The space within enclosures of equipment shall provide ample room for the distribution of wires and cables required for the proper wiring of the equipment to prevent overheating and damage to the insulation. The wire connections and wires between parts of equipment shall be protected or enclosed. Wireways shall be smooth and entirely free from projections, burrs, and sharp edges that may cause abrasion of the insulation on the conductors.

Wiring other than that of printed circuits shall consist of wire of a type or types that are suitable for the particular application when considered with respect to

- a) conductor size (consideration shall be given to the effects of vibration, impact, and handling for wires smaller than 1,5 mm²);
- b) temperature and voltage to which the wiring is liable to be subjected;
- c) exposure to oil, grease, or other substance liable to have a deleterious effect on the insulation;
- d) exposure to moisture; and
- e) other conditions of service to which the wire is liable to be subjected.

All wiring joints shall be provided with insulation equivalent to that of the conductors themselves unless they are held securely and rigidly so that the spacings required by 4.6.13 are maintained.

Cords and insulated conductors, either single or bunched, or cabled, when passing through openings in sheet metal walls shall be effectively protected by suitable bushings or well-rounded surfaces against which the cords or conductors may bear.

Conductors identified by green or the colour combination green/yellow shall be used only for earthing or bonding connections.

Electrical connections which need to be broken to service any controls shall be made in such a manner that they may be disconnected and reconnected without breaking a soldered connection and without breaking or cutting the wire(s).

4.6.11 Cord-connected portable fuel cell systems

Portable fuel cell system intended to be cord-connected at the input shall be provided with a suitable length of cord having an additional conductor for earthing non-current-carrying conductive parts. The cord shall have an ampacity at least equal to the marked input in amperes and shall be of the hard-usage type, damp/wet type except as required by other clauses of this standard.

The supply cord shall terminate in a suitable attachment plug that conforms to IEC 60884-1 and has a:

- voltage rating suitable for the voltage marked on the portable fuel cell system;
- current rating of not less than 125 % of the marked input current.

4.6.12 Protection contre la traction

Une protection contre la traction doit être prévue de manière que les contraintes sur le cordon d'alimentation, telles qu'elles sont déterminées par l'essai spécifié en 8.9 ou le torsadage du cordon ne soient pas transmis aux connexions à l'intérieur du système à pile à combustible portable. Le système à pile à combustible portable équipé d'un cordon d'alimentation, ou celui qui est destiné à être relié en permanence au câblage fixe par un cordon souple doit être muni d'un dispositif d'arrêt de traction. Le dispositif d'arrêt de traction doit éliminer la traction, y compris le torsadage, aux bornes des conducteurs et protéger l'isolation des conducteurs contre l'abrasion. Au moins une partie du dispositif d'arrêt de traction est fixée solidement au système à pile à combustible portable sauf s'il s'agit d'une partie d'un cordon spécial.

Une traversée ou un moyen équivalent fixé en place doit exister au point où un cordon d'alimentation passe à travers une ouverture dans une paroi, une barrière ou une enveloppe intégrale; cette traversée ou ce moyen équivalent doit être lisse et la surface sur laquelle le cordon peut porter doit être bien arrondie.

Le cordon souple ne doit pas pouvoir être poussé à travers le trou d'entrée de câble si un tel déplacement est susceptible:

- a) de soumettre le cordon à un dommage mécanique;
- b) d'exposer le cordon à une température supérieure à celle pour laquelle il est reconnu;
- c) de réduire les espacements (comme entre les parties actives nues et la pince métallique de protection contre la traction) en dessous des valeurs spécifiées en 4.6.13.

4.6.13 Lignes de fuite et d'isolement

Les systèmes à pile à combustible portables doivent être construits de manière à ce que les distances d'isolement, les lignes de fuite et l'isolation solide soient appropriées pour résister aux contraintes électriques auxquelles le système à pile à combustible portable est susceptible d'être soumis. Les lignes directrices pour la détermination des lignes de fuite et des distances d'isolement sont spécifiées dans la CEI 60664-1.

Exemption: L'anode et la cathode d'une même cellule élémentaire ne sont pas soumises à ces exigences de distances d'isolement et de lignes de fuite.

Dans le cas des atmosphères contenant des gaz explosifs, déterminées selon la CEI 60079-10, les distances d'isolement, les lignes de fuite et les séparations entre parties conductrices à des potentiels différents doivent également être conformes à la CEI 60079-15.

4.6.14 Mise à la terre et équipotentialité

Lorsque cela est applicable, la connexion entre la borne de terre ou le contact de terre et les parties métalliques à la terre doit présenter une faible résistance. La conformité est démontrée en 8.11.

4.6.14.1 Systèmes à pile à combustible portables autonomes

Il ne doit pas être exigé de relier à la terre le châssis d'un système à pile à combustible portable et celui-ci doit pouvoir servir d'électrode de terre dans les conditions suivantes:

- a) le générateur alimente uniquement l'équipement monté sur le système à pile à combustible portable, l'équipement connecté par cordon et fiche par l'intermédiaire des socles montés sur le système à pile à combustible portable ou les deux; et
- b) les parties métalliques hors tension de l'équipement et les bornes du conducteur de terre de l'équipement des socles sont reliées par une liaison équipotentielle au châssis du système à pile à combustible portable.

4.6.12 Strain relief

Strain relief shall be provided so that stress on a supply cord, as determined by the test specified in 8.9, or twisting of the cord will not be transmitted to the connections inside the portable fuel cell system. Portable fuel cell system provided with a supply cord, or intended to be permanently connected to fixed wiring by a flexible cord, shall have a cord anchorage. The cord anchorage shall relieve conductors from strain, including twisting, at the terminals and protect the insulation of the conductors from abrasion. At least one part of the cord anchorage is securely fixed to the portable fuel cell system, unless it is part of a specially prepared cord.

At the point at which a supply cord passes through an opening in a wall, barrier, or the overall enclosure, there shall be a bushing or the equivalent that is secured in place and that has a smooth, well-rounded surface against which the cord may bear.

It shall not be possible for a flexible cord to be pushed through the cord-entry hole, if such displacement is liable to

- a) subject the cord to mechanical injury;
- b) expose the cord to a temperature higher than that for which the cord is recognized;
- c) reduce the spacings (such as from bare live parts to a metal strain relief clamp) below the values specified in 4.6.13.

4.6.13 Creepage and clearances

Portable fuel cell systems shall be constructed so that the clearances, creepage distances and solid insulation are adequate to withstand the electrical stresses to which the portable fuel cell system is liable to be subjected. Guidance in determining appropriate creepage and clearance distances is specified in IEC 60664-1.

Exemption: An anode and cathode of the same cell are not subject to these clearance and creepage requirements.

In the case of explosive gas atmospheres, as determined by IEC 60079-10, the clearances, creepage distances and separations between conductive parts at different potentials shall also comply with IEC 60079-15.

4.6.14 Earthing and bonding

Where applicable, the connection between the earthing terminal or earthing contact and earthed metal parts shall have low resistance. Compliance is demonstrated in 8.11.

4.6.14.1 Stand-alone portable fuel cell systems

The frame of a portable fuel cell system shall not be required to be grounded and shall be permitted to serve as the earthing electrode under the following conditions:

- a) the generator supplies only equipment mounted on the portable fuel cell system, cord-and-plug-connected equipment through receptacles mounted on the portable fuel cell system, or both; and
- b) the non-current-carrying metal parts of the equipment and the equipment earthing conductor terminals of the receptacles are bonded to the portable fuel cell system frame.

4.6.14.2 Alimentations sans interruption (ASI)

Les alimentations sans interruption (ASI) doivent satisfaire aux dispositions de mise à la terre de la CEI 62040-1-2 et de la CEI 62040-1-1 qui sont applicables.

Les pièces conductrices accessibles de l'équipement de classe I, susceptibles de provoquer une tension dangereuse dans le cas d'un simple défaut d'isolation doivent être connectées de manière sûre à une borne de mise à la terre de protection, au sein de l'équipement.

4.6.15 Séparation des circuits

Les conducteurs isolés (câblage interne, y compris les fils dans une boîte ou un compartiment de raccordement) qui fonctionnent à des tensions différentes doivent être conformes au moins à l'une des exigences suivantes:

- a) ils doivent être cloisonnés au moyen de barrières internes;
- b) ils doivent être cloisonnés les uns par rapport aux autres;
- c) ils doivent être cloisonnés par un blindage relié à la terre;
- d) toutes leurs âmes doivent être isolées pour la tension la plus élevée; ou
- e) ils doivent avoir un conducteur (ou le groupe de conducteurs pour la tension considérée) isolé pour une valeur égale au double de la tension la plus élevée.

Les conducteurs isolés doivent être séparés par des barrières internes ou doivent être cloisonnés par rapport aux parties actives nues à une tension supérieure à celle pour laquelle les âmes sont isolées.

Le cloisonnement ou la séparation des conducteurs isolés peut être réalisé par serrage, routage ou par un moyen équivalent qui assure une séparation permanente.

Si une barrière interne est utilisée pour assurer la séparation entre le câblage des différents circuits, elle doit avoir la résistance et la fiabilité appropriées, être maintenue en place et être construite conformément aux exigences du 7.4.2.2.2 de la CEI 60439-1.

Les barrières en matériau isolant ne doivent pas avoir une épaisseur inférieure à 0,70 mm si elles sont en papier de qualité électrique et lorsqu'elles sont situées entre les conducteurs et les parties actives nues des différents circuits, doivent être conformes à 4.6.2.2.

4.6.16 Protection des socles

Un socle de sortie doit être protégé par un dispositif de protection contre les surintensités dont les caractéristiques ou le réglage correspondent aux caractéristiques du socle sauf si:

- a) le circuit n'est pas capable de délivrer un courant supérieur aux caractéristiques du socle dans une condition de charge quelconque; ou si
- b) une protection électronique existe et ne peut pas être mise en échec par un premier défaut.

4.7 Protection contre les risques de feu

Ce paragraphe spécifie des exigences destinées à réduire le risque d'allumage et la propagation des flammes à la fois à l'intérieur de l'équipement et vers l'extérieur par l'utilisation appropriée de matériaux et de composants et par une construction adaptée.

4.6.14.2 Uninterruptible power systems (UPS)

Uninterruptible power systems (UPS) shall meet the earthing and grounding provisions of IEC 62040-1-2 and IEC 62040-1-1 as applicable.

Accessible conductive parts of Class I equipment, which might assume a hazardous voltage in the event of a single insulation fault, shall be reliably connected to a protecting earthing terminal within the equipment.

4.6.15 Separation of circuits

Insulated conductors (internal wiring, including wires in a terminal box or compartment) that operate at different voltages shall comply with at least one of the following:

- a) be segregated by internal barriers;
- b) be segregated from each other;
- c) be segregated by grounded shielding;
- d) have all conductors insulated for the highest voltage; or
- e) have either conductor (or the group of conductors for that voltage) insulated for twice the highest voltage.

Insulated conductors shall be separated by internal barriers or shall be segregated from bare live parts at a voltage higher than that for which the conductors are insulated.

Segregation or separation of insulated conductors may be accomplished by clamping, routing, or an equivalent means that ensures permanent separation.

If an internal barrier is used to provide separation between the wiring of different circuits, it shall be of adequate mechanical strength and reliably, held in place and constructed in accordance with the requirements of 7.4.2.2 from IEC 60439-1.

Barriers of insulating material shall be not less than 0,70 mm thick, if of electrical grade paper and, when located between conductors and bare live parts of different circuits, shall comply with 4.6.2.2.

4.6.16 Protection of receptacles

An output receptacle shall be protected by an overcurrent device rated or set at not more than the rating of the receptacle unless:

- a) the circuit is not capable of delivering current in excess of the rating of the receptacle under any conditions of loading; or
- b) electronic protection is provided that cannot be defeated by a single fault.

4.7 Protection against fire hazard

This subclause specifies requirements intended to reduce the risk of ignition and the spread of flame, both within the equipment and to the outside, by the appropriate use of materials and components and by suitable construction.

4.7.1 Inflammabilité

Les composants et les matériaux à l'intérieur de l'enveloppe du système à pile à combustible portable doivent être construits ou doivent utiliser des matériaux tels que la propagation du feu et l'inflammation soient limitées. Ceci peut être démontré en choisissant des matériaux appropriés FV 0, FV 1 ou FV 2 essayés selon les normes CEI 60695-11-10 ou CEI 60695-11-20.

Exemptions:

Les membranes ou d'autres matériaux à l'intérieur d'un système à pile à combustible portable individuel ou d'une pile à combustible qui représentent moins de 10 % de la masse totale sont considérés comme une quantité limitée et sont admissibles sans tenir compte de leurs caractéristiques d'inflammabilité. Si la masse totale de la pile à combustible est inférieure à 200 g, les matériaux de la pile à combustible sont considérés comme étant en quantité limitée et sont admissibles sans tenir compte de leurs caractéristiques d'inflammabilité.

Les composants doivent être protégés contre la surchauffe dans les conditions de défaut. Lorsqu'il n'est pas possible, en pratique, de protéger les composants contre la surchauffe dans les conditions de défaut, les composants doivent être montés sur des matériaux de classe d'inflammabilité V-1 ou supérieure. De plus, de tels composants doivent être séparés des matériaux d'une classe inférieure à la classe d'inflammabilité V-1 par un espace d'au moins 13 mm dans l'air ou par une barrière solide faite dans un matériau de la classe d'inflammabilité V-1.

Les parties de matériau isolant supportant les connexions sous tension et les parties de matériau isolant à une distance d'au plus 3 mm de ces connexions sont soumises à l'essai au fil incandescent de la CEI 60695-2-11. Toutefois, l'essai au fil incandescent n'est pas réalisé sur les parties en matériau classé comme ayant selon la CEI 60695-2-13, une température d'allumage au fil incandescent d'au moins.

- 775 °C, pour les connexions parcourues par un courant supérieur à 0,2 A en fonctionnement normal;
- 675 °C, pour les autres connexions, sous réserve que l'éprouvette ne soit pas plus épaisse que la partie concernée.

Lorsqu'on effectue l'essai au fil incandescent de la CEI 60695-2-11, les températures sont:

- 750 °C, pour les connexions parcourues par un courant supérieur à 0,2 A en fonctionnement normal;
- 650 °C, pour les autres connexions.

Les parties qui résistent à l'essai au fil incandescent de la CEI 60695-2-11 mais qui, au cours de l'essai, produisent une flamme qui persiste pendant plus de 2 s subissent un autre essai comme indiqué ci-dessous:

Les parties situées au-dessus de la connexion à l'intérieur de l'enveloppe d'un cylindre vertical d'un diamètre de 20 mm et d'une hauteur de 50 mm sont soumises à l'essai au brûleur-aiguille de la CEI 60695-11-5. Toutefois, les parties protégées par une barrière qui satisfont à l'essai au brûleur-aiguille de la CEI 60695-11-5 ne sont pas soumises à l'essai. L'essai au brûleur-aiguille n'est pas effectué sur les parties classées V-0 ou V-1 suivant la CEI 60695-11-10, à condition que l'éprouvette ne soit pas plus épaisse que la partie concernée.

4.7.2 Ouvertures dans l'équipement

Le risque d'allumage causé par de petits objets métalliques, comme les trombones ou les agrafes, doit être réduit par des mesures pour minimiser la probabilité que de tels objets entrent dans l'équipement et shuntent les parties conductrices nues entre lesquelles la tension n'est pas limitée conformément à 4.6.4. Les mesures acceptables incluent:

- des ouvertures d'une largeur ne dépassant pas 1 mm quelle que soit leur longueur; ou
- un écran dont le maillage possèdent des ouvertures nominales inférieures à 2 mm entre axes et construites avec un diamètre de fil d'au moins 0,45 mm; ou

4.7.1 Flammability

Components and materials inside the portable fuel cell system enclosure shall be so constructed or shall make use of such materials, that propagation of fire and ignition is minimized. This may be demonstrated through the appropriate selection of materials meeting FV 0, FV 1 or FV 2 when tested in accordance with IEC 60695-11-10 or IEC 60695-11-20.

Exemptions:

Membranes, or other materials within a single portable fuel cell system or stack which comprise less than 10 % of its total mass, are considered to be of limited quantity and are permissible without flammability ratings. If the stack total mass is less than 200 g, stack materials are considered to be of limited quantity and are permissible without flammability ratings.

Components shall be protected against overheating under fault conditions. Where it is not practical to protect components against overheating under fault conditions, the components shall be mounted on materials of flammability class V-1 or better. Additionally, such components shall be separated from material of a class lower than flammability class V-1 by at least 13 mm of air, or by a solid barrier of material of flammability class V-1.

Parts of insulating material supporting current-carrying connections, and parts of insulating material within a distance of 3 mm of such connections, are subjected to the glow-wire test of IEC 60695-2-11. However, the glow-wire test is not carried out on parts of material classified as having a glow-wire ignition temperature according to IEC 60695-2-13 of at least:

- a) 775 °C, for connections which carry a current exceeding 0,2 A during normal operation;
- b) 675 °C, for other connections, provided that the test sample was no thicker than the relevant part.

When the glow-wire test of IEC 60695-2-11 is carried out, the temperatures are:

- a) 750 °C, for connections which carry a current exceeding 0,2 A during normal operation;
- b) 650 °C, for other connections

Parts that withstand the glow-wire test of IEC 60695-2-11, but which, during the test, produce a flame that persists for longer than 2 s, are further tested as follows:

Parts above the connection within the envelope of a vertical cylinder having a diameter of 20 mm and a height of 50 mm are subjected to the needle-flame test of IEC 60695-11-5. However, parts shielded by a barrier that meets the needle-flame test of IEC 60695-11-5 are not tested. The needle-flame test is not carried out on parts of material classified as V-0 or V-1 according to IEC 60695-11-10, provided that the test sample was no thicker than the relevant part.

4.7.2 Openings in equipment

The risk of ignition caused by small metallic objects, such as paper clips or staples, shall be reduced by measures to minimize the likelihood of such objects entering the equipment and bridging bare conductive parts between which the voltage is not limited in accordance with 4.6.4. Acceptable measures include:

- a) providing openings that do not exceed 1 mm in width regardless of length; or
- b) providing a screen having a mesh with nominal openings not greater than 2 mm between centre lines and constructed with a thread or wire diameter of not less than 0,45 mm; or

c) des barrières internes.

De plus, lorsque les parties métallisées d'une barrière ou d'une enveloppe sont à 13 mm au plus des parties des circuits lorsque la puissance disponible est supérieure à 15 VA, une des exigences suivantes s'appliquent:

- 1) l'accès par un objet métallique étranger doit être limité conformément aux mesures acceptables indiquées ci-dessus même si la tension disponible satisfait aux limites du 4.6.4; ou
- 2) il doit exister une barrière entre les parties conductrices nues et l'enveloppe; ou
- 3) des essais de défaut doivent être réalisés pour simuler le shunting le long d'un chemin direct entre une partie conductrice nue et la partie métallisée la plus proche d'une barrière ou d'une enveloppe, située à 13 mm au plus de la partie conductrice nue.

NOTE Les exemples de barrières ou d'enveloppes plastiques métallisées comprennent celles en matériaux composites conducteurs ou celles qui sont réalisées par galvanoplastie, par dépôt sous vide, qui sont peintes ou doublées par une feuille de protection. La conformité est vérifiée par examen et par des mesures et, si nécessaire, par un essai. Si un essai de simulation de défaut est réalisé, il ne doit pas se produire d'allumage de la barrière métallisée ou de l'enveloppe.

Les ouvertures dans les côtés verticaux d'une enveloppe d'un système à pile à combustible portable ne doivent pas permettre l'intrusion d'objets ou de matériaux susceptibles de causer des blessures aux personnes ou un dysfonctionnement de l'équipement qui donnerait lieu à un choc ou à une libération d'énergie qui s'approcherait ou dépasserait un niveau d'énergie dangereux.

Les systèmes de pile à combustible portables qui possèdent des ouvertures à la base de l'enveloppe doivent être conformes aux exigences applicables de 4.6.2 de la CEI 60950-1.

4.8 Protection contre le risque lié à la température

Les composants qui fonctionnent à une température élevée doivent posséder un blindage efficace ou être séparés pour éviter la surchauffe des matériaux et des composants adjacents.

4.8.1 Températures de surface

La température maximale de toute surface qui peut être en contact avec le personnel assurant l'entretien régulier et courant avec le système à pile à combustible portable en fonctionnement ne doit pas dépasser la ou les limites donnée(s) à l'Article 11 de la CEI 60335-1. Les systèmes à pile à combustible portables et leurs environnements ne doivent pas atteindre une température excessive en utilisation normale.

La conformité est vérifiée en déterminant l'échauffement des différentes parties dans les conditions spécifiées en 8.3.

4.8.2 Températures des composants

La température maximale de tout composant ne doit pas dépasser la ou les limite(s) donnée(s) à l'article 11 de la CEI 60335-1.

La conformité est vérifiée en déterminant l'échauffement des différentes parties dans les conditions spécifiées en 8.4.

4.8.3 Températures des parois, du sol et du plafond

Les températures des parois, du sol et du plafond adjacents à un système à pile à combustible portable ne doivent pas dépasser 50 °C au-delà de la température ambiante dans les conditions d'essai du 8.5.

c) providing internal barriers.

Additionally, where metallized parts of a barrier or enclosure are within 13 mm of parts of circuits where the available power is greater than 15 VA, one of the following requirements applies:

- 1) access by a foreign metallic object shall be limited in accordance with the above acceptable measures even though the available voltage meets the limits of 4.6.4; or
- 2) there shall be a barrier between the bare conductive parts and the enclosure; or
- 3) fault testing shall be carried out to simulate bridging along a direct path between a bare conductive part and the nearest metallized part of a barrier or enclosure that is within 13 mm of the bare conductive part.

NOTE Examples of metallized plastic barriers or enclosures include those made of conductive composite materials or that are electroplated, vacuum-deposited, painted or foil lined. Compliance is checked by inspection and measurement and, where appropriate, by test. If simulated fault testing is carried out, no ignition of the metallized barrier or enclosure should occur.

Openings in the vertical sides of an enclosure of a portable fuel cell system shall not allow intrusion of objects or material that would cause injury to persons or malfunction of equipment that would result in a shock or release of energy that meets or exceeds hazardous energy level.

Portable fuel cell systems with openings at the enclosure bottom shall comply with the applicable requirements of 4.6.2 of IEC 60950-1.

4.8 Protection against temperature hazard

Components working at high temperature shall be effectively shielded or separated to avoid overheating of their adjacent materials and components.

4.8.1 Surface temperatures

The maximum temperature of any surface(s) that may be contacted by personnel performing regular and routine service while the portable fuel cell system is in operation shall not exceed the limit(s) given in Clause 11 of IEC 60335-1. Portable fuel cell systems and their surroundings shall not attain excessive temperatures in normal use.

Compliance is checked by determining the temperature rise of the various parts under the conditions specified in 8.3.

4.8.2 Component temperatures

The maximum temperature of any component shall not exceed the limit(s) given in Clause 11 of IEC 60335-1.

Compliance is checked by determining the temperature rise of the various parts under the conditions specified in 8.4.

4.8.3 Wall, floor and ceiling temperatures

The temperatures on walls, floor and ceiling adjacent to a portable fuel cell system shall not exceed 50 °C above ambient temperature under the test conditions of 8.5.

4.9 Protection contre les perturbations électromagnétiques

Le système à pile à combustible portable doit présenter un niveau approprié d'immunité aux perturbations électromagnétiques de manière à pouvoir fonctionner correctement dans son environnement prévu. De plus, l'équipement ne doit pas générer de perturbations électromagnétiques supérieures aux niveaux appropriés aux emplacements d'utilisation prévus.

En fonction de ce qui est applicable, le système à pile à combustible portable doit être conforme à la CEI 61000-6-1 et à la CEI 61000-6-3 pour les environnements résidentiels, commerciaux et industriels légers. Si le système à pile à combustible portable est destiné à être utilisé dans les environnements industriels, les normes suivantes doivent être données en référence: CEI 61000-6-2; CEI 61000-6-4; CEI 61000-3-2; et CEI 61000-3-3, si elles sont applicables.

4.10 Evaluation des dangers et des risques

Le fabricant doit s'assurer que:

- a) tous les dangers prévisibles, toutes les situations dangereuses et tous les événements associés au système à pile à combustible portable au cours de leur durée de vie prévue ont été identifiés;
- b) le risque de chacun de ces dangers a été estimé à partir de la combinaison de probabilité d'apparition du danger et de sa gravité prévisible selon la CEI 61882 et la CEI 61511-3 ou une méthodologie équivalente;
- c) les deux facteurs qui déterminent chacun des risques estimés (probabilité et gravité) ont été éliminés ou réduits dans la mesure du possible par la conception (conception et construction à sécurité intrinsèque);
- d) les mesures de protection nécessaires en relation avec les risques qui n'ont pas été éliminés ont été prises (disposition d'avertissement et de dispositifs de sécurité);
- e) les utilisateurs sont informés de la nécessité de mettre en place toute mesure de sécurité supplémentaire.

4.10.1 Analyse de sécurité et de fiabilité

Le fabricant doit démontrer que les mesures de protection nécessaires en relation avec les risques qui ne sont pas éliminés ont été prises en réalisant une analyse de sécurité et de fiabilité pour identifier les défaillances qui ont des conséquences significatives affectant les performances et/ou la sécurité du système.

L'analyse de sécurité et de fiabilité doit être réalisée selon la CEI 60812, la CEI 61025 ou équivalent.

4.10.2 Circuits de commande de sécurité

Les dispositifs de commande électrique et électronique automatiques doivent être conçus et construits de manière à être sûrs et fiables conformément à la CEI 60730-1.

Les commandes manuelles doivent porter des marquages visibles et être conçues pour éviter un réglage ou une activation involontaire.

4.9 Protection against electromagnetic disturbances

The portable fuel cell system shall have an adequate level of immunity to electromagnetic disturbances so that it can operate correctly in its intended environment. In addition, the equipment shall not generate electromagnetic disturbances above the levels appropriate for its intended places of use.

As applicable, the portable fuel cell system shall comply with IEC 61000-6-1 and IEC 61000-6-3 for residential, commercial and light industrial environments. If the portable fuel cell system is intended to be used in industrial environments, the following standards shall be referenced: IEC 61000-6-2; IEC 61000-6-4; IEC 61000-3-2; and IEC 61000-3-3, as applicable.

4.10 Hazard and risk assessment

The manufacturer shall ensure that:

- a) all foreseeable hazards, hazardous situations and events associated with the portable fuel cell system throughout their anticipated lifetime have been identified;
- b) the risk for each of these hazards has been estimated from the combination of probability of occurrence of the hazard and of its foreseeable severity in accordance with IEC 61882, IEC 61511-3 or equivalent methodology;
- c) the two factors which determine each one of the estimated risks (probability and severity) have been eliminated or reduced as far as possible through design (inherently safe design and construction);
- d) the necessary protection measures in relation to risks that are not eliminated have been taken (provision of warning and safety devices);
- e) users are informed of any additional safety measures that they may be required to implement.

4.10.1 Safety and reliability analysis

The manufacturer shall demonstrate that the necessary protection measures in relation to risks that are not eliminated have been taken by performing a safety and reliability analysis which is intended to identify failures that have significant consequences affecting the system performance and/or safety.

The safety and reliability analysis shall be performed in accordance with IEC 60812, IEC 61025 or equivalent.

4.10.2 Safety control circuits

Automatic electrical and electronic controls shall be designed and constructed so that they are safe and reliable, in conformance to IEC 60730-1.

Manual controls shall be clearly marked and designed to prevent inadvertent adjustment and activation.

Les dispositifs de protection, tels que les relais, les interrupteurs et les transformateurs qui ont subi des essais séparément et qui ont été reconnus ou certifiés pour leur utilisation prévue ou une utilisation équivalente par un organisme d'essai reconnu au niveau national doivent être exemptés de cette analyse de défaillance des composants lorsqu'ils sont appliqués dans les limites de leurs paramètres certifiés, par exemple les systèmes de commande automatique de brûleur électrique doivent être conformes à la CEI 60730-2-5. Les réacteurs d'oxydation catalytiques doivent être conformes à la CEI 60730-2-5, suivant ce qui est applicable. La conception d'un circuit de contrôle de sécurité doit être telle que la défaillance électrique d'une pièce individuelle de fonctionnement (pas dans le circuit de contrôle de sécurité lui-même) entraîne ce qui suit:

- a) interrompe la fonction prévue qu'elle commande, ou
- b) permette le déroulement du cycle de fonctionnement, mais ne lance pas ou verrouille le cycle suivant.

4.11 Protection contre la réduction d'oxygène

Les systèmes à pile à combustible portables qui sont destinés à être utilisés à l'intérieur doivent être conformes à 8.18.

Pour les systèmes à pile à combustible portables qui sont destinés à être utilisés à l'extérieur, la conformité à 8.18 n'est pas exigée.

4.12 Emission d'effluents

Les systèmes à pile à combustible portables qui sont destinés à être utilisés à l'intérieur doivent être conformes à 8.18.

Les systèmes à pile à combustible portables qui sont destinés à être utilisés à l'extérieur doivent être conformes à 8.19.

5 Construction

5.1 Alimentation en combustible

Lorsque cela est nécessaire, des moyens doivent être prévus pour permettre une connexion à la terre pendant le réapprovisionnement en combustible. Il faut que l'accès de remplissage sur les réservoirs de combustibles qui ne sont pas normalisés soit incompatible avec les connexions de stockage de combustibles normalisées.

Lorsque l'alimentation en combustible est à demeure à l'intérieur du système à pile à combustible portable que ce soit un assemblage de conteneur intégré ou amovible et à remplissages multiples (pressurisé ou non), le conteneur de combustible doit satisfaire aux exigences réglementaires nationales applicables.

Des moyens doivent être prévus pour fixer les conteneurs de combustible et les empêcher de quitter leur logement pendant l'utilisation ou lorsqu'ils sont stockés sur le système à pile à combustible portable. Le mouvement latéral ne doit pas dépasser une valeur donnant lieu à une condition dangereuse. La conformité est vérifiée par le 8.24. Tout conteneur de combustible sous forme de gaz comprimé qui est intégré doit comprendre une fixation de connexion qui empêchera une fuite de gaz jusqu'à l'obtention d'un joint étanche au gaz positif. Le dispositif de connexion qui relie l'alimentation en combustible et le système doit être adapté à son application.

Protective devices, such as relays, switches and transformers, that have been separately tested and recognized or certified for their intended or equivalent usage by a nationally-recognized testing agency shall be exempt from this a component failure analysis when applied within their certified parameters, for example automatic electrical burner control systems shall comply with IEC 60730-2-5. Catalytic oxidation reactors shall comply as applicable with IEC 60730-2-5. The design of a safety-control circuit shall be such that electrical failure of an individual functional part (not in the safety-control circuit itself) will either:

- a) interrupt the intended function under its control, or
- b) allow completion of an operational cycle, but will fail to start again or will lock out on the subsequent cycle.

4.11 Protection against oxygen depletion

Portable fuel cell systems that are intended to be used indoors shall comply with 8.18.

For portable fuel cell systems that are intended to be used outdoors, compliance to 8.18 is not required.

4.12 Emission of effluents

Portable fuel cell systems that are intended to be used indoors shall comply with 8.18.

Portable fuel cell systems that are intended to be used outdoors shall comply with 8.19.

5 Construction

5.1 Fuel supply

Where necessary, means shall be provided to allow for a ground connection during refueling. The replenishment port on non-standard fuel tanks must be incompatible with standard fuel storage connections.

Where the fuel supply is resident within the portable fuel cell system in either an integral, or removable and refillable container assembly (pressurized or non-pressurized), the fuel container shall meet applicable national regulatory requirements.

Means shall be provided to secure fuel containers from becoming dislodged while in use or stored on the portable fuel cell system. Lateral movement shall not exceed an amount that results in a hazardous condition. Compliance is checked by 8.24. Any integral compressed gas fuel container shall include a connection fixture that will not allow the flow of gas until a positive gas seal has been achieved. The fuel connection device connecting the fuel supply and the system shall be suitable for its application.

5.2 Systèmes de traitement du combustible

Les systèmes de traitement du combustible doivent être conformes aux exigences applicables de l'ISO 16110-1 et doivent être capables de résister à un stress dû aux chocs, vibrations et températures prévisibles durant un usage normal.

5.3 Enveloppes

Les enveloppes des équipements électriques doivent être formées et assemblées de manière à présenter la résistance et la rigidité nécessaires pour résister aux abus auxquels elles peuvent être soumises, sans augmenter les risques de feu et d'accident dus à une destruction partielle et sans réduction de l'espacement, ni desserrage ou déplacement des parties ou à d'autres défauts.

Pour les applications dans lesquelles les équipements peuvent être exposés à l'humidité, à la poussière ou à d'autres matériaux nocifs en fonctionnement normal, la protection offerte aux composants sous enveloppe doit être conforme aux caractéristiques IP applicables définies par la CEI 60529.

Les enveloppes doivent être suffisamment fermées pour contenir ou détourner les parties qui, à la suite d'une défaillance ou pour d'autres raisons, pourraient se desserrer, se séparer ou être éjectées d'une partie mobile.

5.3.1 Exigences pour usage extérieur

Les enveloppes pour les applications extérieures doivent être conformes aux caractéristiques IP applicables selon la CEI 60529. Un système à pile à combustible portable incluant un système de traitement du combustible et utilisé en extérieur ne doit pas créer de condition dangereuse ou risquée, lorsqu'il est exposé à des vents ayant une vitesse nominale égale et supérieure à 16 km/h. La conformité à cette clause est exposée en 8.21.

5.4 Alimentations par batteries

Une batterie doit être placée et montée de telle manière que les bornes des cellules élémentaires ne puissent pas entrer en contact avec les bornes des cellules élémentaires adjacentes ou avec les parties métalliques du compartiment de batteries à la suite d'un déplacement de la batterie.

En l'absence d'isolation du transformateur entre le circuit d'entrée en courant alternatif du système à pile à combustible portable et le circuit de batterie: Les bornes de la batterie doivent être protégées pour réduire la probabilité de contact involontaire avec les bornes de la batterie.

Une batterie qui a besoin d'une adjonction d'eau doit avoir un dispositif pour déterminer le niveau du fluide. Les batteries doivent être protégées contre la surcharge, le chargement en polarité inverse et la décharge rapide conformément à 4.3.8 de la CEI 60950-1.

5.4.1 Compartiments de batterie

Les compartiments de batterie doivent être adaptés au service et résistant aux fuites potentielles.

Une enveloppe polymère ou un compartiment contenant un élément de batterie humide comme une batterie d'accumulateurs au plomb doit résister à la corrosion par les acides ou les alcali, selon ce qui est applicable.

5.2 Fuel processing systems

Fuel processing systems and fuel processing components shall comply with the applicable requirements of ISO 16110-1 and be able to withstand stress due to the shock, vibration and temperatures anticipated during normal usage.

5.3 Enclosures

Enclosures for electrical equipment shall be formed and assembled so that they will have the strength and rigidity necessary to resist the abuse to which they may be subjected, without increasing their fire and accident hazards due to partial collapse and without reduction of spacing, loosening or displacement of parts or other serious defects.

For applications where the equipment may be exposed to moisture, dust, or other injurious materials in normal operation, the protection afforded to the enclosed components shall be compliant with the applicable ingress protection "IP" rating in accordance with IEC 60529.

Enclosures shall be sufficiently complete to contain or deflect parts that because of failure or for other reasons, might become loose, separated or thrown from a moving part.

5.3.1 Outdoor requirements

Enclosures for outdoor applications shall be compliant with the applicable IP rating in accordance with IEC 60529. A portable fuel cell system incorporating a fuel processing system and used outdoors shall not create a hazardous or unsafe condition, when exposed to winds having nominal velocities up to and including 16 km/h. Compliance with this clause is demonstrated in 8.21.

5.4 Battery supplies

A battery shall be so located and mounted that the terminals of cells will be prevented from coming in contact with the terminals of adjacent cells, or with the metal parts of the battery compartment, as the result of shifting of the battery.

If transformer isolation is not provided between the a.c. input circuit of the portable fuel cell system and the battery circuit: The battery terminals shall be guarded to reduce the likelihood of unintentional contact with the battery terminals.

A battery that requires the addition of water shall have a means to determine the fluid level. Batteries shall be protected from overcharging, reverse charging and rapid discharging in accordance with 4.3.8 of IEC 60950-1.

5.4.1 Battery compartments

Battery compartments shall be suitable for the service and resistant to potential leakage.

A polymeric enclosure or compartment housing a wet cell battery, such as a lead-acid storage battery, shall be resistant to corrosion by acids or alkalis, as applicable.

L'enveloppe ou le compartiment contenant un élément de batterie humide comme une batterie d'accumulateurs au plomb, doit être construit de manière à ce que le débordement ou la fuite de l'électrolyte du volume d'un conteneur de batterie soit contenu dans l'enveloppe et ne puisse pas:

- a) atteindre les surfaces extérieures du système à pile à combustible portable où le contact avec l'utilisateur est possible;
- b) contaminer les composants électriques ou les matériaux adjacents; et
- c) shunter l'espacement électrique nécessaire.

Un boîtier ou un conteneur métallique de batterie, comme une batterie alcaline, doit être isolé ou placé de manière à ne pas entrer en contact avec des parties actives non isolées du système à pile à combustible portable si un tel contact peut donner lieu à un court-circuit.

Une enveloppe ou un compartiment contenant de batteries possédant des conteneurs ou des boîtiers en métal qui sont connectés de manière conductrice à une électrode de batterie doit être tel que les batteries soient isolées ou séparées les unes des autres ou physiquement disposées de manière à empêcher le court-circuit d'une ou de toutes les parties de l'alimentation de la batterie après son installation dans le système à pile à combustible portable.

5.4.2 Eléments de batteries humides ouverts

Les éléments de batteries humides ouverts peuvent être intégrés dans le système à pile à combustible portable sous réserve que toutes les conditions suivantes soient remplies:

- a) l'enveloppe ou le compartiment contenant les batteries est ouvert;
- b) les parties à l'origine d'arcs comme les contacts des interrupteurs, des disjoncteurs et des relais ne sont pas situées dans le compartiment de batteries; et
- c) le compartiment de batteries n'est pas ouvert sur des compartiments avec des espaces fermés qui contiennent des parties pouvant être à l'origine d'arcs;
- d) lorsque l'orientation ou le positionnement du système peut être source de danger, des instructions doivent être fournies et le système à pile à combustible portable doit être marqué.

NOTE Les exigences de 5.4.2 ne s'appliquent pas aux éléments élémentaires scellés ou aux batteries à soupapes.

5.4.3 Ventilation du compartiment de batterie

Si des batteries humides sont logées dans une enveloppe ou un compartiment, les caractéristiques de ventilation minimum doivent être conformes aux exigences de 4.5. Pour des références en caractéristiques de ventilation minimum établies, voir l'Annexe A.

5.5 Réservoirs sous pression et tuyaux

Les composants à la fois rigides et flexibles transportant les liquides sous haute pression, incluant les tuyaux et raccords, doivent être conçus, construits et testés selon les exigences nationales appropriées comme souligné dans l'ISO 16528.

Lorsque les systèmes de canalisation sont conçus pour des pressions internes supérieures à 100 kPa, ils doivent être conçus, construits, et testés selon l'ISO 15649.

Les canalisations conçues pour un fonctionnement inférieur à 100 kPa ou, en application des codes et normes locaux ou nationaux des équipements sous pression non qualifiés comme canalisations sous pression, tels que les flexibles à eau basse pression, tuyaux plastiques, ou autres raccords vers les réservoirs atmosphériques ou basse pression et les conteneurs similaires, doivent être conçues et construites avec une force et une résistance aux fuites appropriées pour éviter les dégagements involontaires.

The enclosure or compartment housing a wet cell battery, such as a lead-acid storage battery, shall be constructed so that spillage or leakage of the electrolyte from the volume of one battery container will be contained within the enclosure and prevented from

- a) reaching the outer surfaces of the portable fuel cell system where contact with the user is possible;
- b) contaminating adjacent electrical components or materials; and
- c) bridging required electrical spacing.

A metal case or container of a battery, such as an alkaline battery, shall be insulated or spaced away so as not to contact uninsulated live parts of the portable fuel cell system if such contact may result in a short circuit.

An enclosure or compartment housing batteries having metal containers or cases that are conductively connected to a battery electrode shall be such that the batteries are insulated or spaced from each other, or otherwise physically arranged, to prevent short-circuiting of part or all of the battery supply after installation in the portable fuel cell system.

5.4.2 Vented wet cell batteries

Vented wet cell batteries may be integral with the portable fuel cell system, provided all the following conditions are met:

- a) the enclosure or compartment housing the batteries is vented;
- b) arcing parts such as the contacts of switches, circuit breakers and relays are not located in the battery compartment; and
- c) the battery compartment does not vent into compartments with enclosed spaces that contain arcing parts;
- d) where a hazard may be present through system orientation or positioning, instructions shall be provided and the portable fuel cell system shall be marked.

NOTE The requirements of 5.4.2 do not apply to sealed cell or valve regulated batteries.

5.4.3 Ventilation of battery compartments

If vented wet cell batteries are housed in an enclosure or compartment, the minimum ventilation rates shall comply with the requirements of 4.5. For reference in establishing minimum ventilation rates, see Annex A.

5.5 Pressure vessels and piping

The design and construction of both rigid and flexible components carrying fluids under high pressure, and fittings, shall be designed, constructed and tested in accordance with the appropriate national requirements as outlined in ISO 16528.

Where piping systems are designed for internal pressures over 100 kPa they shall be designed, constructed, and tested in accordance with ISO 15649.

Piping designed for operation below 100 kPa or, in accordance with the applicable regional or national pressure equipment codes and standards do not qualify as pressure piping, such as low pressure water hoses, plastic tubing, or other connections to atmospheric or low pressure tanks and similar containers, shall be constructed of suitable materials and their related joints and fittings, shall be designed and constructed with adequate strength and leakage resistance to prevent unintended releases.

NOTE Pour le cas des matériaux (canalisations, accessoires, joints ou cuves) qui seront en contact direct avec l'hydrogène, se reporter à l'ISO 16110-1 – Annexe B, Carburation et compatibilité du matériau pour l'utilisation de l'hydrogène, comme source d'informations pour éviter les problèmes de compatibilité.

5.5.1 Systèmes de tuyauterie

Tous les matériaux des tuyaux, les composés filetés et les rubans de filetage ne doivent pas être dégradés par l'interaction avec les éléments constituants du système. Les raccords d'union lorsqu'ils sont utilisés dans les canalisations de gaz doivent être construits de manière appropriée et si un étanchement est utilisé, il doit être résistant à l'action des gaz.

Pour les tuyaux des combustibles liquides, un filtre doit être prévu en amont des commandes de combustible.

Les aspects suivants doivent faire l'objet d'une attention particulière:

- a) contraintes excessives dues à un mouvement libre inadmissible ou à des contraintes et efforts excessifs produits, par exemple sur les brides, les connexions, les soufflets ou les tuyaux; ces contraintes excessives peuvent être évitées au moyen par exemple de supports, d'accouplements rigides, d'ancrages, d'alignement ou de prétension;
- b) événements de rupture (mouvement soudain, jets à haute pression, etc.);
- c) condensation au cours du démarrage et/ou de l'utilisation à l'intérieur des enveloppes pour fluides gazeux qui pourrait causer des dommages par coup de bâlier, écroulement de vide, corrosion et réactions chimiques incontrôlées, dans un tel cas des moyens doivent être fournis pour le drainage et le retrait des dépôts des zones basses et pour l'accès pendant le nettoyage, l'inspection et la maintenance;
- d) lorsque des fluides explosifs, inflammables ou toxiques sont contenus dans les tuyaux, des précautions particulières doivent être prises dans la conception et le marquage de l'échantillonnage et des prises

5.6 Tuyaux

Les tuyaux utilisés pour les combustibles liquides doivent être adaptés à l'application. La compatibilité inclut l'absence de corrosion du matériau du tuyau, aucune rupture des propriétés physiques.

Le tuyau utilisé pour les combustibles liquides doit être utilisé dans les limites des pressions et des températures maximales de service pour le fonctionnement normal, anormal, d'urgence et avec des défauts et pour les conditions d'arrêt du système à pile à combustible portable.

5.7 Robinets d'arrêt automatiques

Les gaz inflammables fournis aux systèmes à pile à combustible portables doivent traverser au moins deux robinets d'arrêt automatiques, en série, chacun servant de robinet pour le fonctionnement et de robinet d'arrêt de sécurité. De plus:

- a) les robinets d'arrêt de sécurité électriques doivent être d'un type qui fermera en cas de défaillance du courant;
- b) la durée de fermeture des robinets d'arrêt de sécurité ne doit pas dépasser 1 s;
- c) les robinets automatiques doivent être conformes à la CEI 60730-2-17.

5.8 Régulateurs

Le régulateur à pression de gaz doit être équipé d'un limiteur d'ouverture ou d'une conduite d'aération.

NOTE For the case of materials (piping, accessories, joints or vessels) that will be into direct contact with hydrogen, refer to ISO 16110-1 – Appendix B. Carburisation and Material Compatibility for Hydrogen Service as a source of information to prevent problems of compatibility.

5.5.1 Piping systems

All piping materials, thread compounds, and thread tapes shall not be degraded through interaction with the system constituents. Unions, when used in gas lines, shall be appropriately constructed and if a packing is used it shall be resistant to the action of gases.

For liquid fuel piping, a filter shall be provided upstream of the fuel controls.

Special consideration shall be given to the following aspects:

- a) overstressing from inadmissible free movement or excessive stresses and strains being produced, for example on flanges, connections, bellows or hoses; overstressing can be avoided by means such as support, constraint, anchoring, alignment and pre-tension;
- b) rupture events (sudden movement, high-pressure jets, etc.);
- c) condensation during start-up and/or use occurring inside enclosures for gaseous fluids which could cause damage from water hammer, vacuum collapse, corrosion and uncontrolled chemical reactions; in such a case means shall be provided for drainage and removal of deposits from low areas and for access during cleaning, inspection and maintenance;
- d) where explosive, flammable, or toxic fluids are contained in the piping, appropriate precautions shall be taken in the design and marking of sampling and take-off points.

5.6 Hoses

Hoses used for liquid fuels shall be suitable for the application. Compatibility includes absence of corrosion of the hose material and no breakdown of physical properties.

Hoses used for liquid fuels shall be used within the maximum working pressures and temperatures for normal, abnormal, emergency, and faulted operating and shutdown conditions of the portable fuel cell system.

5.7 Automatic shut-off valves

Flammable gas supplied to the portable fuel cell systems shall pass through at least two automatic shut-off valves in series, each of which serves as an operating valve and a safety shutoff valve. Additionally:

- a) electrically-operated safety shut-off valves shall be of a type that will close upon current failure;
- b) the valve closing time of safety shut-off valves shall not exceed 1 s;
- c) automatic valves shall comply with IEC 60730-2-17.

5.8 Regulators

The gas pressure regulator shall be equipped with a vent limiter or a vent line.

5.9 Equipement de commande de processus

Les équipements de commande de processus et les dispositifs de surveillance comme les capteurs, les indicateurs et les émetteurs doivent être conformes aux parties applicables de la CEI 61779, de la CEI 60730 ou à d'autres normes reconnues au niveau national comme cela est approprié pour l'application.

5.10 Filtres

Les filtres à air doivent être d'un type adapté pour l'application et doivent être raisonnablement accessibles pour leur contrôle et leur remplacement. La vitesse de l'air traversant un filtre ne doit pas dépasser celle recommandée par le fabricant du filtre.

5.10.1 Filtres pour combustibles liquides

Les filtres pour combustibles liquides doivent être conçus par le fabricant comme une partie à pression adaptée pour la pression maximale de service du système de combustible adjacent.

Les filtres pour combustibles liquides et leurs supports de filtres doivent être compatibles avec le combustible utilisé.

5.11 Moteurs

Les moteurs électriques doivent être conçus pour le service continu et ils doivent être équipés d'une protection contre les surcharges conformément aux parties applicables de la CEI 60034.

5.12 pompes pour combustible

Les pompes pour combustible doivent être conçues pour le combustible spécifique et pour les pressions et les températures auxquelles il peut être soumis dans les conditions de fonctionnement normal. Les pompes pour combustible doivent être équipées comme suit:

- a) Dispositifs de protection contre les surpressions qui limitent la pression à la fois en entrée et en sortie des tuyaux à une valeur inférieure à la pression de conception de ces derniers. Si la hauteur vanne fermée est inférieure aux caractéristiques de pression des tuyaux, des soupapes d'évacuation ne sont pas nécessaires. Le produit des soupapes d'évacuation doit être recyclé vers le réservoir de combustible ou dirigé vers un emplacement sûr.
- b) Arrêt automatique en cas de pression d'évacuation élevée.
- c) Les canalisations d'aspiration et de refoulement doivent être protégées contre les détériorations liées aux vibrations.
- d) Dispositifs d'étanchéité d'arbre compatibles avec les fluides, les températures et les pressions attendues en fonctionnement normal et anormal et pendant les arrêts normaux et les arrêts d'urgence.
- e) Moteurs, roulements et joints adaptés aux cycles de service attendus.

6 Instructions

6.1 Manuel d'utilisation et d'entretien

Les instructions auxquelles on doit se reporter comme le manuel d'utilisation et le manuel d'entretien doivent être fournies avec le système à pile à combustible portable. Les instructions concernant la sécurité du produit doivent être fournies sous forme imprimée. Ce manuel doit contenir des instructions claires, lisibles et complètes pour les éléments suivants au moins:

5.9 Process control equipment

Process control equipment and monitoring devices, such as sensors, indicators and transmitters, shall comply with the applicable parts of IEC 61779, IEC 60730 or other nationally recognized standards as appropriate for the application.

5.10 Filters

Air filters shall be of a type suitable for the application and shall be reasonably accessible for inspection and replacement. The air velocity through a filter shall not exceed the filter manufacturer's recommended air velocity.

5.10.1 Liquid fuel filters

Liquid fuel filters shall be designed by the manufacturer as a pressure part, suitable for the maximum working pressure of the adjacent fuel system.

Liquid fuel filters and their filter media shall be compatible with the fuel used.

5.11 Motors

Electric motors shall be designed for continuous duty and shall be provided with overload protection in accordance with the applicable clauses/subclauses of the relevant parts of the IEC 60034 series.

5.12 Fuel pumps

Fuel pumps shall be designed for the specific fuel and for the pressures and temperatures to which it may be subjected under normal operating conditions. Fuel pumps shall be provided with the following:

- a) pressure relief devices that limit both inlet and outlet piping pressure to less than the design pressure of the piping. If the shut-off head is less than the pressure rating of the piping, relief valves are not required. Relief valve discharge shall be recycled to the fuel tank or routed to a safe place;
- b) an automatic shutdown on high discharge pressure;
- c) suction and discharge lines shall be adequately protected from damage due to vibration;
- d) shaft seals compatible with the fluids, temperatures, and pressures expected in normal and abnormal operation and during normal and emergency shutdowns;
- e) motors, bearings, and seals suitable for the expected duty cycles.

6 Instructions

6.1 Operation and maintenance manual

Instructions to be referred to as the operation and maintenance manual shall be provided with the portable fuel cell system. Instructions related to product safety shall be provided in printed form. This manual shall contain clearly defined, legible and complete instructions for at least the following:

- a) Des directives pour que la zone entourant le système à pile à combustible portable soit propre et exempte de matériaux combustibles, d'essence et d'autres vapeurs et liquides inflammables.
- b) Lorsque de l'air est nécessaire pour la combustion ou la ventilation, des instructions permettant une ventilation adéquate soit avec l'air extérieur ou les espaces adjacents, demandant de ne pas bloquer ou obstruer les ouvertures d'air sur le système à pile à combustible portable, les ouvertures d'air communiquant avec la zone dans laquelle le système à pile à combustible portable est installé et les espaces nécessaires autour du système à pile à combustible portable pour assurer la sécurité et évacuer l'air nécessaire.
- c) Instructions pour les connexions électriques (de mise à la terre, si applicable) et pour le démarrage et l'arrêt du système à pile à combustible portable. Ces instructions doivent illustrer et localiser tous les composants.
- d) La déclaration suivante: Ne pas utiliser ce système à pile à combustible portable si une partie quelconque a été immergée ou remplie d'eau. Appeler immédiatement le fabricant ou son représentant pour contrôler le système à pile à combustible portable et pour remplacer toute partie affectée.
- e) Spécifications relatives à la fréquence de nettoyage ou de changement du filtre, dimensionnement et type de filtre pour les remplacements. Ces instructions doivent contenir des directives pour le retrait et le remplacement des filtres et illustrer par des dessins et localiser l'ensemble des composants fournis par le fabricant dont il est fait référence dans les instructions de retrait et de remplacement des filtres.
- f) Méthodes recommandées pour le nettoyage périodique des pièces nécessaires.
- g) Lorsqu'un dispositif existe pour neutraliser le condensat, des instructions et un calendrier de maintenance, si cela est exigé.
- h) Instructions pour le graissage des pièces mobiles, y compris le type, la classe et la quantité du lubrifiant.
- i) Des instructions pour examiner l'installation du système à pile à combustible portable pour déterminer que:
 - 1) que toute ouverture d'évacuation ou de prise est libre et exempte d'obstructions,
 - 2) une liste des pièces de remplacement et la source d'approvisionnement de ces pièces.
- j) La nécessité et la fréquence minimale des contrôles et également, si cela est exigé, du contrôle périodique du système à pile à combustible portable par le personnel d'entretien qualifié.
- k) Lorsque l'orientation ou le positionnement du système peut être source de danger, des instructions doivent être fournies et le système à pile à combustible portable doit être marqué.
- l) Une documentation sur tous les produits chimiques dangereux à l'intérieur du système à pile à combustible portable avec une description du risque et des instructions pour les actions à prendre si l'utilisateur ou le personnel d'entretien devait être contaminé.
- m) Enumération de toutes les actions de maintenance régulières et de routine à réaliser sur l'équipement.
- n) Nom, adresse et numéro de téléphone du fabricant ou du distributeur.
- o) L'indication suivante pour les systèmes à pile à combustible portables uniquement destinés à un usage intérieur:

ATTENTION: POUR USAGE À L'INTÉRIEUR UNIQUEMENT

- p) L'indication suivante pour les systèmes à pile à combustible portables uniquement destinés à un usage extérieur:

ATTENTION: POUR USAGE À L'EXTÉRIEUR UNIQUEMENT

- q) Connexions à la terre correctes, si applicable.
- r) Les limites de composition et les caractéristiques d'alimentation des combustibles devant être utilisés dans le système à pile à combustible.

- a) directions that the area surrounding the portable fuel cell system must be kept clear and free of combustible materials, gasoline and other flammable vapours and liquids;
- b) where requiring air for combustion or ventilation, instructions to provide adequate ventilation either from outside air or adjacent spaces, not to block or obstruct air openings on the portable fuel cell system, air openings communicating with the area in which the portable fuel cell system is installed, and the required spacings around the portable fuel cell system that provide clearances to secure and discharge required air;
- c) instructions for electrical connections (grounding, if applicable) and starting and shutting down the portable fuel cell system. These instructions shall illustrate and locate all components;
- d) the following statement: Do not use this portable fuel cell system if any part has been immersed or flooded with water. Immediately call the manufacturer or manufacturer's representative to inspect the portable fuel cell system and to replace any functional part that has been affected;
- e) specifications for the frequency of filter change or cleaning and the dimensional size and type of filter for replacements. These instructions shall contain directions for removal and replacement of filters and pictorially illustrate and locate all components supplied by the manufacturer referred to in the instructions for removal and replacement of filters;
- f) recommended methods for periodic cleaning of necessary parts;
- g) when a means to neutralize condensate is provided, instructions and a schedule for maintenance, if required;
- h) instructions for lubrication of moving parts, including type, grade and amount of lubricant;
- i) instructions for examining the portable fuel cell system installation to determine that:
 - 1) any intake or exhaust openings are clear and free of obstructions,
 - 2) a list of replacement parts and the source where such parts are available;
- j) the necessity and minimum frequency for examinations and also, when required shall specify the periodic inspection of the portable fuel cell system by qualified service personnel;
- k) where a hazard may be present through system orientation or positioning, instructions shall be provided and the portable fuel cell system shall be marked;
- l) documentation of all hazardous chemicals contained within the portable fuel cell system with a description of the hazard and instructions for remedial action should the user or service personnel be contaminated;
- m) an enumeration of all regular and routine maintenance items to be performed on the equipment;
- n) manufacturer's or distributor's name, address, and telephone number;
- o) the following statement for portable fuel cell system intended only for indoor use:

CAUTION: FOR INDOOR USE ONLY
- p) the following statement for portable fuel cell system intended only for outdoor use:

CAUTION: FOR OUTDOOR USE ONLY
- q) proper earthing connections, if applicable;
- r) the composition limits and supply characteristics of the fuels to be used in the fuel cell system;

- s) Réapprovisionnement en combustible correct et si applicable, élimination des conteneurs à combustible réduits.
- t) Inspection périodique des connexions du réapprovisionnement en combustible.
- u) L'altitude au dessus du niveau de la mer à laquelle le système électrique de piles à combustible doit pouvoir fonctionner correctement.
- v) La plage de températures de l'air dans laquelle le système électrique de piles à combustible doit pouvoir fonctionner correctement.
- w) La plage de températures dans laquelle le système à pile à combustible doit être stocké.
- x) Pour les éléments extérieurs, l'environnement considéré pour la conception: vitesse du vent, inclinaison de la pluie, particule, poussière (index de protection), qualité de l'air (composante de la pollution) où il peut être placé.
- y) Les limites d'inclinaison acceptables auxquelles il peut être placé.

6.2 Manuel d'information pour l'utilisateur

Un manuel d'information pour l'utilisateur doit être fourni pour un système à pile à combustible portable. Ce manuel doit être fourni dans la langue officielle des pays d'utilisation prévus.

Les manuels d'information doivent être présentés pour que les procédures soient faciles à suivre. Les instructions concernant la sécurité du produit et les conditions environnementales/ de fonctionnement doivent être fournies sous forme imprimée. Il convient d'utiliser des illustrations pour identifier les composants du système à pile à combustible portable, les dimensions et les espaces, les composants assemblés et les points de connexion nécessaires pour rendre les instructions claires. Il convient également d'utiliser les illustrations pour identifier l'emplacement des composants qui sont soumis à la maintenance et pour illustrer les méthodes correctes pour évaluer les procédures d'entretien.

Lorsque du texte apparaît sur le marquage, il doit également être reproduit avec exactitude dans le manuel information de l'utilisateur.

Il convient que chaque manuel information de l'utilisateur soit divisé en chapitres ou paragraphes appropriés et il convient qu'il comprenne un sommaire et des numéros de page clairement marqués.

Le manuel d'information de l'utilisateur doit contenir les informations de sécurité suivantes:

6.2.1 Page de couverture

La page de couverture doit présenter à l'utilisateur les instructions de sécurité les plus importantes. La page de couverture ou, en l'absence de page de couverture, la première page du manuel doit indiquer les étiquettes de sécurité applicables comme indiqué dans l'ISO 7000.

L'avertissement de l'encadré ci-dessus doit contenir l'indication complémentaire suivante lorsque le système à pile à combustible portable est destiné à la seule utilisation intérieure.

POUR USAGE À L'INTÉRIEUR UNIQUEMENT

L'avertissement de l'encadré ci-dessus doit contenir l'indication complémentaire suivante lorsque le système à pile à combustible portable est destiné à la seule utilisation extérieure.

POUR USAGE À L'EXTÉRIEUR UNIQUEMENT

- s) proper refuelling and if applicable, disposal of depleted fuel containers;
- t) periodic inspection of refuelling connections;
- u) the altitude above sea level up to which the fuel cell power system shall be capable of operating correctly;
- v) the range of air temperatures within which the fuel cell power system shall be capable of operating correctly;
- w) the range of temperatures within which the fuel cell power system shall be stored;
- x) for outdoor units, the considered environment for the design: wind speed, rain slope, particle, dust (protective index), air quality (pollution component) where it may be sited;
- y) to the acceptable tilt limits it may be sited.

6.2 User's information manual

A user's information manual shall be provided for a portable fuel cell system. The manual shall be provided in the official language of the countries of expected use.

The user's information manuals shall be formatted to provide easy-to-follow procedures. Instructions related to product safety and operational/environmental conditions shall be provided in printed form. Illustrations should be used to identify portable fuel cell system components, dimensions and clearances, assembled components, and connection points as needed to make the instructions clear. Illustrations should also be used to identify the location of user serviceable components and illustrate correct methods for performing service procedures.

When text is shown in quotation marks, it shall appear in the user's information manual exactly as shown.

Each user's information manual should be divided into appropriate chapters or sections, and should include a table of contents and clearly marked page numbers.

The user's information manual shall contain the safety information given below:

6.2.1 Front cover

The front cover shall present the user(s) with only the most important safety instructions. The front cover or, in the absence of a cover, the first page of the manual shall bear the applicable safety labelling in accordance with ISO 7000.

The boxed warning shall contain the following additional statement when the portable fuel cell system is intended only for indoor use:

FOR INDOOR USE ONLY

The boxed warning shall contain the following additional statement when the portable fuel cell system is intended only for outdoor use:

FOR OUTDOOR USE ONLY

La page de couverture doit comporter une déclaration informant les utilisateurs qu'ils doivent lire toutes les instructions contenues dans le manuel et qu'ils doivent conserver ce dernier pour s'y référer ultérieurement.

6.2.2 Section concernant la sécurité

Une section consacrée à la sécurité doit être incluse près de la page de couverture du manuel pour présenter aux utilisateurs du système à pile à combustible portable une liste des risques potentiels et des instructions de sécurité pour un tel système. Ce qui suit doit être indiqué dans la section consacrée à la sécurité avec une référence à la section ou la page spécifique correspondante du manuel:

- a) Des directives pour que la zone entourant le système à pile à combustible portable soit propre et exempte d'essence et d'autres vapeurs et liquides inflammables.
- b) Lorsque de l'air est nécessaire pour le refroidissement ou la ventilation, des instructions demandant de ne pas bloquer ou obstruer les ouvertures d'air sur le système à pile à combustible portable, les ouvertures d'air communiquant avec la zone dans laquelle le système à pile à combustible portable est utilisé et les espaces nécessaires autour du système à pile à combustible portable pour assurer la sécurité et évacuer l'air nécessaire.
- c) Les instructions pour le démarrage et l'arrêt du système à pile à combustible portable. Ces instructions doivent illustrer par des dessins et localiser l'ensemble des composants d'interface utilisateur.
- d) Les éléments destinés à une utilisation extérieure doivent inclure les instructions: « ATTENTION POUR USAGE À L'EXTÉRIEUR UNIQUEMENT. Danger d'asphyxie ou d'intoxication par monoxyde de carbone. Ne pas faire fonctionner à l'intérieur. »
- e) La déclaration suivante: « Ne pas utiliser ce système à pile à combustible portable si une partie quelconque a été immergée. Un système à pile à combustible portable qui a été endommagé par l'eau est extrêmement dangereuse. Les tentatives d'utilisation du système à pile à combustible portable peuvent déclencher un feu ou une explosion. Il convient de contacter le fabricant ou son représentant pour inspecter le système à pile à combustible portable et pour remplacer toutes les pièces de contrôle, de système de commande, de parties électriques qui ont été mouillées. »
- f) Spécifications relatives à la fréquence de nettoyage ou de changement du filtre, dimensionnement et type de filtre pour les remplacements. Ces instructions doivent contenir des directives pour le retrait et le remplacement des filtres et illustrer par des dessins et localiser l'ensemble des composants fournis par le fabricant dont il est fait référence dans les instructions de retrait et de remplacement des filtres.
- g) Lorsque l'orientation ou le positionnement du système peut être source de danger, des instructions doivent être fournies et le système à pile à combustible portable doit être marqué.
- h) Une documentation sur tous les produits chimiques dangereux à l'intérieur du système à pile à combustible portable avec une description du risque et des instructions pour les actions à prendre si l'utilisateur ou le personnel d'entretien devait être contaminé.
- i) Méthodes recommandées pour le nettoyage périodique des pièces nécessaires.
- j) Des instructions pour examiner le système à pile à combustible portable pour que
 - 1) Toute ouverture d'alimentation ou d'évacuation soit propre et ne soit pas obstruée.
 - 2) Il n'existe pas de signes manifestes de détérioration de la cellule élémentaire à combustible.
- k) Instructions pour un réapprovisionnement en combustible sécurisé du système à pile à combustible.
- l) Instructions pour une élimination sécurisée des produits résiduels, si applicable.

The front cover shall include a statement informing users that they must read all instructions in the manual, and must keep all manuals for future reference.

6.2.2 Safety section

A safety section shall be included near the front of the manual to present portable fuel cell system users with a listing of potential hazards and safety related instructions for a particular portable fuel cell system. Statement of the following shall be included in the safety section with references to specific section or page of the manual:

- a) directions that the area surrounding the portable fuel cell system must be kept clean and free of gasoline and other flammable vapours and liquids;
- b) where requiring air for cooling or ventilation, instructions not to block or obstruct air openings on the portable fuel cell system, air openings communicating with the area in which the portable fuel cell system is being used, and the required spacings around the portable fuel cell system that provide clearances to secure and discharge required air;
- c) instructions for starting and shutting down the portable fuel cell system. These instructions shall pictorially illustrate and locate all user interface components;
- d) units intended for outdoor use shall include instructions stating: "WARNING: FOR OUTDOOR USE ONLY. Risk of asphyxiation or carbon monoxide poisoning. Do not operate indoors.";
- e) the following statement: "Do not use this portable fuel cell system if any part has been under water. A flood-damaged portable fuel cell system is extremely dangerous. Attempts to use the portable fuel cell system can result in fire or explosion. The manufacturer or manufacturer's representative should be contacted to inspect the portable fuel cell system and to replace all fuel controls, control system parts, electrical parts that have been wet.";
- f) specifications for the frequency of filter change or cleaning and the dimensional size and type of filter for replacements. These instructions shall contain directions for removal and replacement of filters and pictorially illustrate and locate all components supplied by the manufacturer referred to in the instructions for removal and replacement of filters;
- g) where a hazard may be present through system orientation or positioning, instructions shall be provided and the portable fuel cell system shall be marked;
- h) documentation of all hazardous chemicals contained within the portable fuel cell system with a description of the hazard and instructions for remedial action should the user or service personnel be contaminated;
- i) recommended methods for periodic cleaning of necessary parts;
- j) instructions for examining the portable fuel cell system to determine that
 - 1) any intake or exhaust openings are clear and free of obstructions,
 - 2) there are no obvious signs of deterioration of the fuel cell;
- k) instructions for safe refuelling of the fuel cell system;
- l) instructions for safe disposal of waste products, if applicable.

7 Etiquetage

7.1 Généralités

Tous les matériaux utilisés pour le marquage doivent être adaptés à l'application sur les surfaces sur lesquelles ils doivent être placés. Chaque système à pile à combustible portable doit porter une plaque portant des données indélébiles qui soit visible pendant le fonctionnement.

7.2 Marquage

L'équipement doit porter un marquage clair et permanent à un emplacement où les détails seront facilement visibles après installation, comportant ce qui suit:

- a) nom et adresse du fabricant ou du distributeur, marque commerciale, appellation commerciale ou autre symbole d'identification reconnu;
- b) catalogue, type, modèle ou autre désignation de type;
- c) tension(s) assignée(s) d'entrée si applicable;
- d) une indication mentionnant si l'équipement a les caractéristiques pour le courant alternatif ou le courant continu ou les deux et, si nécessaire, la fréquence d'entrée et de sortie;
- e) le nombre de phases sauf pour les équipements manifestement destinés à une utilisation monophasée uniquement;
- f) la tension de sortie assignée;
- g) la puissance de sortie en ampères, en volt-ampères ou en watts;
- h) le mois et l'année de fabrication (codage des dates, numéros de série ou moyen équivalent);
- i) plage de températures ambiantes (minimal et maximal) dans laquelle le système à pile à combustible portable est destiné à fonctionner;
- j) type et qualité du combustible;
- k) pressions d'alimentation en combustible (minimale et maximale) du système à pile à combustible portable;
- l) orientation, si applicable.

La polarité des fils de sortie doit être clairement marquée sauf si le système à pile à combustible portable est équipé d'une terminaison polarisée.

Les caractéristiques de courant et de tension des fusibles qui peuvent être remplacés par l'usager et des autres fusibles qui assurent une limitation du courant pour être conforme à cette norme, doivent être marquées à proximité du fusible concerné.

- m) les éléments destinés à une utilisation extérieure doivent être marqués « ATTENTION: POUR USAGE À L'EXTÉRIEUR UNIQUEMENT. Ne pas faire fonctionner à l'intérieur ».

7.3 Avertissements

Les signaux d'avertissement doivent être placés de manière appropriée pour identifier les dangers électriques, le contenu des vannes d'évacuation, les composants chauds et les dangers mécaniques. Il convient de donner la préférence à l'utilisation des symboles normalisés fournis dans l'ISO 3864.

Les dispositifs de commande, les indicateurs visuels et les affichages (notamment ceux liés à la sécurité) utilisés dans l'interface homme-machine doivent être clairement marqués relativement à leurs fonctions, soit sur le produit soit dans son voisinage immédiat. Il convient de privilégier l'utilisation de symboles normalisés donnés dans l'ISO 3864 et l'ISO 7000.

7 Labelling

7.1 General

All marking materials shall be suitable for application to surfaces upon which applied. Each portable fuel cell system shall carry an indelible data plate which is visible during operation.

7.2 Marking

The equipment shall be plainly marked, in a permanent manner, in a place where the details will be readily visible after installation, with the following:

- a) manufacturer's or distributor's name and location, trademark, trade name, or other recognized symbol of identification;
- b) catalogue, style, model, or other type designation;
- c) rated input voltage(s), if applicable;
- d) an indication whether the equipment is rated for a.c. or d.c., or both, and, when necessary, the input and output frequency;
- e) number of phases, except for equipment obviously intended for single-phase use only;
- f) rated output voltage;
- g) output in amperes, volt-amperes, or watts;
- h) the month and year of manufacture (date coding, serial numbers, or the equivalent may be used);
- i) range of ambient temperatures (minimum and maximum) within which the portable fuel cell system is intended to operate;
- j) type and quality of fuel;
- k) fuel supply pressures (minimum and maximum) to the portable fuel cell system;
- l) orientation, if applicable:

The polarity of the output leads shall be plainly marked unless the portable fuel cell system is provided with a polarized termination.

The required voltage and current rating of customer replaceable fuses and other fuses that provide current limitation for compliance with this standard, shall be marked in the vicinity of the fuse;

- m) for units intended for outdoor use shall be marked "WARNING: FOR OUTDOOR USE ONLY. Do not operate indoors."

7.3 Warnings

Warning signs shall be appropriately placed to identify electrical hazards, contents from drain valves, hot components and mechanical hazards. Preference should be given to the use of standard symbols given in ISO 3864.

Control devices, visual indicators, and displays (particularly those related to safety) used in the man-machine interface shall be clearly marked with regard to their functions either on or adjacent to the item. Preference should be given to the use of standard symbols given in ISO 3864 and ISO 7000.

8 Essais de type

Toutes les mesures doivent être réalisées avec les valeurs assignées de puissance, de tension, de courant et de fréquence. Les systèmes à pile à combustible portables multi-tensions doivent être soumis aux essais à la ou aux tensions qui produit/produisent les températures les plus élevées. Sauf stipulation contraire dans les articles particuliers, des mesures doivent être réalisées avec les incertitudes maximales indiquées en Annexe B. Un fabricant doit spécifier les exigences qualitatives du combustible pour les essais.

8.1 Essai de fuite pour les systèmes à combustible liquide

Les procédures de ce paragraphe doivent être réalisées, lorsqu'elles sont applicables, après purge comme cela est prescrit en 4.5.4.

Le système doit être conforme à 8.1.1 après exposition à une période de fonctionnement cumulée à la plage de températures de fonctionnement maximale pendant 720 h ou 10 % de la durée de vie de fonctionnement du système d'après sa conception, la valeur la plus faible étant retenue.

8.1.1 Méthode d'essai

Il faut que les systèmes alimentés par des combustibles liquides soient soumis aux essais avec leur propre combustible pour l'essai de fuite final selon les spécifications du fabricant.

Avant de réaliser l'essai, on doit établir quelles parties transportant le liquide, par interconnexion, sont soumises à la même pression interne au cours du fonctionnement normal. Ces pièces doivent comprendre une section d'essai individuelle qui doit alors être pressurisée séparément et lorsque cela est jugé nécessaire, isolée du reste du système électrique de piles à combustible par tout moyen approprié.

Un système de pressurisation adapté, capable de fournir le combustible en toute sécurité à 1,5 fois la pression de fonctionnement maximale du système, doit être connecté à la section d'essai. Cet essai doit être conduit à la température ambiante de $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

La section d'essai doit être isolée par tout moyen adapté. On doit éliminer toute fuite de l'isolation du système au cours de l'essai. Des soupapes doivent être prévues en hauteur, lorsque cela est possible en pratique afin de ventiler l'air, les vapeurs ou les gaz présents dans la section d'essai. Si, dans la pratique, il n'est pas possible d'utiliser des soupapes en hauteur, la section d'essai peut être évacuée en utilisant des pompes à vide adaptées de manière à ce que le volume total de gaz du système soit inférieur à 0,001 litre avant l'introduction du fluide d'essai.

Toute partie fonctionnelle doit être entraînée à accepter la position ouverte de manière à ce que la pression d'essai nécessaire soit exercée sur toutes les parties de la section d'essai. Les dispositifs de protection contre les surpressions capables d'interrompre l'essai doivent être mis hors circuit à l'occasion de cet essai.

Le fluide d'essai doit être introduit graduellement dans la section d'essai. La section d'essai doit être progressivement pressurisée en utilisant le système de pressurisation tout en ventilant l'air, les gaz ou les vapeurs présents à partir de tous les points élevés de la section d'essai à moins d'utiliser l'option de vide avant essai.

La section d'essai doit être pressurisée et maintenue à 1,5 fois sa pression de fonctionnement maximale après remplissage complet pendant au moins 1 h tout en inspectant toutes les surfaces extérieures du système à la recherche de toute trace de fuite de liquide. Toutes les surfaces extérieures des parties qui transportent des combustibles liquides doivent être rendues visibles pour vérifier s'il y a des fuites ou des dispositions doivent être prises pour capturer et diriger les fuites vers le bas vers un compteur adapté.

8 Type tests

All measurements shall be done with rated power, voltage, current, and frequency. Multi-voltage portable fuel cell systems shall be tested at the voltage(s) that produce the highest temperatures. Except where otherwise stated in the particular clauses, measurements shall be carried out with the maximum uncertainties indicated in Annex B. A manufacturer shall specify fuel quality requirements for testing.

8.1 Leakage test for liquid fuelled systems

The procedures of this subclause shall be performed, when applicable, following purging as required in 4.5.4.

The system, shall comply with 8.1.1 following exposure to a cumulative operating period within the maximum operating temperature range for the lesser of 720 h, or 10 % of the system operating design life.

8.1.1 Method of test

Liquid fuelled systems must be tested with their proper fuel for final leak testing as specified by the manufacturer.

Prior to the performance of the test, it shall be established which liquid carrying parts, through interconnection, are subject to the same internal pressure during normal operation. These parts shall comprise an individual test section, which then shall be pressurized separately and, when deemed necessary, isolated from the rest of the power system by any convenient means.

A suitable pressurizing system, capable of safely providing fuel at 1,5 times the maximum operating pressure of the system, shall be connected to the test section. This test shall be conducted at ambient temperature of $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

The test section shall be isolated by any convenient means. System isolation leakage during the test shall be eliminated. High point vents shall be provided, where practical, for the purpose of venting any air, vapour, or gas in the test section. If high point vents are not practical, the test section may be evacuated using suitable vacuum pumps so that the total gas volume of the system is less than 0,001 litre prior to the introduction of the test fluid.

Any functional part(s) shall be caused to assume the open position so the required test pressure is exerted on all parts of the test section. Pressure relief devices capable of interrupting the test shall be defeated for the purpose of this test.

The test fluid shall be introduced gradually into the test section. The test section shall be gradually pressurized using the pressurizing system, while venting any air or gas or vapour present from all high points of the test section, unless the pre-test vacuum option is used.

The test section shall be pressurized and held at 1,5 times its maximum operating pressure after filling is complete for at least 1 h while inspecting all external surfaces of the system for any sign of liquid leakage. All external surfaces of the parts that convey liquid fuels shall be made visible to check for leakage, or provisions shall be made to capture and route leakage down-slope to a suitable tell-tale.

Aucune fuite visible n'est autorisée.

8.2 Essai de concentration de gaz combustible inflammable

Cet essai doit déterminer la concentration maximale de combustible inflammable à l'intérieur de l'enveloppe du système à pile à combustible portable dans les conditions normales de fonctionnement. Le système doit être conforme à 8.2.1 après exposition à une période de fonctionnement cumulée à la température de fonctionnement stable maximale pendant 720 h ou 10 % de la durée de vie de fonctionnement du système d'après sa conception, la valeur la plus faible étant retenue.

8.2.1 Méthode d'essai

On doit faire fonctionner le système à pile à combustible portable dans la plage nominale de températures jusqu'à l'obtention des conditions de stabilité thermique. Les essais doivent être réalisés à la pression barométrique dans la station d'essai et dans une zone dénuée de tout courant d'air significatif.

Les mesures doivent être réalisées en différents points de l'enveloppe à distance suffisante de la purge ou des points d'échappement de manière à ce que la concentration inflammable mesurée soit celle du compartiment plutôt que celle de la source.

L'essai doit être réalisé pour au moins quatre mesures. L'intervalle de temps entre les mesures ne doit pas être inférieur à 5 min. L'essai doit être continu jusqu'à ce que la valeur mesurée finale soit inférieure ou égale à la moyenne des quatre valeurs de mesure précédentes.

A l'issue de l'essai, la valeur mesurée la plus élevée doit être comparée à la limite inférieure d'inflammabilité du combustible en essai. L'essai est satisfaisant si la concentration la plus élevée de gaz inflammable mesurée au cours de l'essai est inférieure à 25 % de la limite inférieure d'inflammabilité.

8.3 Températures de surface

La méthode d'essai pour déterminer les températures maximales de surface doit être conforme à l'Article 11 de la CEI 60335-1. Les températures de surface doivent être mesurées pour déterminer la conformité avec 4.8.1.

8.4 Températures des composants

La méthode d'essai pour déterminer les températures des composants doit être conforme à la CEI 60335-1, Article 11. Les températures des composants doivent être mesurées pour déterminer la conformité avec 4.8.2.

Lorsqu'il n'existe pas de norme CEI pour le composant concerné, lorsque le composant n'est pas marqué ou n'est pas utilisé conformément à son marquage, il est soumis aux essais dans les conditions qui existent dans le système à pile à combustible portable.

NOTE Pour les commandes automatiques, le terme "marquage" inclut la documentation et la déclaration comme spécifiées à l'article 7 de la CEI 60730-1.

No visible leakage is allowed.

8.2 Flammable fuel gas concentration test

This test shall determine the maximum flammable fuel concentration within the portable fuel cell system enclosure under normal operation. The system, shall comply with 8.2.1 below following exposure to a cumulative operating period within the maximum operating temperature range for the lesser of 720 h, or 10 % of the system operating design life.

8.2.1 Method of test

The portable fuel cell system shall be operated within the nominal temperature range until thermal stability conditions are achieved. The testing shall be carried out at the barometric pressure at the testing station and in an area free from appreciable draughts.

Measurements shall be made at multiple locations within the enclosure at a sufficient distance from the purge or points of release so that the flammable concentration measured is that of the compartment rather than the source.

The test shall be conducted for at least four measurements. The time interval between measurements shall be not less than 5 min. The test shall be continued until the final measured value is less than or equal to the mean of the four previous measurement values.

At the conclusion of the test, the highest measured value shall be compared to the lower flammability limit of the fuel being measured. The test is satisfactory if the highest concentration of flammable gas measured during the test is less than 25 % of the lower flammability limit.

8.3 Surface temperatures

The method of test for determining maximum surface temperatures shall be in accordance with Clause 11 of IEC 60335-1. Surface temperatures shall be measured to determine compliance with 4.8.1.

8.4 Component temperatures

The method of test for determining component temperatures shall be in accordance with Clause 11 of IEC 60335-1. Component temperatures shall be measured to determine compliance with 4.8.2.

When no IEC standard exists for the relevant component, when the component is not marked or is not used in accordance with its marking, it is tested under the conditions occurring in the portable fuel cell system.

NOTE For automatic controls, the term "marking" includes documentation and declaration as specified in Clause 7 of IEC 60730-1.

8.5 Températures des parois, du sol et du plafond

Le système à piles à combustible portable est placé en contact direct (distance d'isolement nulle) avec une cavité d'essai faite de panneaux de contreplaqués ternes, peints en noir, d'une épaisseur approximative de 20 mm. Les échauffements de la surface des parois, plafond et sol de la zone d'essai sont déterminés au moyen de thermocouples à fil fin (diamètre au plus égal à 0,3 mm), qui sont fixés au dos de petits disques de cuivre ou de laiton noircis de 15 mm de diamètre et 1 mm d'épaisseur. L'avant des disques est en affleurement avec la surface des panneaux.

Dans la mesure du possible, le système à pile à combustible portable est positionné de manière à ce que les thermocouples détectent les températures les plus élevées. Le système électrique de piles à combustible doit fonctionner avec une puissance de sortie maximale. Après obtention des températures d'équilibre, la température des panneaux d'essai doit être mesurée et vérifiée pour contrôler si les exigences de 4.8.3 sont satisfaites.

8.6 Rigidité diélectrique

Un diélectrique approprié doit être interposé entre les parties sous tension non reliées à la terre et les surfaces extérieures avec lesquelles il peut y avoir contact. Une fois connecté de la manière prévue à un circuit d'alimentation de tension et de fréquence assignée, le système à pile à combustible portable doit être mis en fonctionnement jusqu'à obtention des conditions de stabilité thermique. A l'issue de la période de fonctionnement spécifiée, l'essai de résistance diélectrique décrit ci-dessous doit être réalisé.

Si le système à pile à combustible portable utilise un composant comme un dispositif à semiconducteur qui peut être endommagé par les potentiels diélectriques spécifiés dans cette disposition, le point de connexion de ce composant à la terre doit être déconnecté pour cet essai pour éliminer le risque de dommage sur le composant tout en conservant la contrainte diélectrique représentative du circuit.

L'essai tel qu'il est spécifié en 8.6.1 peut être réalisé en utilisant un potentiel d'essai en courant continu en utilisant une valeur égale à 150 % du potentiel en courant alternatif correspondant qui est spécifié.

8.6.1 Méthode d'essai

L'essai de rigidité diélectrique doit être réalisé conformément à 5.2 de la CEI 60950-1.

8.6.2 Essai d'humidité

L'essai d'humidité est effectué pendant 48 h dans une enceinte humide avec une humidité relative de $(93 \pm 3)\%$. La température de l'air est maintenue dans les limites de 1 K par rapport à toute valeur T convenable à une valeur comprise entre 20 °C et 30 °C. Avant d'être placé dans l'enceinte humide, le système à pile à combustible portable est porté à une température de $T = 0^{\circ}\text{C}$.

NOTE 1 Dans la plupart des cas, le système à pile à combustible portable peut être porté à la température spécifiée en le gardant à cette température pendant au moins 4 h avant l'essai d'humidité.

NOTE 2 Une humidité relative de $(93 \pm 3)\%$ peut être obtenue en plaçant une solution saturée de Na_2SO_4 ou de KNO_3 dans de l'eau dans l'enceinte humide, le conteneur ayant une surface de contact de taille suffisante avec l'air.

NOTE 3 Les conditions spécifiées peuvent être obtenues en assurant une circulation constante de l'air à l'intérieur d'une armoire isolée thermiquement.

Le système à pile à combustible portable doit ensuite résister à l'essai de rigidité diélectrique décrit en 8.6.1 dans l'enceinte humide ou dans la pièce dans laquelle le système à pile à combustible portable a été porté à la température prescrite après réassemblage des parties qui peuvent avoir été retirées.

8.5 Wall, floor and ceiling temperatures

The portable fuel cell system is placed in direct contact (zero clearance) with a test cavity made of dull black-painted plywood panels approximately 20 mm thick. Temperature rises of the surface of walls, ceiling and floor of the test corner are determined by means of fine-wire (diameter not exceeding 0,3 mm) thermocouples, which are attached to the back of small blackened disks of copper or brass, 15 mm in diameter and 1 mm thick. The front of the disk is flush with the surface of the boards.

As far as possible, the portable fuel cell system is positioned so that the thermocouples detect the highest temperatures. The fuel cell system shall be operated at maximum power output. After equilibrium temperatures have been obtained, the temperature of the test panels shall be measured and checked whether the requirements of 4.8.3 are met.

8.6 Dielectric strength

Adequate dielectric shall be interposed between ungrounded current-carrying parts and those external surfaces that can be contacted. When connected in the manner intended to a supply circuit of rated voltage and frequency, the portable fuel cell system shall be operated until thermal stability conditions are reached. At the conclusion of the operating period specified, the dielectric withstand test outlined below shall be conducted.

If the portable fuel cell system employs a component, such as a solid-state device, that can be damaged by the dielectric potentials specified in this provision, the point of connection of this component to ground shall be disconnected for the purpose of this test to eliminate the likelihood of component damage while still retaining representative dielectric stress of the circuit.

The test as specified in 8.6.1 may be performed using a d.c. test potential, using a value equal to 150 % of the corresponding a.c. potential specified.

8.6.1 Test method

The dielectric strength test shall be performed in accordance with IEC 60950-1, 5.2.

8.6.2 Humidity test

The humidity test is carried out for 48 h in a humidity cabinet containing air with a relative humidity of $(93 \pm 3) \%$. The temperature of the air is maintained within 1 K of any convenient value T between 20 °C and 30 °C. Before being placed in the humidity cabinet, the portable fuel cell system is brought to a temperature of T^{+4}_{-0} °C.

NOTE 1 In most cases, the portable fuel cell system may be brought to the specified temperature by keeping it at this temperature for at least 4 h before the humidity test.

NOTE 2 A relative humidity of $(93 \pm 3) \%$ can be obtained by placing a saturated solution of Na₂SO₄ or KNO₃ in water in the humidity cabinet, the container having a sufficiently large contact surface with the air.

NOTE 3 The specified conditions may be achieved by ensuring a constant circulation of the air within a thermally insulated cabinet.

The portable fuel cell system shall then withstand the dielectric strength test described in 8.6.1, in the humidity cabinet or in the room in which the portable fuel cell system was brought to the prescribed temperature after reassembly of those parts that may have been removed.

8.7 Courant de fuite à la température de fonctionnement

L'essai suivant doit être réalisé sur les systèmes avec connexion à l'alimentation principale, ou avec une sortie à courant alternatif. Le système à piles à combustible portable doit fonctionner durant le temps nécessaire à l'obtention des conditions de stabilité thermique.

8.7.1 Méthode d'essai

Le courant de fuite du système à pile à combustible portable doit être déterminé conformément à 5.1 de la CEI 60950-1.

8.8 Fonctionnement anormal

Un système à pile à combustible portable ne doit pas présenter de danger de choc ou de feu en raison d'une défaillance électrique lorsqu'il fonctionne dans l'une des conditions suivantes en 8.8.1.

8.8.1 Conditions d'essai

- a) 7 h* avec la valeur de sortie du système à pile à combustible portable court-circuitée;
- b) 7 h* avec le rotor de chaque moteur de souffleur bloqué, un à la fois[†], le système à pile à combustible portable délivrant la charge assignée, lorsque le système à pile à combustible portable reçoit une ventilation forcée;
- c) 7 h* avec la polarité des batteries inversée lorsque le connecteur de batterie n'est pas polarisé ou que les batteries peuvent être remplacées par l'utilisateur;
- d) 7 h* à la puissance de sortie maximale disponible, sauf si un fusible s'ouvre;
- e) 1 h à 135 % des caractéristiques du fusible en ampères, le fusible étant shunté si un fusible s'ouvre au cours de l'essai spécifié à la condition d);

* Si une caractéristique d'un produit empêche une unité de fonctionner pendant 7 heures, cette caractéristique par exemple alimentation en combustible peut être considérée comme une limite temporelle pour la durée de l'essai. Le fonctionnement doit se poursuivre quelles que soient les températures atteintes sur une partie quelconque du système à pile à combustible portable.

† Si cela est admissible pour le demandeur et l'organisme d'essai, tous les moteurs de ventilateur d'un système à pile à combustible portable ayant plus d'un moteur de ventilateur peuvent être bloqués simultanément.

Si un dispositif de protection ouvre le circuit au cours des essais a) à d), l'essai doit:

- 1) être terminé si un protecteur non réinitialisable, non automatique fonctionne;
- 2) se poursuivre pendant 7 h si un protecteur de réinitialisation automatique fonctionne;
- 3) se poursuivre pendant 10 cycles en utilisant la durée minimale de réinitialisation (mais d'une vitesse ne dépassant pas 10 manœuvres à la minute) si un dispositif de protection à réinitialisation manuelle autre qu'un disjoncteur à boîtier moulé fonctionne; ou
- 4) se poursuivre pendant 3 cycles si le dispositif de protection à réinitialisation manuelle est un disjoncteur à boîtier moulé conforme à la CEI 60934.

Si l'ouverture d'un composant autre qu'un dispositif de protection ou le court-circuitage d'un composant finit l'essai de fonctionnement anormal, un redémarrage du système à pile à combustible portable doit être tenté afin de continuer l'essai.

EXEMPLE Les courts-circuits et les circuits ouverts des transistors, des diodes et des condensateurs (en particulier les condensateurs électrolytiques), les défauts à l'origine d'une dissipation continue dans les résistances conçues pour une dissipation intermittente et les défauts internes dans les circuits intégrés qui causent une dissipation excessive.

8.8.2 Méthodes d'essai

La procédure d'essai suivante doit être utilisée pour déterminer la conformité:

- a) on ne doit introduire qu'un défaut à la fois;

8.7 Leakage current at operating temperature

The following test shall be performed on systems with a connection to the mains supply, or an a.c. output. The portable fuel cell system shall be operated for the duration necessary to achieve thermal stability conditions.

8.7.1 Test method

The leakage current of the portable fuel cell system shall be determined in accordance with 5.1 of IEC 60950-1.

8.8 Abnormal operation

A portable fuel cell system shall not become a shock hazard, or a fire hazard because of electrical failure, when operated under each of the following conditions in 8.8.1.

8.8.1 Test conditions

- a) 7 h* with the output of the portable fuel cell system short-circuited.
- b) 7 h* with the rotor of each blower motor locked, one at a time^t, with the portable fuel cell system delivering rated load, when forced ventilation is provided within the portable fuel cell system.
- c) 7 h* with the polarity of the batteries reversed when the battery connector is not polarized or the batteries are user replaceable.
- d) 7 h* at maximum available power output, unless a fuse opens.
- e) 1 h at 135 % of the ampere rating of the fuse with the fuse bypassed if a fuse opens during the test specified in condition d).

* If a product feature precludes a unit operating for as much as 7 h, that feature, for example fuel supply, may be considered as a time limit for the test duration. Operation should be without regard to temperatures attained on any part of the portable fuel cell system.

^t If agreeable to the submitter and the testing agency, all fan motors of a portable fuel cell system having more than one fan motor may be locked simultaneously.

If a protective device opens the circuit during tests a) to d), the test shall be:

- 1) terminated, if a non-resettable, non-automatic protector ("one shot") functions;
- 2) continued for 7 h if an automatic-reset protector functions;
- 3) continued for 10 cycles using the minimum resetting time (but not faster than 10 operations per min), if a manual-reset protective device other than a molded case circuit breaker functions; or
- 4) continued for 3 cycles if the manual-reset protective device is a molded case circuit breaker complying with IEC 60934.

If the opening of a component other than a protective device, or the short-circuiting of a component terminates the abnormal operation test, an attempt shall be made to restart the portable fuel cell system in order to continue the test.

EXAMPLE Short circuits and open circuits of transistors, diodes, and capacitors (particularly electrolytic capacitors), faults causing continuous dissipation in resistors designed for intermittent dissipation, and internal faults in integrated circuits causing excessive dissipation.

8.8.2 Test methods

The following test procedure shall be used to determine compliance:

- a) only one fault at a time shall be introduced;

- b) l'équipement doit être installé comme pour l'essai normal de température à l'exception de ce qui suit:
- l'enveloppe doit être connectée à la terre par l'intermédiaire d'un fusible de 3 A; et
 - le circuit d'alimentation doit avoir un fusible de moins de 400 % de l'intensité des conducteurs du circuit d'alimentation sauf spécification contraire du fabricant; et
- c) l'essai doit être continué aussi longtemps que nécessaire pour établir des conditions de régime ou jusqu'au point d'interruption du circuit dû à la défaillance du composant ou à d'autres conséquences de la condition de défaut simulée, en prenant la valeur la plus courte.

Les systèmes à pile à combustible portables doivent être considérés comme conformes aux exigences ci-dessus s'il n'y a pas:

- 1) d'ouverture du fusible de terre de 3 A;
- 2) émission de flammes ou de métal fondu provenant de l'enveloppe intégrale;
- 3) d'ouvertures résultantes dans l'enveloppe intégrale qui exposeraient des parties actives ou sous tension; et
- 4) claquage lorsque l'essai de rigidité diélectrique de 8.6 est appliqué aussi tôt que possible après l'essai.

8.9 Protection contre la traction

Les moyens de protection contre la traction exigés par le 4.6.12 doivent être soumis à une traction régulière de 156 N et une traction de 45 N, chacune appliquée durant 1 min. Il ne doit pas y avoir de trace de la contrainte imposée sur les bornes de câblage, les épissures, ou le câblage interne.

8.10 Matériaux isolants

Lorsque cela est exigé par le 4.6.2.2, le matériau isolant en contact avec les parties nues sous tension doit résister à l'application d'une tension en courant alternatif de 3 000 V de 1 min lorsqu'il est placé entre deux sondes d'un diamètre de 6,35 mm après avoir été conditionné pendant 96 h avec de l'air ayant une humidité relative de $(90 \pm 5)\%$ et une température de $(35 \pm 2)^\circ\text{C}$.

8.11 Essai de mise à la terre

La conformité doit être démontrée par des essais conformément à 2.6.3 de la CEI 60950-1.

8.12 Essai de pression du réservoir

Tous les réservoirs et cuves à combustible doivent résister à l'essai de pression hydrostatique de 150 % de la pression de conception maximale sauf s'il s'agit de réservoirs sous pression auquel cas ils doivent être conformes à 5.5.

Une section d'essai doit être remplie avec l'élément d'essai et connectée à un système hydraulique adapté comprenant un dispositif de mesure de la pression capable de soutenir la pression d'essai exigée. Il convient de veiller à ce que tout l'air soit libéré de la section d'essai. Un système de pressurisation adapté capable de fournir l'élément d'essai à la pression d'essai exigé et un dispositif de mesure de la pression adapté capable d'indiquer la pression d'essai exigée doivent être connectés à l'entrée de la section d'essai. Le dispositif de mesure de la pression doit être situé entre le système de pressurisation et la section d'essai à pressuriser. La sortie de la section d'essai doit être fermée hermétiquement par tout moyen approprié.

La pression d'essai doit être augmentée graduellement pour qu'une pression manométrique uniforme soit atteinte en approximativement 1 min. Cette pression doit être maintenue pendant 1 min au cours de laquelle il ne doit se produire ni rupture, ni fracture, ni déformation ni autre dommage physique.

- b) the equipment shall be set up as for the normal temperature test except that
 - the enclosure shall be connected to ground through a 3 A fuse; and
 - the supply circuit shall be fused at not less than 400 % of the ampacity of the supply circuit conductors unless otherwise specified by the manufacturer; and
- c) the test shall be continued as long as necessary to establish steady-state conditions, or up to the point of interruption of the circuit due to failure of the component or to other consequences of the simulated fault condition, whichever is the shorter.

The portable fuel cell system shall be considered to comply with the requirements above if there is no:

- 1) opening of the 3 A ground fuse;
- 2) emission of flames or molten metal from the overall enclosure;
- 3) resultant openings in the overall enclosure that would expose live or current-carrying parts; and
- 4) breakdown when the dielectric strength test of 8.6 is applied as soon as practical after the test.

8.9 Strain relief

The strain relief means required by 4.6.12 shall be subjected to a steady pull of 156 N and a push of 45 N, each applied for 1 min. There shall be no evidence of any stress being imposed on the wiring terminals, splices, or internal wiring.

8.10 Insulating material

When required by 4.6.2.2 insulating material in contact with bare live parts shall withstand the application of an a.c. voltage of 3000 V for 1 min when placed between two 6,35 mm diameter probes after being conditioned for 96 h in air having a relative humidity of $(90 \pm 5) \%$ and a temperature of $(35 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

8.11 Earthing test

Compliance shall be demonstrated through testing in accordance with 2.6.3 of IEC 60950-1.

8.12 Tank pressure test

All fuel tanks and reservoirs shall withstand a hydrostatic pressure test of 150 % of the maximum design pressure, unless they are pressure vessels, in which case they shall comply with 5.5.

A test section shall be filled with a liquid medium and connected to a suitable hydraulic system, including a pressure-measuring device, capable of sustaining the required test pressure. Care should be taken to liberate any air from the test section. A suitable pressurizing system, capable of supplying the liquid medium at the required test pressure, and a suitable pressure-measuring device, capable of indicating the required test pressure, shall be connected to the inlet of a test section. The pressure-measuring device shall be located between the pressurizing system and the test section to be pressurized. The outlet of the test section shall be sealed by any convenient means.

The test pressure shall be gradually increased so that a uniform gauge pressure is attained in approximately 1 min. This pressure shall be maintained for 1 min during which time no rupture, fracture, deformation or other physical damage shall occur.