

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Mechanical structures for electronic equipment – Outdoor enclosures –
Part 3: Environmental requirements, tests and safety aspects**

**Structures mécaniques pour équipement électronique – Enveloppes de
plein air –
Partie 3: Exigences environnementales, essais et aspects de la sécurité**





THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2011 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00



IEC 61969-3

Edition 2.0 2011-11

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Mechanical structures for electronic equipment – Outdoor enclosures –
Part 3: Environmental requirements, tests and safety aspects**

**Structures mécaniques pour équipement électronique – Enveloppes de
plein air –
Partie 3: Exigences environnementales, essais et aspects de la sécurité**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

M

ICS 31.240

ISBN 978-2-88912-761-0

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	7
4 Classification of environmental conditions	7
5 Test conditions	8
5.1 General	8
5.2 Climatic tests	8
5.3 Biological tests	8
5.4 Tests of resistance against chemically active substances	9
5.5 Tests of resistance against mechanically active substances	9
6 Mechanical tests.....	9
6.1 General	9
6.2 Dynamic test	10
6.3 Lifting and stiffness test	10
7 Safety aspects.....	11
7.1 General	11
7.2 Locking devices.....	11
7.3 Vandalism resistance	11
7.4 Bullet resistance (optional)	12
8 Seismic requirements	12
9 Electromagnetic shielding performance	12
10 Thermal management.....	12
11 Noise emission.....	12
Table 1 – Climatic conditions for environmental classes 1 and 2	8
Table 2 – Biological tests.....	8
Table 3 – Tests of resistance against chemically active substances	9
Table 4 – Tests of resistance against mechanically active substances	9
Table 5 – Vibration and shock test	10
Table 6 – Safety aspects	11

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**MECHANICAL STRUCTURES FOR ELECTRONIC EQUIPMENT –
OUTDOOR ENCLOSURES –****Part 3: Environmental requirements, tests and safety aspects****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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 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 61969-3 has been prepared by subcommittee 48D: Mechanical structures for electronic equipment, of IEC technical committee 48: Electromechanical components and mechanical structures for electronic equipment.

This second edition cancels and replaces the first edition issued in 2001. It constitutes a technical revision.

The main technical changes with regard to the previous edition are as follows.

Table 1 and Table 6 have been extended with requirements and tests, relevant for outdoor conditions.

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

FDIS	Report on voting
48D/483/FDIS	48D/497/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.

A list of all parts of IEC 61969 series, under the general title *Mechanical structures for electronic equipment – Outdoor enclosures*, can be found on the IEC website.

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability 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.

INTRODUCTION

IEC 61969-3 Ed.2.0 provides basic environmental test requirements to be used in the absence of local regulatory or application specific environmental test requirements. This provides manufacturers and users of generic outdoor enclosure solutions with minimum performance compliance criteria; thermal solutions pending on the environment an outdoor enclosure is subjected to. Since forced air heat dissipation and acoustic noise are closely related, noise limitations are typically defined by local regulatory limitations.

Typically, it becomes the responsibility of the outdoor enclosure vendor to provide a solution for thermal management within the local regulatory noise limitations.

MECHANICAL STRUCTURES FOR ELECTRONIC EQUIPMENT – OUTDOOR ENCLOSURES –

Part 3: Environmental requirements, tests and safety aspects

1 Scope

This part of IEC 61969 specifies a set of basic environmental requirements and tests, as well as safety aspects for outdoor enclosures under conditions of non-weatherprotected locations above ground.

The purpose of this standard is to define a minimum level of environmental performance in order to meet requirements of storage, transport and final installation. It is the intention to establish basic environmental performance criteria for outdoor enclosure compliance.

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 60068 (all parts), *Environmental testing*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment*

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

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

IEC 60721-3-2, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 2: Transportation*

IEC 60721-3-4, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 4: Stationary use at non-weather-protected locations*

IEC 60825-1, *Safety of laser products – Part 1: Equipment specification and requirements*

IEC 60950 (all parts), *Information technology equipment – Safety*

IEC 61010, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use*

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

IEC 61439-5, *Low-voltage switchgear and control gear assemblies – Part 5: Assemblies for power distribution in public networks*

IEC 61587-1, *Mechanical structures for electronic equipment – Tests for IEC 60917 and IEC 60297 – Part 1, Climatic, mechanical tests and safety aspects for cabinets, racks, subracks and chassis*

IEC 61587-2, *Mechanical structures for electronic equipment – Tests for IEC 60917 and 60297 – Part 2: Seismic tests for cabinets and racks*

IEC 61587-3, *Mechanical structures for electronic equipment – Tests for IEC 60917 and IEC 60297 – Part 3: Electromagnetic shielding performance tests for cabinets, racks and subracks*

IEC 62194, *Methods of evaluating the thermal performance of enclosures*

IEC 62262, *Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IK code)*

IEC 62305-4, *Protection against lightning – Part 4: Electrical and electronic systems within structures*

ISO 2533, *Standard atmosphere*

ISO 3744, *Acoustics – Determination of sound power levels and sound energy levels of noise sources using sound pressure – Engineering methods for an essentially free field over a reflecting plane*

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

ISO 4892-2, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 2: Xenon-arc lamps*

ETSI EN 300019-2-2, *Equipment Engineering (EE); Environmental conditions and environmental tests for telecommunications equipment; Part 2-2: Specification of environmental tests; Transportation*

3 Terms and definitions

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

3.1

outdoor enclosure

enclosure exposed to the outdoor environment, for stationary use at non-weatherprotected locations, for the protection of electronic equipment installed inside against outdoor environmental conditions

3.2

non-weatherprotected location

place with direct weather influence

4 Classification of environmental conditions

The environmental conditions are derived from IEC 60721-3-4, with the focus on empty outdoor enclosures relevant requirements.

Class 1: Non-weatherprotected location: Covers all regions with a moderate climate.

Class 2: Non-weatherprotected locations, extended: Covers all regions with severe climate.

The individual outdoor enclosure product solution tested to these basic environmental test requirements my claim compliance to either Class 1 or Class 2 or a combination of Class1/Class2.

5 Test conditions

5.1 General

The basic test conditions shown in Table 1; Table 2; Table 3 and Table 4 reflect typical outdoor enclosure environments to be endured.

5.2 Climatic tests

Table 1 – Climatic conditions for environmental classes 1 and 2

	Environmental parameters	Test severity		Duration	IEC method
		Class 1	Class 2		
a	Low air temperature	-45 °C	-65 °C	16 h	60068-2-1; A
b	High air temperature	80 °C	90 °C	16 h	60068-2-2: B
c	Damp heat	30 °C, 93 %	30 °C, 93 %	96 h	60068-2-78: Cb
d	Rate of change of temperature	-50 °C to + 23 °C 1 °C/min	-50 °C to + 23 °C 1 °C/min	2 cycles	60068-2-14: Nb
e	Solar radiation	1 120 W/m ²	1 120 W/m ²	72 h/ 40 °C	60068-2-5 Sa
f	Condensation	40 °C 90 % to 100 % RH	40 °C 90 % to 100 % RH	96 h	60068-2-30: Db
g	Precipitation (rain, snow, hail, dust, etc.)	IP 54	IP 55	-	60529
h	Movement of the surrounding air	50 m/s	60 m/s	-	-
i	Formation of ice and frost	Yes	Yes	-	-
j	Ultraviolet degradation test	Yes	Yes	-	ISO 4892-2
NOTE For comparable conditions the International Standard Air, in accordance to ISO 2533 (15 °C at 1 013, 25 hPa) shall be used.					

Following the test, compliance is checked by visual inspection of the internal and external parts; no rust, cracking or other deterioration shall be detected with impact to the required function; no ingress of water. Hinges, locks and handles for example shall be in operating condition. The test in accordance with Table 1, item i shall prove that access to the internal equipment is possible without causing permanent degradation of protection levels.

5.3 Biological tests

Table 2 – Biological tests

	Environmental parameters	Test severity		Purpose	IEC method
		Class 1	Class 2		
a	Flora: Presence of mould, fungus, etc.	Yes	Yes	To check the material for resistance	60068-2-10
b	Fauna: Presence of rodents and others harmful to the equipment	Yes, but without termites	Yes, but with termites		

Following the test, compliance is checked by visual inspection.

5.4 Tests of resistance against chemically active substances

Table 3 – Tests of resistance against chemically active substances

(Similar to IEC 60721-3-4, Class 4C2)

	Environmental parameters	Test severity		Duration	IEC method
		Class 1 Mean value	Class 2 Maximum value		
a	Salts: Sea and road salt mist	Yes, at 35 °C,5 % NaCl		4 days	60068-2-11; Ka
b	Sulphur dioxide ^a	0,3 mg/m ³ 0,11 cm ³ /m ³	1,0 mg/m ³ 0,37 cm ³ /m ³	10 days	60068-2-60; Ke
c	Hydrogen sulphide ^a	0,1 mg/m ³ 0,071 cm ³ /m ³	0,5 mg/m ³ 0,36 cm ³ /m ³		
d	Chlorine ^a	0,1 mg/m ³ 0,034 cm ³ /m	0,3 mg/m ³ 0,1 cm ³ /m ³		
e	Nitrogen oxides ^a	0,5 mg/m ³ 0,26 cm ³ /m ³	1,0 mg/m ³ 0,52 cm ³ /m ³		
^a The tests may be performed by a four component mixture of these gases. Tests of Table 3 may be combined with tests of Table 1.					

Following the test, compliance is checked by visual inspection of the outside of the used materials or coatings. Surface corrosion of the protective enclosure is allowed. The enclosure design shall provide protection for electromagnetic gaskets and earthing contacts where no corrosion is permitted.

5.5 Tests of resistance against mechanically active substances

Table 4 – Tests of resistance against mechanically active substances

	Environmental parameters	Test severity Classes 1 and 2	IEC method
a	Sand	IP 50 (see note)	60529
b	Dust (suspension)		
c	Dust (sedimentation)		
NOTE No measurable dust shall have entered the enclosure (this assessment is more severe than IEC 60529).			

Following the test, compliance is checked by visual inspection.

6 Mechanical tests

6.1 General

The purpose of these mechanical tests is to ensure that the outdoor enclosure will withstand handling, storage, transport and protect installed equipment from exposure to mechanical stress. For seismic compliance see Clause 8. Installations in public areas typically require compliance to more severe local regulatory laws. These and any additional application

specific requirements need to be observed. Should the outdoor enclosure be installed in a public place the power input requirements may have to be in compliance with IEC 61439-5.

6.2 Dynamic test

The dynamic tests of an outdoor enclosure shall be conducted under the intended transport condition. Since outdoor enclosure dynamic transport stress is considerably more severe than typical handling and storage stress no further dynamic tests are required. For the purpose of this test no transport packing material is used. The outdoor enclosure shall be mounted to the shock/vibration table by using the intended ground/floor mounting features. For the purpose of the dynamic test the outdoor enclosure static load shall be agreed between the vendor and user.

The chosen severity classes are similar to IEC 60721-3-2, class 2M1.

Table 5 – Vibration and shock test

	Environmental parameters	Test severity		IEC method/ ETSI EN
		Class 1 (controlled transport condition)	Class 2 (limited transport condition)	
a	Vibration, sinusoidal 3 axes, 10 cycles	2-9 Hz/3, 5 mm displacement 9-200 Hz/10 m/s ² acceleration 200-500 Hz/15 m/s ² acceleration	5-9 Hz/3,5 mm displacement 9-200 Hz/10 m/s ² acceleration 200-500 Hz/15 m/s ² acceleration	60068-2-6: Fc
b ¹⁾	Vibration, random	-	5-20 Hz: 1 m ² /s ⁴ /Hz 20-200 Hz: -3 dB/oct	ETSI EN 300019-2-2 Class 2.3
c	Shock , ¹ / ₂ sine wave vertical axes only No of shocks: 3	Peak acceleration 100 m/s ² Time: 11 ms	Peak acceleration 100 m/s ² Time: 11 ms	60068-2-27: Ea Shock response spectrum type I
d	Free fall: enclosure mass < 20 kg 20 kg to 100 kg > 100 kg	0, 25 m 0, 25 m 0, 10 m	1, 25 m 1, 00 m 0, 25 m	60068-2-32: Ed

¹⁾ Alternative test.

Following the test, no deformation or damage of parts that effect form, fit and function shall be found.

6.3 Lifting and stiffness test

If lifting eyes are provided the performance test as per IEC 61587-1 shall be applied.

Following the test, no deformation or damage of parts that effect form, fit and function shall be found.

7 Safety aspects

7.1 General

General safety requirements: The outdoor enclosure shall consider adequate design considerations to be of danger and hazard to people and prevent unauthorized access.

To protect authorized personnel (assembly, installation, test and maintenance) the outdoor enclosure shall be free of defects such as sharp edges, burrs, etc. Compliance to IEC 60950 is required.

Regulatory safety requirements:

The outdoor enclosure shall comply with the local enforced regulatory safety requirements.

Table 6 – Safety aspects

Requirement		Test specification
Earth bonding	The responsibility of the vendor is to provide sufficient conductivity between different parts of the enclosure and means for the earth bonding of equipment IEC 61140	Using IEC 60950 and IEC 61439-5 for equipped enclosure IEC 61010/60825
Lightning strike	To be observed in the total "Earth bonding" concept	IEC 62305-4
Mechanical safety	IK-Code according to IEC 62262	For testing IEC 60068-2-75
Vandalism	Requirements shall be part of the vendor specification	Tests may be part of the vendor specification
Warning labels	General warning, caution, risk of danger Caution, risk of life Caution, risk of electric shock Caution, hot surface	ISO 3864, B.3.1 ISO 3864, B.3.2 ISO 3864, B.3.6 IEC 60417
Security, vandalism protection	Requirements for the resistance of the enclosure and the locking devices against unauthorised access	Tests may be part of the user specifications
Flammability	Material properties may be specified by user	IEC 60695-11-10

7.2 Locking devices

Outdoor enclosure access locking functions such as used on doors, covers, roofs, etc. are application and/or regulatory specific. The outdoor enclosure shall have the capability to be locked and unlocked only by authorized crafts people.

7.3 Vandalism resistance

Outdoor enclosure vandalism resistance required on any locking functions such as used with doors, covers, roofs, etc. are application and/or regulatory specific. The outdoor enclosure shall provide for heavy duty key locking and hinges hardware.

Compliance check: The outdoor enclosure shall be resistant to unauthorized access by the use of typical tools such as screw drivers, pliers, hammers, etc.

7.4 Bullet resistance (optional)

Outdoor enclosure bullet resistance is application and/or regulatory specific.

The outdoor enclosure shall be designed for withstanding a 12 gauge shotgun blast of No. 7 ½ shot at a distance of 15 m without penetration of the enclosure wall by any pellets.

Test procedure:

The enclosure shall be positioned as in a typical installation and all unique vertical surfaces shall be subjected to a blast from a 12 gauge shotgun with No. 7 ½ size shot fired at a distance of 15 m. The load used shall be a high brass shell fired from an improved or modified choke barrel.

Assessment following the test: The outer skin of the enclosure may be deformed but still maintaining the protection, without any protrusions.

8 Seismic requirements

Outdoor enclosure seismic compliance is application and/or regulatory specific. If seismic compliance is requested, tests shall be conducted in accordance with IEC 61587-2.

9 Electromagnetic shielding performance

This requirement is optional, dependent on the area where needed. If electromagnetic shielding compliance is required, test should be conducted in accordance with IEC 61587-3 unless otherwise specified.

10 Thermal management

For the operation of electronic equipment housed in outdoor enclosures passive and/or active thermal management devices are used. Since the active heat management devices typically include fans, noise emission may have to comply with local regulatory requirements. Preferably, outdoor enclosure heat management should be based on convection air cooling (passive). If environmental compliance testing is required, tests should be conducted in accordance with IEC 62194 unless otherwise specified.

11 Noise emission

The final location of the installed outdoor enclosure will determine the noise limits tolerated. Typically, regional and location specific regulatory requirements are in place. Sound power noise tests shall be conducted in accordance with ISO 3744, unless otherwise specified. The noise may be generated by the installed equipment and/or by thermal management solutions. To simplify the approval process it is always recommended to explore the possibilities of passive convection cooling first. This may be achieved by applying strategically placed heat sinks and/or double wall enclosure designs. Power emission, thermal management and noise limitations will have to be considered for the final application.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	15
INTRODUCTION.....	17
1 Domaine d'application	18
2 Références normatives.....	18
3 Termes et définitions	19
4 Classification des conditions d'environnement.....	20
5 Conditions d'essais	20
5.1 Généralités.....	20
5.2 Essais climatiques.....	20
5.3 Essais biologiques	21
5.4 Essais de résistance aux substances actives chimiquement.....	21
5.5 Essais de résistance aux substances actives mécaniquement.....	22
6 Essais mécaniques.....	22
6.1 Généralités.....	22
6.2 Essais dynamiques.....	22
6.3 Essai de grutage et de rigidité	23
7 Aspects de sécurité	23
7.1 Généralités.....	23
7.2 Dispositifs de verrouillage	24
7.3 Résistance au vandalisme	24
7.4 Résistance aux balles (facultatif).....	24
8 Résistance aux séismes	25
9 Performances du blindage électromagnétique	25
10 Gestion thermique	25
11 Émission de bruit.....	25
Tableau 1 – Conditions climatiques pour les classes de sévérité 1 et 2.....	20
Tableau 2 – Essais biologiques.....	21
Tableau 3 – Essais de résistance aux substances actives chimiquement	21
Tableau 4 – Essais de résistance aux substances actives mécaniquement	22
Tableau 5 – Essai de vibration et de choc.....	23
Tableau 6 – Aspects liés à la sécurité	24

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**STRUCTURES MÉCANIQUES POUR ÉQUIPEMENT ÉLECTRONIQUE –
ENVELOPPES DE PLEIN AIR –****Partie 3: Exigences environnementales, essais et aspects de la 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 elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61969-3 a été établie par le sous-comité 48D: Structures mécaniques pour équipement électronique, du comité d'études 48 de la CEI: Composants électromécaniques et structures mécaniques pour équipements électroniques.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition, parue en 2001, dont elle constitue une révision technique.

Les principaux changements techniques par rapport à l'édition précédente sont les suivants:

Le Tableau 1 et le Tableau 6 ont été étendus pour couvrir les exigences et les tests applicables aux conditions de plein air.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
48D/483/FDIS	48D/497/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.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61969, présentées sous le titre général *Structures mécaniques pour équipement électronique – Enveloppes de plein air*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

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

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

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

INTRODUCTION

La CEI 61969-3 Éd.2.0 fournit les exigences d'essais environnementales de base à utiliser en l'absence d'exigences d'essais environnementales réglementaires locales ou spécifiques à l'application. Il s'agit de fournir aux fabricants et aux utilisateurs de solutions d'enveloppes de plein air génériques des critères de conformité de performances minimum; également des solutions thermiques en fonction de l'environnement auquel l'enveloppe de plein air est soumise. Étant donné que la dissipation de chaleur par circulation d'air forcée et le bruit acoustique sont étroitement liés, les limites de bruit sont généralement définies par les limites réglementaires locales.

Généralement, il incombe au fournisseur d'enveloppes de plein air de fournir une solution liée à la gestion thermique dans le cadre des limites de bruit réglementaires locales.

STRUCTURES MÉCANIQUES POUR ÉQUIPEMENT ÉLECTRONIQUE – ENVELOPPES DE PLEIN AIR –

Partie 3: Exigences environnementales, essais et aspects de la sécurité

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61969 spécifie un ensemble d'exigences et d'essais environnementaux de base, ainsi que les aspects de la sécurité relatifs aux enveloppes de plein air dans des situations d'exposition non protégée contre les intempéries, au niveau du sol.

L'objet de la présente norme est de définir un niveau minimal de performances environnementales, afin de répondre aux exigences de stockage, de transport et d'installation finale. Il s'agit d'établir des critères de performances environnementales de base en vue de la conformité des enveloppes de plein air.

2 Références normatives

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

CEI 60068 (toutes les parties), *Essais d'environnement*

CEI 60417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*

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

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

CEI 60721-3-2, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Section 2: Transport*

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

CEI 60825-1, *Sécurité des appareils à laser – Partie 1: Classification des matériels et exigences*

CEI 60950 (toutes les parties), *Matériels de traitement de l'information – Sécurité*

CEI 61010, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesure, de régulation et de laboratoire*

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

CEI 61439-5, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 5: Ensembles pour réseaux de distribution publique*

CEI 61587-1, *Structures mécaniques pour équipement électronique – Essais pour la CEI 60917 et la CEI 60297 – Partie 1: Essais climatiques, mécaniques et aspects de la sécurité des baies, bâtis, bacs à cartes et châssis*

CEI 61587-2, *Structures mécaniques pour équipement électronique – Essais pour la CEI 60917 et la CEI 60297 – Partie 2: Essais sismiques pour baies et bâtis (disponible en anglais seulement)*

CEI 61587-3, *Structures mécaniques pour équipement électronique – Essais pour la CEI 60917 et la CEI 60297 – Partie 3: Essais de performance du blindage électromagnétique pour les baies, les bâtis et les bacs à cartes*

CEI 62194, *Méthode d'évaluation de la performance thermique des enveloppes*

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

CEI 62305-4, *Protection contre la foudre – Partie 4: Systèmes électriques et électroniques dans les structures (disponible en anglais seulement)*

ISO 2533, *Atmosphère type*

ISO 3744, *Acoustique – Détermination des niveaux de puissance acoustique et des niveaux d'énergie acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique – Méthodes d'expertise pour des conditions approchant celles du champ libre sur plan réfléchissant*

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

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

ETSI EN 300019-2-2, *Télécommunications - Ingénierie des équipements (EE) - Conditions et essais d'environnement des équipements de télécommunications – Partie 2-2: spécifications des essais d'environnement – Transport*

3 Termes et définitions

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

3.1

enveloppe de plein air

enveloppe exposée à l'environnement d'extérieur, pour une utilisation à poste fixe dans les lieux exposés aux intempéries, en vue de la protection contre les conditions d'environnement extérieur des appareils électroniques installés à l'intérieur

3.2

site non abrité des intempéries

endroit où l'enveloppe est directement soumise aux intempéries

4 Classification des conditions d'environnement

Les conditions d'environnement sont issues de la CEI 60721-3-4, pour ce qui concerne en particulier les exigences applicables aux enveloppes de plein air vides.

Classe 1: Site non abrité des intempéries Couvre toutes les régions de climat tempéré.

Classe 2: Site non abrité des intempéries, étendu: Couvre toutes les régions soumises à des climats extrêmes.

La solution de produit pour l'enveloppe de plein air individuelle soumise à l'essai selon ces exigences d'essais environnementales de base peut prétendre à la conformité à la classe 1 ou à la classe 2 ou encore une combinaison de classe 1/classe 2.

5 Conditions d'essais

5.1 Généralités

Les conditions d'essais de base indiquées dans les Tableau 1; Tableau 2; Tableau 3 et Tableau 4 reflètent les environnements typiques auxquelles sont soumises les enveloppes de plein air.

5.2 Essais climatiques

Tableau 1 – Conditions climatiques pour les classes de sévérité 1 et 2

	Paramètres d'environnement	Sévérité d'essai		Durée	Méthode CEI
		Classe 1	Classe 2		
a	Basse température de l'air	-45 °C	-65 °C	16 h	60068-2-1; A
b	Haute température de l'air	80 °C	90 °C	16 h	60068-2-2: B
c	Chaleur humide	30 °C, 93 %	30 °C, 93 %	96 h	60068-2-78: Cb
d	Variation de température	-50 °C à + 23 °C 1° C/min	-50 °C à + 23 °C 1° C/min	2 cycles	60068-2-14: Nb
e	Rayonnement solaire	1 120 W/m ²	1 120 W/m ²	72 h/ 40 °C	60068-2-5 Sa
f	Condensation	40 °C HR 90 % à 100 %	40 °C HR 90 % à 100 %	96 h	60068-2-30: Db
g	Précipitations (pluie, neige, grêle, poussière, etc.)	IP 54	IP 55	-	60529
h	Mouvement de l'air ambiant	50 m/s	60 m/s	-	-
i	Formation de glace et de givre	Oui	Oui	-	-
j	Essai de dégradation aux ultraviolets	Oui	Oui	-	ISO 4892-2
NOTE Pour des conditions comparables, l'Air Normalisé International doit être utilisé conformément à l'ISO 2533 (15 °C à 1 013, 25 hPa).					

A l'issue de l'essai, la conformité est vérifiée visuellement sur les pièces internes et externes: Aucune formation de rouille, fissure ou autres détériorations ne doivent être détectées dont l'impact se répercute sur la fonction requise, aucune pénétration d'eau. Les charnières, serrures et poignées, par exemple, doivent être en condition de fonctionnement. A l'issue de l'essai du Tableau 1, point i, on doit vérifier que l'accès à l'intérieur de l'enveloppe est possible, sans occasionner une dégradation permanente des niveaux de protection.

5.3 Essais biologiques

Tableau 2 – Essais biologiques

	Paramètres d'environnement	Sévérité d'essai		But de l'essai	Méthode CEI
		Classe 1	Classe 2		
a	Flore: Présence de moisissures de champignons, etc.	Oui	Oui	Vérifier la résistance des matériaux	60068-2-10
b	Faune: présence de rongeurs ou autres nuisibles à l'équipement	Oui, mais à l'exclusion des termites	Oui, mais avec termites		

A l'issue de l'essai, la conformité est vérifiée visuellement.

5.4 Essais de résistance aux substances actives chimiquement

Tableau 3 – Essais de résistance aux substances actives chimiquement

(Analogues à la CEI 60721-3-4, Classe 4C2)

	Paramètres d'environnement	Sévérité d'essai		Durée	Méthode CEI
		Classe 1 Concentration moyenne	Classe 2 Concentration maximale		
a	Sels: Marin et de salage routier	Oui, à 35 °C, 5 % de NaCl		4 jours	60068-2-11; Ka
b	Anhydride sulfurique ^a	0,3 mg/m ³ 0,11 cm ³ /m ³	1,0 mg/m ³ 0,37 cm ³ /m ³	10 jours	60068-2-60; Ke
c	Hydrogène sulfuré ^a	0,1 mg/m ³ 0,071 cm ³ /m ³	0,5 mg/m ³ 0,36 cm ³ /m ³		
d	Chlore ^a	0,1 mg/m ³ 0,034 cm ³ /m	0,3 mg/m ³ 0,1 cm ³ /m ³		
e	Oxydes d'azote ^a	0,5 mg/m ³ 0,26 cm ³ /m ³	1,0 mg/m ³ 0,52 cm ³ /m ³		
^a Les essais peuvent être effectués avec un mélange quaternaire de ces gaz. Les essais du Tableau 3 peuvent être combinés avec ceux du Tableau 1.					

A l'issue de l'essai, la conformité est vérifiée visuellement sur la face externe des matériaux ou des revêtements de surface utilisés. La corrosion superficielle de l'enveloppe de protection est autorisée. La conception des enveloppes doit prévoir la protection des joints électromagnétiques et des contacts de mise à la terre où aucune corrosion n'est autorisée.

5.5 Essais de résistance aux substances actives mécaniquement

Tableau 4 – Essais de résistance aux substances actives mécaniquement

	Paramètres d'environnement	Sévérité d'essai Classes 1 et 2	Méthode CEI
a	Sable	IP 50 (voir note)	60529
b	Poussière (suspension)		
c	Poussière (sédimentation)		
NOTE Aucune poussière mesurable ne doit avoir pénétré dans l'enveloppe (cette contrainte est plus sévère que celle de la CEI 60529).			

A l'issue de l'essai, la conformité est vérifiée visuellement.

6 Essais mécaniques

6.1 Généralités

L'objet de ces essais mécaniques est de s'assurer que les enveloppes de plein air supporteront les contraintes liées à leur manutention, leur stockage, leur transport et protégeront l'équipement installé face à l'exposition aux contraintes mécaniques. Pour la conformité sismique, voir l'Article 8. Les installations dans les lieux publics exigent généralement la conformité à des lois réglementaires locales plus sévères. Celles-ci ainsi toutes exigences supplémentaires spécifiques à l'application nécessitent d'être respectées. Dans le cas où l'enveloppe de plein air est installée dans un lieu public, les exigences de puissance en entrée peuvent devoir être conformes à la CEI 61439-5.

6.2 Essais dynamiques

Les essais dynamiques d'une enveloppe de plein air doivent être effectués dans les conditions prévues de transport. Sachant que la contrainte de transport dynamique de l'enveloppe de plein air est considérablement plus sévère que la contrainte typique de manutention et de stockage, il n'est exigé aucun autre essai dynamique. Pour les besoins de cet essai, aucun matériau d'emballage de transport n'est utilisé. L'enveloppe de plein air doit être montée sur la table vibrante/à chocs en utilisant les caractéristiques de montage au sol prévues. Pour les besoins de l'essai dynamique, la charge statique de l'enveloppe de plein air doit être convenue entre le vendeur et l'utilisateur.

Les classes de sévérité choisies sont similaires à celles de la CEI 60721-3-2, classe 2M1.

Tableau 5 – Essai de vibration et de choc

	Paramètres d'environnement	Sévérité d'essai		Méthode CEI/ ETSI EN
		Classe 1 (conditions de transport contrôlées)	Classe 2 (conditions de transport limitées)	
a	Vibration, sinusoïdale 3 axes, 10 cycles	Déplacement 2-9 Hz/3, 5 mm Accélération 9-200 Hz/10m/s ² Accélération 200-500 Hz/15m/s ²	Déplacement 5-9 Hz/3,5 mm Accélération 9-200 Hz/10m/s ² Accélération 200-500 Hz/15m/s ²	60068-2-6: Fc
b ¹⁾	Vibrations, aléatoires	-	5-20 Hz: 1 m ² /s ⁴ /Hz 20-200 Hz: -3 dB/oct	ETSI EN 30019-2-2 Classe 2.3
c	Chocs, sur les axes verticaux seulement, onde semi sinusoïdale Nombre de chocs: 3	accélération crête 100 m/s ² Durée: 11 ms	Accélération crête 100 m/s ² Durée: 11 ms	60068-2-27: Ea Spectre de réponse de choc de type I
d	Chute libre Masse de l'enveloppe < 20 kg 20 kg à 100 kg > 100 kg	0, 25 m 0, 25 m 0, 10 m	1, 25 m 1, 00 m 0, 25 m	60068-2-32: Ed
¹⁾ Essai alternatif.				

A l'issue de l'essai, ni déformation, ni dommage qui affecterait la forme, l'ajustement ou la fonction ne doit être accepté.

6.3 Essai de grutage et de rigidité

Si l'enveloppe est équipée d'anneaux de levage, l'essai selon la CEI 61587-1 doit être appliqué.

A l'issue de l'essai, ni déformation, ni dommage qui affecterait la forme, l'ajustement ou la fonction ne doit être accepté.

7 Aspects de sécurité

7.1 Généralités

Exigences générales de sécurité: La conception d'une enveloppe de plein air doit prendre en compte les considérations de danger et de risque aux personnes et elle doit interdire l'accès non autorisé.

Pour protéger le personnel non autorisé (assemblage, installation, essai et maintenance) l'enveloppe de plein air doit être exempte de défauts tels que des arêtes vives, des bavures, etc. La conformité à la CEI 60950 est exigée.

Exigences de sécurité réglementaires:

L'enveloppe de plein air doit être conforme aux exigences de sécurité réglementaires locales en vigueur.

Tableau 6 – Aspects liés à la sécurité

Exigences		Spécification d'essai
Mise à la terre	Il est de la responsabilité du vendeur de prévoir une conductivité suffisante entre les différentes parties de l'enveloppe et des moyens pour la mise à la terre de l'équipement CEI 61140	Utilisation de la CEI 60950 et de la CEI 61439-5 pour l'enveloppe équipée CEI 61010/60825-1
Coup de foudre	À observer dans le cadre du concept total de "Mise à la terre"	CEI 62305-4
Sécurité mécanique	Code IK selon la CEI 62262	Pour les essais de la CEI 60068-2-75
Vandalisme	Les exigences doivent faire partie intégrante des spécifications du vendeur	Les essais peuvent faire partie intégrante des spécifications du vendeur
Etiquettes d'avertissement	Avertissement général, de prudence, de risque de danger Prudence, danger de mort Prudence, danger de choc électrique Prudence, surface brûlante	ISO 3864, B.3.1 ISO 3864, B.3.2 ISO 3864, B.3.6 CEI 60417
Sécurité, protection contre le vandalisme	Exigences relatives à la résistance de l'enveloppe et des dispositifs de verrouillage empêchant un accès non autorisé	Les essais peuvent faire partie intégrante des spécifications de l'utilisateur
Inflammabilité	Les propriétés des matériaux peuvent être spécifiées par l'utilisateur	CEI 60695-11-10

7.2 Dispositifs de verrouillage

Les fonctions de verrouillage de l'accès aux enveloppes de plein air, telles qu'utilisées sur les portes, les panneaux, les toits, etc. sont spécifiques à l'application et/ou réglementaires. L'enveloppe de plein air doit permettre le verrouillage ou le déverrouillage uniquement par les personnes autorisées du métier.

7.3 Résistance au vandalisme

La résistance au vandalisme des enveloppes de plein air exigée sur toutes fonctions de verrouillage, telles qu'utilisées pour les portes, les panneaux, les toits, etc. sont spécifiques à l'application et/ou réglementaires. L'enveloppe de plein air doit permettre la mise en place de verrouillages et de charnières renforcés.

Vérification de la conformité: L'enveloppe de plein air doit résister à une tentative d'effraction avec utilisation d'outils à main typiques tels que tournevis, pinces, marteaux, etc.

7.4 Résistance aux balles (facultatif)

La résistance des enveloppes de plein air au tir de balles est spécifique à l'application et réglementaire.

L'enveloppe de plein air doit être conçue pour résister à un coup de fusil de calibre 12 avec plomb No. 7 ½ à une distance de 15 m, excluant la pénétration de plombs dans la paroi de l'enveloppe.

Procédure d'essai:

Toutes les surfaces verticales de l'enveloppe, étant en position d'installation, doivent être soumises à un coup de fusil de chasse de calibre 12 avec une munition de numéro 7 ½, à une distance de 15 m. La charge doit être constituée de grains de laiton. Le canon doit être du type choké (rétreint), semi ou full.

Constatation à l'issue des essais : Le revêtement de l'enveloppe peut être déformé tout en maintenant la protection, mais sans que ne se soit formée de saillie préjudiciable.

8 Résistance aux séismes

La mise en conformité sismique des enveloppes de plein air est spécifique à l'application et réglementaire. Si la mise en conformité sismique est réclamée, les essais doivent être effectués conformément à la CEI 61587-2.

9 Performances du blindage électromagnétique

Cette exigence est facultative, selon le site lorsque c'est nécessaire. Si la conformité du blindage électromagnétique est requise, il convient d'exécuter l'essai conformément à la CEI 61587-3, sauf spécification contraire.

10 Gestion thermique

Pour le fonctionnement de l'équipement électronique logé dans les enveloppes de plein air, on utilise des dispositifs de gestion thermique passive et/ou active. Sachant que les dispositifs de gestion active de la chaleur comprennent généralement des ventilateurs, l'émission de bruit peut devoir être conforme aux exigences réglementaires locales. De préférence, il convient que la gestion de la chaleur des enveloppes de plein air soit fondée sur le refroidissement d'air par convection (passive). Si les essais de conformité environnementale sont requis, il convient d'exécuter les essais conformément à la CEI 62194, sauf spécification contraire.

11 Émission de bruit

L'emplacement final de l'enveloppe de plein air déterminera la tolérance des limites de bruit. Généralement, les exigences réglementaires régionales et spécifiques à l'emplacement sont mises en place. Sauf spécification contraire, les essais de puissance acoustique émise par les sources de bruit doivent être exécutés conformément à l'ISO 3744. Le bruit peut être généré par l'équipement installé et/ou par les solutions de gestion thermique. Pour simplifier le processus d'agrément, il est toujours recommandé d'explorer, en premier lieu, les possibilités de refroidissement par convection passive. À cet effet on peut utiliser, en les plaçant de manière stratégique, des dissipateurs thermiques et/ou des conceptions d'enveloppe à double paroi. L'émission de puissance, la gestion thermique et les limites de bruit devront être prises en compte pour la solution de l'application finale.

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch