

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC**

TR 60721-4-0

Première édition
First edition
2002-08

Classification des conditions d'environnement –

Partie 4-0:

**Guide pour la corrélation et la transformation
des classes de conditions d'environnement
de la CEI 60721-3 en essais d'environnement de
la CEI 60068 – Introduction**

Classification of environmental conditions –

Part 4-0:

**Guidance for the correlation and transformation
of environmental condition classes of IEC 60721-3
to the environmental tests of IEC 60068 –
Introduction**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC/TR 60721-4-0:2002

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 (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.htm) 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 (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.htm) 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 (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line 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 (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.htm) 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

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC**

TR 60721-4-0

Première édition
First edition
2002-08

Classification des conditions d'environnement –

Partie 4-0:

**Guide pour la corrélation et la transformation
des classes de conditions d'environnement
de la CEI 60721-3 en essais d'environnement de
la CEI 60068 – Introduction**

Classification of environmental conditions –

Part 4-0:

**Guidance for the correlation and transformation
of environmental condition classes of IEC 60721-3
to the environmental tests of IEC 60068 –
Introduction**

© IEC 2002 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

R

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	8
1 Domaine d'application et objet.....	10
2 Documents de référence	10
3 Vue d'ensemble	14
3.1 Considérations générales relatives à la CEI 60721	14
3.2 Considérations générales relatives à la CEI 60068	14
3.3 Considérations générales relatives à la CEI 60721-4	14
3.4 Applicabilité et but des essais	20
3.5 Essais d'environnement	20
3.6 Essais recommandés	24
4 Explication des termes utilisés dans la CEI 60721-4	24
4.1 Climatogramme	24
4.2 Conditions ambiantes.....	26
4.3 Corrélation.....	26
4.4 Transformation	26
4.5 Conditions d'environnement	26
4.6 Sévérités d'essai d'environnement	26
4.7 Produit.....	26
4.8 Pente (utilisée dans les tableaux dynamiques, vibrations stationnaires: aléatoires)	26
4.9 Catégories	26
5 Essais d'environnement	28
5.1 Produits spécialisés	28
5.2 Mécanismes de défaut	28
5.3 Critère d'acceptation	28
5.4 Sévérités et méthodes d'essai.....	28
5.5 Programmes d'essai	28
5.6 Choix des essais.....	30
5.7 Essais d'environnement pour les conditions de stockage et de transport.....	30
5.8 Essais d'environnement pour les conditions 'en service'	30
5.9 Durées des essais	32
5.10 Essais combinés.....	32
5.11 Séquence d'essais et essais composites.....	32
6 Exemples de guide de transformation.....	32
6.1 Rayonnement solaire	32
6.1.1 Dégradation actinique et photodégradation	32
6.1.2 Effets thermiques	32
6.2 Rayonnement calorifique.....	34
6.3 Essais de vibrations	34
6.4 Essais de chocs.....	36
Figure 1 – Synoptique des applications d'essais d'environnement	22
Tableau 1 – Exemples des conditions de la CEI 60721-3 et des essais correspondants de la CEI 60068-2	18

CONTENTS

FOREWORD	5
INTRODUCTION	9
1 Scope and object	11
2 Reference documents	11
3 Overview.....	15
3.1 General remarks concerning IEC 60721	15
3.2 General remarks concerning IEC 60068	15
3.3 General remarks concerning IEC 60721-4	15
3.4 Applicability and purpose of the tests.....	21
3.5 Environmental testing.....	21
3.6 Recommended tests	25
4 Explanation of terms used in IEC 60721-4	25
4.1 Climatogram	25
4.2 Ambient	27
4.3 Correlation.....	27
4.4 Transformation.....	27
4.5 Environmental conditions	27
4.6 Environmental test severities.....	27
4.7 Product.....	27
4.8 Slope (used in the dynamic tables, stationary vibration: random)	27
4.9 Classes.....	27
5 Environmental tests.....	29
5.1 Specialized products	29
5.2 Failure mechanisms	29
5.3 Acceptance criteria	29
5.4 Severities and test methods	29
5.5 Test programmes.....	29
5.6 Selection of tests	31
5.7 Environmental tests for storage and transportation conditions.....	31
5.8 Environmental tests for 'in-use' condition.....	31
5.9 Test durations	33
5.10 Combined tests.....	33
5.11 Sequence of tests and composite tests.....	33
6 Examples of transformation guidance	33
6.1 Solar radiation.....	33
6.1.1 Actinic/photo-degradation	33
6.1.2 Thermal effects	33
6.2 Heat irradiation	35
6.3 Vibration testing	35
6.4 Shock testing	37
Figure 1 – Outline of environmental testing applications	23
Table 1 – Example of IEC 60721-3 conditions and corresponding IEC 60068-2 tests	19

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CLASSIFICATION DES CONDITIONS D'ENVIRONNEMENT –

Partie 4-0: Guide pour la corrélation et la transformation des classes de conditions d'environnement de la CEI 60721-3 en essais d'environnement de la CEI 60068 – Introduction

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) 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. 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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques, ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent rapport technique 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 tâche principale des comités d'études de la CEI est l'élaboration des Normes internationales. Toutefois, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique lorsqu'il a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales, cela pouvant comprendre, par exemple, des informations sur l'état de la technique.

Un rapport technique ne doit pas nécessairement être révisé avant que les données qu'il contient ne soient plus jugées valables ou utiles.

La CEI 60721-4-0, qui est un rapport technique, a été établie par le comité d'études 104 de la CEI: Conditions, classification et essais d'environnement.

Le texte de ce rapport technique est issu des documents suivants:

Projet d'enquête	Rapport de vote
104/143/CDV	104/173A/RVC

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

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

CLASSIFICATION OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS –**Part 4-0: Guidance for the correlation and transformation
of environmental condition classes of IEC 60721-3 to
the environmental tests of IEC 60068 – Introduction**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this technical report may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. However, a technical committee may propose the publication of a technical report when it has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example “state of the art”.

Technical reports do not necessarily have to be reviewed until the data they provide are considered to be no longer valid or useful by the maintenance team.

IEC 60721-4-0, which is a technical report, has been prepared by IEC technical committee 104: Environmental conditions, classification and methods of test.

The text of this technical report is based on the following documents:

Enquiry draft	Report on voting
104/143/CDV	104/173A/RVC

Full information on the voting for the approval of this technical report 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.

Ce document, purement informatif ne doit pas être considéré comme une Norme internationale.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2006. A cette date, la publication sera

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

This document which is purely informative is not to be regarded as an International Standard.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2006. At this date, the publication will be

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

INTRODUCTION

L'environnement auquel les produits sont exposés de manière typique est constitué d'un certain nombre de conditions. Celles-ci sont spécifiées dans la CEI 60721-3 telles que les effets climatiques, dynamiques, biologiques et autres effets dus aux substances chimiquement et mécaniquement actives. Dans la CEI 60721-4 seules les conditions dynamiques et climatiques ont été prises en compte.

Dans ce rapport technique, il est fait référence à

- la série CEI 60721-3 (parties 3-1 à 3-7),
- la série CEI 60721-4 (parties 4-1 à 4-7),
- la série CEI 60068-2 (différentes parties),

Ces normes seront ci-après respectivement désignées par CEI 60721-3, CEI 60721-4 et CEI 60068-2, en l'absence de référence particulière.

Il est essentiel d'insister sur l'aspect guide de la CEI 60721-4, car il est pratiquement impossible de spécifier des exigences obligatoires pour une utilisation universelle. Cependant pour les cas qui ne sont pas nécessairement couverts par la CEI 60721-4, le présent rapport technique (CEI 60721-4-0) établit en fait les principes et la méthodologie pour déterminer des essais de remplacement. Ni la CEI 60721-3 ni la CEI 60721-4 ne traitent de questions telles que les marges de sécurité, les facteurs d'accélération, etc., qui sont davantage du ressort du concepteur, du fabricant, du consultant d'essais ou de l'utilisateur final.

Les indications de transformation sont fournies quand les agents utilisés pour définir les conditions de la CEI 60721-3 sont différents de ceux utilisés pour définir les essais et/ou les sévérités de la CEI 60068-2.

Les raisons de cette corrélation sont indiquées dans la CEI 60721-4 pour permettre aux rédacteurs des spécifications de modifier un essai si son application le justifie. Si la valeur des agents est différente dans la CEI 60721-3 et la CEI 60068-2, les sévérités des procédures d'essai de la CEI 60068-2 sont utilisées. S'il est recommandé de s'écarter d'une sévérité de la CEI 60068-2, les raisons sont données dans le détail et des essais de remplacement sont recommandés.

La CEI 60721-4 traite des conditions climatiques et mécaniques (ci-après désignées par conditions dynamiques) pour les catégories les plus communément utilisées de la CEI 60721-3. Une base de données des sévérités d'environnement en vigueur est en cours d'élaboration. Les sévérités couramment indiquées dans la CEI 60721-3 seront alors régulièrement confirmées ou mises à jour, ce qui conduira à une mise à jour de la CEI 60721-4.

INTRODUCTION

The environment to which products are typically exposed consists of a number of conditions. These are specified in IEC 60721-3 as climatic, dynamic, biological and other effects due to chemically and mechanically active substances. In IEC 60721-4 only climatic and dynamic conditions have been considered.

Throughout this technical report, reference is made to

- the IEC 60721-3 series (parts 3-1 to 3-7),
- the IEC 60721-4 series (parts 4-1 to 4-7),
- the IEC 60068-2 series (various parts).

These will hereinafter be called IEC 60721-3, IEC 60721-4 and IEC 60068-2, respectively unless a specific reference is being made.

It is essential to emphasize the guidance nature of IEC 60721-4 since it is virtually impossible to specify mandatory requirements for worldwide use. However, for those cases not necessarily covered by IEC 60721-4, this technical report (IEC 60721-4-0) does establish principles and methodology to determine alternative tests. Neither IEC 60721-3 nor IEC 60721-4 address issues such as safety margins, acceleration factors, etc., which are best left to the judgement of the designer, manufacturer, test consultant or end user.

Transformation guidance is provided where the parameters used to define conditions in IEC 60721-3 differ from those used to define the tests and/or the severities in IEC 60068-2.

The reasons for correlation are given in IEC 60721-4 to enable specification writers to modify a test if their application warrants it. Where differences in values of parameters exist between IEC 60721-3 and IEC 60068-2, the severities of the IEC 60068-2 test procedures are used. If it is recommended to deviate from an IEC 60068-2 severity, the reasons are detailed and alternative tests recommended.

IEC 60721-4 deals with climatic and mechanical conditions (hereinafter known as dynamic conditions) for the most commonly used classes of IEC 60721-3. A database of validated environmental severities is being developed. The severities currently given in IEC 60721-3 will, in time, therefore, be either confirmed or updated which will result in an update to IEC 60721-4.

CLASSIFICATION DES CONDITIONS D'ENVIRONNEMENT –

Partie 4-0: Guide pour la corrélation et la transformation des classes de conditions d'environnement de la CEI 60721-3 en essais d'environnement de la CEI 60068 – Introduction

1 Domaine d'application et objet

Cette partie de la CEI 60721 est un rapport technique qui traite de la corrélation et de la transformation des conditions de la CEI 60721-3 en essais d'environnement définis dans la CEI 600682. Il constitue une introduction à la série de publications IEC 60721-4 qui vise à fournir aux rédacteurs de spécifications un guide comportant un ensemble de tableaux faciles à utiliser pour permettre la corrélation et la transformation de ces conditions.

Le présent rapport technique a pour objet de recommander les essais d'environnement qui peuvent être choisis pour démontrer l'aptitude d'un produit à fonctionner et à perdurer de manière satisfaisante, comme cela est précisé dans la spécification particulière, quand il est soumis aux conditions climatiques et dynamiques données par la CEI 60721-3. Ces sévérités d'essais, y compris leurs durées suggérées, ne sont pas destinées à démontrer la fiabilité du produit (orientations qu'il convient de rechercher dans les publications concernant le domaine de la disponibilité, de la fiabilité, de la maintenabilité et de la logistique de maintenance).

Alors qu'il n'est pas possible de recommander des sévérités pour tous les types de produits, d'emplacements et d'applications, il est possible de suggérer des essais qui se révèlent adaptés à la majorité des cas. Des conseils sont proposés avec les essais suggérés, décrivant comment les sévérités ont été choisies. La raison d'être contenue dans ce guide peut également être utilisée pour permettre la modification des sévérités d'essai quand il a été considéré que les conditions de la CEI 60721-3 ne décrivent pas correctement un environnement ou une application particulière.

2 Documents de référence

CEI 60068-1:1988, *Essais d'environnement – Première partie: Généralités et guide*

CEI 60068-2 (toutes les parties), *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais*

CEI 60068-2-5:1975, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais. Essai Sa: Rayonnement solaire artificiel au niveau du sol*

CEI 60068-2-6:1995, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

CEI 60068-2-64:1993, *Essais d'environnement – Partie 2: Méthodes d'essai – Essai Fh: Vibrations aléatoires à large bande, (asservissement numérique) et guide*

CEI 60721-2 (toutes les parties), *Classification des conditions d'environnement – Deuxième partie: Conditions d'environnement présentes dans la nature*

CEI 60721-2-1:1982, *Classification des conditions d'environnement – Deuxième partie: Conditions d'environnement présentes dans la nature. Température et humidité*

CLASSIFICATION OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS –

Part 4-0: Guidance for the correlation and transformation of environmental condition classes of IEC 60721-3 to the environmental tests of IEC 60068 – Introduction

1 Scope and object

This part of IEC 60721 is a technical report dealing with the correlation and transformation of the conditions given in IEC 60721-3 to the environmental tests defined in IEC 60068-2. It is an introduction to the series of publications IEC 60721-4 which aims at providing the specification writer with guidance together with a set of easy-to-use tables to help correlate and transform these conditions.

The purpose of this technical report is to recommend the environmental tests which may be chosen to demonstrate the capability of a product to function or survive satisfactorily as specified in the relevant specification when subjected to the climatic and dynamic conditions given by IEC 60721-3. These test severities, including their suggested duration, are not intended to demonstrate the reliability of the product, guidance for which should be sought from the publications concerning the field of availability, reliability, maintainability and maintenance support.

Whilst it may not be possible to recommend severities for all types of product, locations and applications, it is possible to suggest tests which are adequate for the majority. Guidance information has been included with the suggested tests which describes how the severities have been chosen. The rationale contained in this guidance may also be used to help modify test severities when the conditions found in IEC 60721-3 do not adequately describe a particular environment or application.

2 Reference documents

IEC 60068-1:1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2 (all parts), *Environmental testing – Part 2: Test methods*

IEC 60068-2-5:1975, *Environmental testing – Part 2: Tests. Test Sa: Simulated solar radiation at ground level*

IEC 60068-2-6:1995, *Environmental testing – Part 2: Tests. Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

IEC 60068-2-64:1993, *Environmental testing – Part 2: Test methods – Test Fh: Vibration, broadband, random (digital control) and guidance*

IEC 60721-2 (all parts), *Classification of environmental conditions – Part 2: Environmental conditions appearing in nature*

IEC 60721-2-1:1982, *Classification of environmental conditions – Part 2-1: Environmental conditions appearing in nature – Temperature and humidity*

CEI 60721-2-3:1987, *Classification des conditions d'environnement – Deuxième partie: Conditions d'environnement présentes dans la nature. Pression atmosphérique*

CEI 60721-2-4:1987, *Classification des conditions d'environnement – Deuxième partie: Conditions d'environnement présentes dans la nature. Rayonnement solaire et température*

CEI 60721-3 (toutes les parties), *Classification des conditions d'environnement – Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités*

CEI 60721-3-0:1984, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Introduction*

CEI 60721-3-1:1997, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Section 1: Stockage*

CEI 60721-3-2:1997, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Section 2: Transport*

CEI 60721-3-3:1994, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Section 3: Utilisation à poste fixe, protégé contre les intempéries*

CEI 60721-3-4:1995, *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 60721-3-5:1997, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Section 5: Installation des véhicules terrestres*

CEI 60721-3-6:1987, *Classification des conditions d'environnement – Troisième partie: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Environnement des navires*

CEI 60721-3-7:1995, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Section 7: Utilisation en déplacement*

CEI 60721-4-1:2001, *Classification des conditions d'environnement – Partie 4-1: Guide pour la corrélation et la transformation des classes de conditions d'environnement de la CEI 60721-3 en essais d'environnement de la CEI 60068 – Stockage*

CEI 60721-4-2:2001, *Classification des conditions d'environnement – Partie 4-1: Guide pour la corrélation et la transformation des classes de conditions d'environnement de la CEI 60721-3 en essais d'environnement de la CEI 60068 – Transport*

CEI 60721-4-3:2001, *Classification des conditions d'environnement – Partie 4-1: Guide pour la corrélation et la transformation des classes de conditions d'environnement de la CEI 60721-3 en essais d'environnement de la CEI 60068 – Utilisation à poste fixe, protégé contre les intempéries*

CEI 60721-4-4:2001, *Classification des conditions d'environnement – Partie 4-1: Guide pour la corrélation et la transformation des classes de conditions d'environnement de la CEI 60721-3 en essais d'environnement de la CEI 60068 – Utilisation à poste fixe, non protégé contre les intempéries*

IEC 60721-2-3:1987, *Classification of environmental conditions – Part 2-3: Environmental conditions appearing in nature – Air pressure*

IEC 60721-2-4:1987, *Classification of environmental conditions – Part 2-4: Environmental conditions appearing in nature – Solar radiation and temperature*

IEC 60721-3 (all parts), *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities*

IEC 60721-3-0:1984, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Introduction*

IEC 60721-3-1:1997, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 1: Storage*

IEC 60721-3-2:1997, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 2: Transportation*

IEC 60721-3-3:1994, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 3: Stationary use at weather-protected locations*

IEC 60721-3-4:1995, *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 60721-3-5:1997, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 5: Ground vehicle installations*

IEC 60721-3-6:1987, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Ship environment*

IEC 60721-3-7:1995, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 7: Portable and non-stationary use*

IEC 60721-4-1:2001, *Classification of environmental conditions – Part 4-1: Guidance for the correlation and transformation of environmental condition classes of IEC 60721-3 to the environmental tests of IEC 60068 – Storage*

IEC 60721-4-2:2001, *Classification of environmental conditions – Part 4-2: Guidance for the correlation and transformation of the environmental condition classes of IEC 60721-3 to the environmental tests of IEC 60068 – Transportation*

IEC 60721-4-3:2001, *Classification of environmental conditions – Part 4-3: Guidance for the correlation and transformation of the environmental condition classes of IEC 60721-3 to the environmental tests of IEC 60068 – Stationary use at weather-protected locations*

IEC 60721-4-4:2001, *Classification of environmental conditions – Part 4-4: Guidance for the correlation and transformation of the environmental condition classes of IEC 60721-3 to the environmental tests of IEC 60068 – Stationary use at non-weather-protected locations*

CEI 60721-4-5:2001, *Classification des conditions d'environnement – Partie 4-1: Guide pour la corrélation et la transformation des classes de conditions d'environnement de la CEI 60721-3 en essais d'environnement de la CEI 60068 – Installation des véhicules terrestres*

CEI 60721-4-6:2001, *Classification des conditions d'environnement – Partie 4-1: Guide pour la corrélation et la transformation des classes de conditions d'environnement de la CEI 60721-3 en essais d'environnement de la CEI 60068 – Environnement des navires*

CEI 60721-4-7:2001, *Classification des conditions d'environnement – Partie 4-1: Guide pour la corrélation et la transformation des classes de conditions d'environnement de la CEI 60721-3 en essais d'environnement de la CEI 60068 – Utilisation en déplacement*

ISO 554:1976, *Atmosphères normales de conditionnement et/ou d'essai – Spécifications*

ISO 2533:1975, *Atmosphère type*

Additif 1(1985), *Tables hypsométriques*

Additif 2 (1997), *Extension à – 5 000 m, et atmosphère type en fonction de l'altitude, en feet*

ISO 4180-2:1980, *Emballages d'expédition complets et pleins – Règles générales pour l'établissement des programmes d'essais d'aptitude à l'emploi – Partie 2: Données quantitatives*

ISO 12048:1994, *Emballages – Emballages d'expédition complets et pleins – Essais de compression et de gerbage à l'aide d'une machine d'essai de compression*

3 Vue d'ensemble

3.1 Considérations générales relatives à la CEI 60721

La CEI 60721-3 établit des catégories de conditions d'environnement pour différents emplacements auxquelles les produits peuvent être exposés pendant leur stockage, leur transport et leur utilisation. Chaque catégorie décrit les conditions spécifiques de chaque agent d'environnement comme la haute température et les chocs. Chaque agent dans ces classes est détaillé individuellement, mais les produits peuvent être exposés à plusieurs d'entre eux simultanément. Certains de ces agents sont indépendants alors que d'autres sont fortement corrélés entre eux (par exemple le rayonnement solaire et la température).

3.2 Considérations générales relatives à la CEI 60068

La CEI 60068-2 établit une série de procédures d'essai d'environnement et les sévérités d'essai correspondantes. Le choix des sévérités d'essai dépend des conséquences du défaut sur le produit. Deux types de produits peuvent être mis à des emplacements couverts par la même catégorie d'environnement. Cependant un type de produit peut être essayé avec des conditions beaucoup plus sévères que l'autre en raison des différentes conséquences du défaut. Ce rapport traite uniquement des conséquences normales des défauts. Pour des conséquences plus importantes, il peut être nécessaire d'augmenter la sévérité d'essai à partir de la connaissance du produit qu'en a un spécialiste. Pour d'autres orientations, il convient de faire référence à la CEI 60068-1.

3.3 Considérations générales relatives à la CEI 60721-4

La CEI 60721-4 fournit les méthodes de corrélation et de transformation de la CEI 60068-2 en ce qui concerne l'évaluation du produit vis à vis des conditions de la CEI 60721-3. Les sous-parties correspondent à ce qui suit:

IEC 60721-4-5:2001, *Classification of environmental conditions – Part 4-5: Guidance for the correlation and transformation of the environmental condition classes of IEC 60721-3 to the environmental tests of IEC 60068 – Ground vehicle installations*

IEC 60721-4-6:2001, *Classification of environmental conditions – Part 4-6: Guidance for the correlation and transformation of the environmental condition classes of IEC 60721-3 to the environmental tests of IEC 60068 – Ship environment*

IEC 60721-4-7:2001, *Classification of environmental conditions – Part 4-7: Guidance for the correlation and transformation of the environmental condition classes of IEC 60721-3 to the environmental tests of IEC 60068 – Portable and non-stationary use*

ISO 554:1976, *Standard atmospheres for conditioning and/or testing – Specifications*

ISO 2533:1975, *Standard atmosphere*

Addendum 1 (1985), Hypsometrical tables

Addendum 2 (1997), Extension to – 5 000 m and standard atmosphere as a function of altitude in feet

ISO 4180-2:1980, *Complete, filled transport packages – General rules for the compilation of performance test schedules – Part 2: Quantitative data*

ISO 12048:1994, *Packaging – Complete, filled transport packages – Comparison and stacking tests using a compression tester*

3 Overview

3.1 General remarks concerning IEC 60721

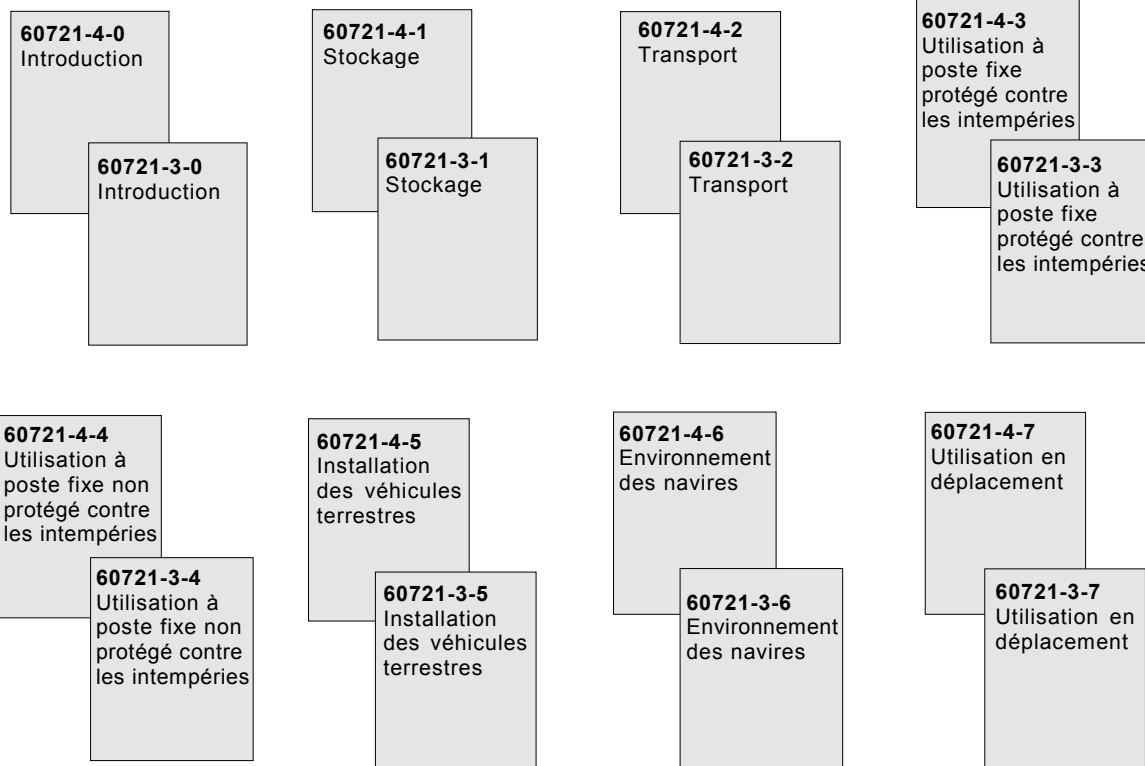
IEC 60721-3 establishes classes of environmental conditions for different locations to which products may be exposed during storage, transportation and use. Each class describes the specific conditions for each environmental parameter such as high temperature and shock. Each parameter in these classes is detailed individually, but the product may be exposed to them simultaneously. Some of the parameters are independent whilst others may be strongly correlated (for example: solar radiation and temperature).

3.2 General remarks concerning IEC 60068

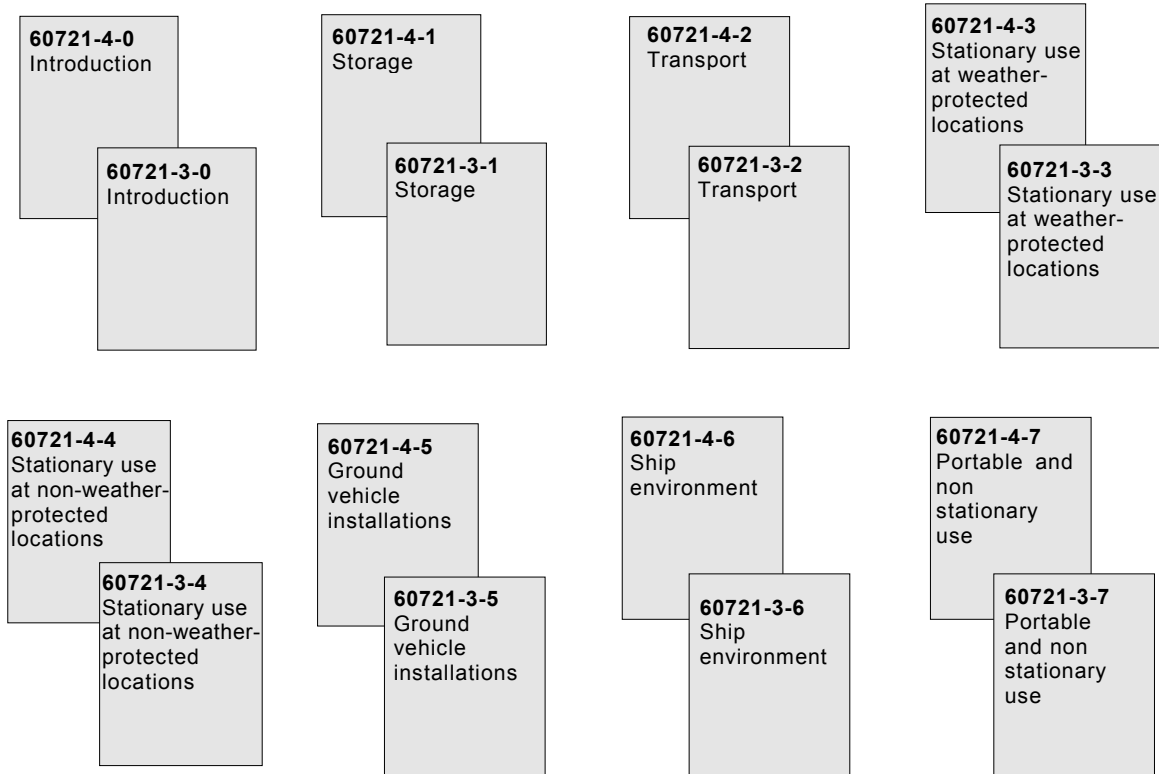
IEC 60068-2 establishes a series of environmental test procedures and appropriate test severities. Selection of test severities depends upon the consequences of product failure. Two types of product may be placed at locations covered by the same environmental class. However one type of product may be tested under significantly more severe conditions than the other because of its different failure consequences. This report only addresses normal failure consequences; for higher failure consequences the test severity may need to be increased, based upon specialist knowledge of the product. For further guidance, reference should be made to IEC 60068-1.

3.3 General remarks concerning IEC 60721-4

IEC 60721-4 provides correlation and transformation of the methods of IEC 60068-2 in the evaluation of a product against the conditions of IEC 60721-3. The sub-parts correspond as follows:



IEC 2010/02



IEC 2010/02

Les conditions de la CEI 60721-3 et les essais correspondants de la CEI 60068-2 sont donnés sous forme de tableaux. Chaque tableau est divisé en quatre sections comme cela est indiqué dans le Tableau 1. Les informations données dans les quatre sections sont expliquées dans les notes de chaque section de a) à d) dans la deuxième moitié du tableau 1.

**Tableau 1 – Exemples des conditions de la CEI 60721-3
et des essais correspondants de la CEI 60068-2**

CEI 60721-3-3 – Conditions dynamiques				CEI 60068-2 – Essais dynamiques				
Agent d'environnement	Unité	Catégorie 3M2		Essai de la CEI 60068-2 le plus approchant		Essai recommandé		Note n°
				Méthode d'essai	Sévérité	Méthode d'essai	Sévérité	
Vibrations sinusoïdales stationnaires				CEI 60068-2-6 Fc: Vibrations sinusoïdales		CEI 60068-2-6 Fc: Vibrations sinusoïdales		
Déplacement	mm	1,5			1,5		0,75	1)
Accélération	m/s ²		5,0		5,0		2,0	
Gamme de fréquences	Hz	2 à 9	9 à 200		1 à 150		1 à 150	2)
Nombre d'axes					3		3	
Cycles de balayage					5		5	
a)				b)		c)		d)
a) Conditions de la CEI 60721-3								
Décrivent les conditions de la CEI 60721-3 pour cette catégorie. Si des informations supplémentaires sont requises, il convient de faire référence à la partie appropriée de la CEI 60721-3.								
b) Méthode d'essai la plus proche de la CEI 60068-2 et sa sévérité								
Détaillent la corrélation la plus approchante qui est appropriée entre les conditions de la CEI 60721-3 et les essais de la CEI 60068-2.								
c) Méthode d'essai recommandée et sa sévérité								
Détaillent les essais recommandés qui pourraient être adaptés à la plupart des produits commerciaux pour lesquels la condition d'essai la plus approchante dans la CEI 60068-2 est considérée comme inappropriée. Quand cela se produit, les orientations de la CEI 60721-4 décriront toujours les raisons de cette décision.								
d) Numéro de la note								
Se réfère aux orientations associées qui se présentent sous forme de notes. Ces notes constituent une partie essentielle de la CEI 60721-4 et il convient par conséquent de les lire et de les comprendre avant de se décider finalement sur un essai. Ces informations détaillent:								
– la raison d'être influençant le choix des essais et des sévérités;								
– les essais de remplacement – pour certains produits et certains emplacements, un essai différent peut être plus approprié que ceux recommandés pour la majorité des produits;								
– transformation – si des conditions dans la CEI 60721-3 sont mieux évaluées par des types d'essais différents;								
– guide d'orientation – pour permettre aux utilisateurs de déterminer les essais les plus appropriés et leurs sévérités à leurs produits et à leur application;								
– si les essais et/ou les sévérités (c) recommandés sont différents de la condition et de la sévérité (b) d'essai la plus approchante de la CEI 60068-2. Cela se produit habituellement quand les conditions (a) sont considérées comme irréalistes en regard de la description de la catégorie.								

The IEC 60721-3 conditions and corresponding IEC 60068-2 tests are given in tabular form. Each table is divided into four sections as described in the example given in Table 1. The information given in the four sections is explained in the notes for each section a) to d) in the second half of Table 1.

Table 1 – Example of IEC 60721-3 conditions and corresponding IEC 60068-2 tests

IEC 60721-3-3 – Dynamic conditions				IEC 60068-2 – Dynamic tests				
Environmental parameter	Unit	Class 3M2		Nearest IEC 60068-2		Recommended test		Note no.
				Test method	Severity	Test method	Severity	
Stationary vibration: sinusoidal				60068-2-6 Fc: Vibration sinusoidal		60068-2-6 Fc: Vibration sinusoidal		
Displacement:	mm	1,5			1,5		0,75	1)
Acceleration:	m/s²		5,0		5,0		2,0	
Frequency range:	Hz	2 to 9	9 to 200		1 to 150		1 to 150	2)
Number of axes:					3		3	
Sweep cycles:					5		5	
a)				b)		c)		d)
a) IEC 60721-3 conditions Describes the IEC 60721-3 conditions for this class. If more detail is required, reference should be made to the appropriate part of IEC 60721-3.								
b) Nearest IEC 60068-2 test method and severity Details the nearest appropriate correlation between IEC 60721-3 conditions and IEC 60068-2 tests.								
c) Recommended test method and severity Details the recommended test which should be suitable for most commercial products where the nearest test condition in IEC 60068-2 is considered to be inappropriate. Where this occurs, the guidance information in IEC 60721-4 will always describe the reasons for this decision.								
d) Note number Refers to associated guidance information, which is presented in the form of a note. These notes forms an essential part of IEC 60721-4 and should therefore be read and understood before finally deciding on a test. They detail: – the rationale influencing the choice of the tests and severities; – alternative tests – for some products or locations, a different test may be more appropriate than that recommended for the majority of products; – transformation – where the condition in IEC 60721-3 is best evaluated by a different type of test(s); – guidance information – to enable users to determine the most appropriate test method and severity for their product and application; – when the recommended test/severity (c) is different from the nearest IEC 60068-2 test method and severity (b). Usually this occurs when the conditions (a) are considered to be unrealistic with regard to the description of the class.								

3.4 Applicabilité et but des essais

La CEI 60721-4 est destinée à être appliquée pour essayer les produits et non les composants individuels. Des essais complémentaires peuvent être requis concernant la corrosion, la température accélérée, la fatigue, etc., mais beaucoup d'entre eux sont plus appropriés quand il faut choisir des composants et des matériels.

Les essais recommandés ne sont pas destinés à des études de durée de vie et de fiabilité. Ils font partie du domaine de la sûreté de fonctionnement.

Il convient de faire attention quand des produits qui constituent une partie d'un ensemble plus important sont essayés. De tels produits peuvent être soumis à un environnement significativement modifié par les parties situées à proximité et il convient de tenir compte de ces conditions modifiées pendant les essais.

3.5 Essais d'environnement

Les essais d'environnement sont destinés à démontrer, avec un certain niveau de fiabilité, que les produits supporteront les conditions d'environnement spécifiées et fonctionneront dans celles-ci, soit par simulation des conditions d'environnement réelles (naturelles), soit en reproduisant leurs effets. Voir également 1.1 de la CEI 60068-1.

Les essais d'environnement peuvent être utilisés pour un certain nombre d'applications et à des étapes différentes de la conception, du développement, de la fabrication et du cycle de vie d'un produit. Un essai peut se justifier dans le cadre d'un simple essai fonctionnel ou pour une évaluation d'endurance à long terme. Il est également nécessaire d'évaluer le défaut avant d'effectuer l'essai. Il peut s'agir aussi bien d'un défaut qui survient lorsque le produit répond à des spécifications fonctionnelles que d'un défaut permanent. Il s'ensuit qu'avant de réaliser les essais, il faut rechercher les raisons qui ont conduit à l'effectuer et comprendre les résultats attendus. Les discussions sur le choix de la séquence d'essais pour une approbation de type, pour une approbation de type normalisée, et pour le développement se trouvent dans la CEI 60068-1. La Figure 1 décrit quelques-unes des applications d'un essai d'environnement. Au moins une condition est choisie dans chaque colonne, résultant d'un plan d'essai d'environnement, les zones ombrées étant celles décrites dans la CEI 60721-4.

3.4 Applicability and purpose of the tests

IEC 60721-4 is intended to be applied to the testing of products and not individual components. Additional tests may be required, such as corrosion, accelerated temperature, fatigue, etc., but many of these are more appropriate for consideration when selecting components and materials.

The recommended tests are not intended for lifetime or reliability studies. These fall under the domain of dependability.

Caution should be exercised when testing products forming part of a larger assembly. Such products may experience an environment significantly modified by the co-located parts and these modified conditions should be considered when testing.

3.5 Environmental testing

Environmental testing is intended to demonstrate, with some degree of assurance, that products will survive and perform under specified environmental conditions, either by simulating the real (natural) environmental conditions or by reproducing their effects. See also 1.1 of IEC 60068-1.

Environmental testing can be used for a number of applications and at different stages of a product's design, development, manufacture and life cycle. The reason for testing can range from a simple functional test to long-term endurance evaluation. The failure also needs to be stated prior to testing and this can range from the product meeting its functional specification through to permanent failure. It follows that before testing can proceed, the reasons for testing and expected results are understood. Discussion of the choice of a sequence of tests for type approval, standardized type approval and development is found in IEC 60068-1. Figure 1 describes some of the applications of an environmental test. At least one condition is selected from each column resulting in an environmental test plan, the shaded areas being the ones described in IEC 60721-4.

Processus des essais d'environnement						
But des essais	Etat du produit pendant le programme d'essai	Défaut avéré	CEI 60721-3 Conditions d'environnement	CEI 60068-2 Essais d'environnement (méthodes)	Déterminer le niveau de sévérité ou d'essai	Evaluation des données
Vérification fonctionnelle	Opérationnel	Permanent	K Climatiques	Essai unique	Accéléré	Données variables * analyse statistique * des tendances
Performance, stockage	Non opérationnel	Survivance	M Dynamiques	Séquence d'essais	Contrainte par paliers	Attributs (Oui-Non-Oui) données d'acceptation
Performance, transport		Réarmement, perte de données	B Biologiques	Essai composite	CEI 60068-2 Réel de laboratoire	Analyse des défauts
Performance, utilisation		Réarmement, pas de perte de données	C Substances chimiquement actives	Supplémentaire ISO 4180-2, ISO 12048	Réel en service	Prévision de fiabilité
Fiabilité à long terme		Transitoire, perte de données	S Substances mécaniquement actives	Essais combinés		
Endurance à long terme		Pas de perte de fonctions ni de données, intégrité	Z Climatiques spéciales			
		Cosmétique/visuel				
		Netteté				
		Niveau de protection continue				

IEC 2011/02

Figure 1 – Synthétique des applications d'essais d'environnement

La conception du plan d'essais d'environnement commence par la bonne compréhension du but des essais, par exemple, il convient de répondre à ce qui suit:

- les mécanismes de défaut et leurs conséquences sont-ils totalement compris?
- est-il suffisant de déterminer les fonctions aux conditions ambiantes de laboratoire?
- les fonctions à évaluer, dans les conditions spécifiées sont-elles des fonctions à long terme?
- les conditions d'environnement envisagées sont-elles correctement définies par des points tels que
 - a) historique/expérience sur des produits similaires?
 - b) données d'entrée relatives aux consommateurs?
 - c) aperçu du panel de consommateurs?
 - d) réparation en usine/en activité ou historique des garanties?
 - e) bases de données des agences gouvernementales?
 - f) expérience générale en activité et/ou données recueillies dans la documentation mais peut-être ne satisfaisant pas totalement les besoins de l'actuel utilisateur?
 - g) normes telles que les publications CEI 60721-3 qui incorporent des données non attribuées?

Environmental test process						
Intent of testing	Status of product during test programme	Define failure	IEC 60721-3 Environmental conditions	IEC 60068-2 Environmental testing (methods)	Determine severity or test level	Evaluation of the data
Functional check	Operational	Permanent	K Climatic	Single test	Accelerated	Variables data: * statistical * trend analysis
Performance, storage	Non-operational	Survival	M Dynamic	Sequence of tests	Step stress	Attributes (Go-No-Go) data acceptance
Performance, transportation		Reset, loss of data	B Biological	Composite test	IEC 60068-2 Real, laboratory	Failure analysis
Performance, use		Reset, no loss of data	C Chemically active substances	Supplemental ISO 4180-2, ISO 12048	Real, field	Reliability prediction
Long-term reliability		Transient, loss of data	S Mechanically active substances	Combined tests		
Long-term endurance		No loss of function or data integrity	Z Special climatic			
		Cosmetic/ visual				
		Legibility				
		Degree of continued protection				

IEC 2011/02

Figure 1 – Outline of environmental testing applications

The design of the environmental test plan begins with a clear understanding of the purpose for testing, for instance, there should be answers to the following:

- are the failure mechanisms and their consequences fully understood?
- is it sufficient to determine function at the laboratory's ambient conditions?
- are the long-term functions under specified conditions to be evaluated?
- are the expected environmental conditions adequately defined by sources such as
 - a) previous history/experience on similar product?
 - b) customer inputs?
 - c) customer site surveys?
 - d) factory/field repair or warranty history?
 - e) governmental agency databases?
 - f) general field experience/data reported in the literature but perhaps not fully satisfying the needs of the present user?
 - g) standards such as IEC 60721-3 publications which incorporate unattributed data?

Les environnements réels auxquels un produit est exposé ne sont généralement pas faciles à reproduire dans un laboratoire d'essai. La CEI 60721-2 décrit l'ensemble complexe des conditions indiquées dans des environnements caractéristiques en identifiant les agents particuliers tels que la température et la pluie. Conformément à cela, une approche pratique est d'examiner les effets des agents et, si possible, d'introduire des essais simples et pouvant être répétés pour chacun des effets. Dans la CEI 60721-4, des orientations sont indiquées pour permettre aux utilisateurs d'appliquer ces différentes approches.

Le critère d'échec et si cela s'applique, l'application de l'alimentation et le fonctionnement du produit, pendant le programme d'essai d'environnement sont normalement définis par la spécification particulière du produit et la norme spécifique CEI 60068-2. Voir également l'article 5 de la CEI 60721-3-0.

La CEI 60721-3 établit les catégories de conditions d'environnement ayant une faible probabilité d'être dépassées y compris les conditions extrêmes à court terme auxquelles un produit peut être exposé.

3.6 Essais recommandés

Le but des essais recommandés de la CEI 60721-4 est de démontrer qu'un produit soumis à des conditions d'environnement définies peut fonctionner conformément aux exigences de sa spécification particulière. Les essais reproduisent les effets de l'environnement sur le produit et non nécessairement les conditions réelles de la CEI 60721-3. Il convient de faire attention quand on utilise des sévérités recommandées afin qu'elles ne conduisent pas à des défauts irréalistes consécutifs à des contraintes anormales. Quand des données expérimentales sont disponibles, il convient d'utiliser les sévérités d'essai consécutives à l'analyse de ces données.

4 Explication des termes utilisés dans la CEI 60721-4

4.1 Climatogramme

Il existe des climatogrammes pour la plupart des catégories de la CEI 60721-3, et ceux-ci indiquent les conditions que l'on trouve en un endroit donné et qui ont une certaine probabilité d'être dépassée de moins de 1 % (voir également la CEI 60721-3-0). Ces conditions sont décrites comme une combinaison de la température de l'air, de l'humidité relative (HR) et de l'humidité absolue (HA), et sont souvent indiquées séparément dans les tableaux des conditions climatiques. Cependant ces mêmes tableaux ont souvent provoqué des confusions, car leur présentation tend à donner l'impression que toutes les combinaisons sont possibles. Il convient d'attirer l'attention sur le fait que la combinaison d'une forte humidité et d'une température élevée est souvent modifiée par une valeur limite de l'humidité absolue. Des informations sur la relation entre la température, l'humidité relative et l'humidité absolue sous forme de climatogrammes et de formules sont contenues dans la CEI 60721-2-1.

La nature statistique des conditions nécessite d'être comprise. La probabilité d'une valeur existante décroît plus on s'approche des conditions extrêmes du climatogramme.

EXEMPLE 1 Une catégorie peut spécifier une température atmosphérique maximale de 45 °C, une humidité relative de 95 % et une humidité absolue de 29 g/m³. La combinaison de ces trois valeurs ne peut pas exister dans la réalité. Pour une humidité absolue de 29 g/m³, la température maximale atmosphérique avec une humidité relative de 95 % est de l'ordre de 30 °C.

EXEMPLE 2 Si une catégorie a comme limites de température –5 °C et +45 °C, la probabilité d'existence d'une température de 20 °C est beaucoup plus élevée que la probabilité d'avoir une température de –3 °C ou de +40 °C.

Actual environments to which a product is exposed are generally impracticable to reproduce in a test laboratory. IEC 60721-2 describes the complex set of conditions found in typical environments by identifying the individual parameters such as temperature and rain. Accordingly, a practical approach is to examine the effects of the parameters and, if possible, to introduce simple, repeatable tests for each effect. Guidance is given in IEC 60721-4 to enable users to apply various approaches.

The failure criteria and, if applicable, the application of power to and operation of the product during the environmental test programme are normally defined by the relevant product specification and the specific IEC 60068-2 standard. See also clause 5 of IEC 60721-3-0.

IEC 60721-3 establishes classes of environmental conditions having a low probability of being exceeded including the extreme short-term conditions to which a product may be exposed.

3.6 Recommended tests

The recommended tests in IEC 60721-4 are intended to demonstrate that a product under defined environmental conditions can perform according to the requirements of its relevant specification. The tests reproduce the effects of the environment on the product and not necessarily the actual conditions contained in IEC 60721-3. Care should be exercised when using the recommended severities that they do not result in unrealistic failures resulting from over-stress. Where validated field data is available, test severities resulting from the analysis of that data should be used.

4 Explanation of terms used in IEC 60721-4

4.1 Climatogram

Climatograms appear for most classes in IEC 60721-3 and show conditions found in a location which have a probability of being exceeded by less than 1 % (see also IEC 60721-3-0). These conditions are described as a combination of air temperature, relative humidity (RH) and absolute humidity (AH), and are often given independently in tables of climatic conditions. However, tables such as these have often caused confusion since their presentation tends to give the impression that all combinations are possible. Attention should be drawn to the fact that the combination of high humidity and high air temperature is often modified by a limiting value of absolute humidity. Details of the relationship between temperature, relative humidity and absolute humidity in the form of climatograms and equations can be found in IEC 60721-2-1.

The statistical nature of conditions needs to be understood. The probability of a value occurring decreases as the extreme conditions of the climatogram are approached.

EXAMPLE 1 A class may specify a maximum air temperature of 45 °C, a relative humidity of 95 % and an absolute humidity value of 29 g/m³. The combination of the three values cannot exist in reality. For an absolute humidity of 29 g/m³, the maximum air temperature at a relative humidity of 95 % is approximately 30 °C.

EXAMPLE 2 If a class has temperature limits –5 °C and +45 °C, the probability of a temperature of 20 °C is much higher than the probability of a temperature of –3 °C or +40 °C.

4.2 Conditions ambiantes

Le terme de «conditions ambiantes» qui est utilisé dans certains essais recommandés fait référence aux conditions atmosphériques normalisées indiquées en 5.3.1 de la CEI 60068-1, c'est-à-dire des valeurs comprises entre 15 °C et 35 °C et entre 25 % et 75 % d'humidité relative, avec une humidité maximale absolue de 22 g/m³ et une pression atmosphérique comprise entre 86 kPa et 106 kPa. Des renseignements concernant les conditions atmosphériques normalisées sont indiqués dans l'ISO 2533 et dans son additif, tandis qu'un résumé est proposé dans la CEI 60721-2-3. Une «condition de référence» pour les essais est indiquée dans l'ISO 554.

4.3 Corrélation

La corrélation a été réalisée si les paramètres trouvés dans la CEI 60721-3 et les sévérités des essais de la CEI 60068-2 sont exprimés dans la même unité de mesure, par exemple en degrés Celsius.

4.4 Transformation

La transformation a été réalisée si les agents trouvés dans la CEI 60721-3 et les sévérités des essais de la CEI 60068-2 ne sont pas exprimés dans la même unité de mesure, par exemple le spectre de réponse aux chocs en fonction du temps d'accélération et de son histogramme.

4.5 Conditions d'environnement

Condition climatique ou dynamique imposée à un produit pouvant influencer son aptitude à la fonction en cours d'utilisation ou qu'il lui faut supporter pendant son stockage ou son transport, y compris la manutention. Ces catégories de groupements d'agents d'environnement et de leur sévérités indiquées dans la CEI 60721-3 sont désignées dans la CEI 60721-4 par «conditions».

4.6 Sévérités d'essai d'environnement

Ces sévérités choisies dans les procédures des essais fondamentaux d'environnement de la CEI 60068-2 sont ci-après désignées par «sévérités». La sévérité est normalement une combinaison de valeur(s) d'essai et d'une durée d'exposition.

4.7 Produit

Assemblage de parties constitutives qui, réunies, réalisent une fonction définie et qui constituent une éprouvette (produit à l'essai) et qu'il convient de ne pas confondre avec les matériels complémentaires utilisés pour appliquer les conditions d'essai (matériel complémentaire). Dans la CEI 60721-4, le produit est supposé subir les conditions d'environnements précisées dans les catégories de la CEI 60721-3, même si le produit peut lui-même être une sous-partie d'un ensemble plus large, dans lequel cas, des modifications aux conditions de la CEI 60721-3 peuvent être requises.

4.8 Pente (utilisée dans les tableaux dynamiques, vibrations stationnaires: aléatoires)

Pour la CEI 60721-4, la pente est définie comme étant l'augmentation ou la diminution de l'intensité de l'accélération, exprimée en décibels par octave, entre les deux points de rupture des fréquences, pour le spectre d'essai.

NOTE Il convient de ne pas la confondre avec les pentes initiale et finale telles qu'elles sont définies dans la CEI 60068-2-64.

4.9 Catégories

Les catégories décrites dans la CEI 60721-4 reflètent les catégories d'environnement indiquées dans la CEI 60721-3.

4.2 Ambient

The term 'ambient' which is used for some recommended tests, refers to the standard atmospheric conditions described in 5.3.1 of IEC 60068-1, i.e. between 15 °C and 35 °C and from 25 % to 75 % RH with a maximum absolute humidity of 22 g/m³ and at air pressure between 86 kPa and 106 kPa. Details of the standard atmosphere conditions are provided in ISO 2533 and its addenda, whilst a summary is provided in IEC 60721-2-3. A 'reference condition' for testing is described in ISO 554.

4.3 Correlation

Correlation has been performed when the parameters found in IEC 60721-3 and severities of IEC 60068-2 tests are expressed in the same units of measurement, for example in degrees Celsius.

4.4 Transformation

Transformation has been performed when the parameters found in IEC 60721-3 and severities of IEC 60068-2 tests are not expressed in the same units of measurement, for example shock response spectrum to acceleration time history.

4.5 Environmental conditions

A climatic or dynamic condition imposed on a product that may affect its ability to function during usage or survive during storage or transportation (including handling). Those classifications of groups of environmental parameters and their severities given in IEC 60721-3 are, throughout IEC 60721-4, called 'conditions'.

4.6 Environmental test severities

Those severities selected from the basic environmental testing procedures of IEC 60068-2, are hereinafter called 'severities'. The severity is normally a combination of test value(s) and duration of exposure.

4.7 Product

An assembly of component parts which together performs a defined function and which constitutes the test specimen (product under test) and should not be confused with the auxiliary equipment used to apply the test conditions (auxiliary equipment). In IEC 60721-4, the product is assumed to experience the environments described in the classes of IEC 60721-3, although the product may itself be a sub-part of a larger assembly, in which case, modification of the IEC 60721-3 conditions may be required.

4.8 Slope (used in the dynamic tables, stationary vibration: random)

For IEC 60721-4, slope is defined as the increase or decrease in acceleration density expressed in decibels per octave between two frequency break points within the test spectrum.

NOTE This should not be confused with the initial and final slopes as defined in IEC 60068-2-64.

4.9 Classes

The classes described in IEC 60721-4 reflect the environmental classes described in IEC 60721-3.

5 Essais d'environnement

5.1 Produits spécialisés

Il convient que les essais recommandés dans la CEI 60721-4 soient acceptables pour la plupart des produits disponibles dans le commerce. Pour des applications spécialisées, des essais supplémentaires ou de remplacement peuvent être requis.

5.2 Mécanismes de défaut

Avant d'élaborer des plans d'essais, il est important de reconnaître les mécanismes de défaut qui peuvent survenir dans un produit. Ce sujet est traité dans le tableau 1 de l'annexe B de la CEI 60068-1 à laquelle il convient de faire référence.

5.3 Critère d'acceptation

Il faut que le critère d'acceptation pour le rendement et l'intégrité structurelle d'un produit soit clairement défini dans la spécification particulière du produit, avant de réaliser les essais. Quelques exemples simples comprennent:

- une démonstration de l'aptitude à perdurer;
- le fait de satisfaire à tout ou partie des fonctions techniques spécifiées;
- les dégradations permises des performances;
- le résultat d'une vérification visuelle du produit.

5.4 Sévérités et méthodes d'essai

Les tableaux indiqués dans la CEI 60721-4 recommandent des sévérités et des méthodes d'essai. Dans certains cas, la sévérité recommandée diffère des conditions spécifiées et les informations du guide sont données pour s'adapter aux situations suivantes:

- quand les conditions de la CEI 60721-3 et les sévérités de la CEI 60068-2 sont les mêmes, les informations du guide expliqueront le choix de la durée;
- quand les conditions de la CEI 60721-3 ne sont pas les mêmes que les sévérités recommandées de la CEI 60068-2 (autres que les durées), et que les agents sont indiqués avec la même unité, les informations du guide sont limitées;
- quand les conditions de la CEI 60721-3 ne sont pas les mêmes que les sévérités recommandées de la CEI 60068-2 et que les agents ne sont pas indiqués dans les mêmes unités, les informations du guide sont précisées de manière plus compréhensive. C'est une 'transformation';
- quand il n'y a pas d'essai spécifié ou qu'un essai n'est pas considéré comme nécessaire, les informations du guide sont indiquées quand un des points suivants s'applique:
 - a) des essais avec d'autres conditions sont considérés comme plus sévères et couvrent ce paramètre,
 - b) la condition est favorable et ne requiert normalement pas d'essais,
 - c) il n'existe pas d'essai dans la CEI 60068-2 pour cette condition,
 - d) la condition nécessite d'être étudiée en choisissant les composants et les matériaux.

5.5 Programmes d'essai

Il est recommandé aux utilisateurs de la CEI 60721-4 de développer des programmes d'essais reflétant les contraintes d'environnement qu'ils envisagent de rencontrer avec leurs produits au cours de leur durée de vie.

5 Environmental tests

5.1 Specialized products

The tests recommended in IEC 60721-4 should be acceptable for most commercially available products. For specialized applications, additional or alternative tests may be required.

5.2 Failure mechanisms

Before compiling test plans, it is important to recognize the failure mechanisms which can occur in a product. This subject is discussed in table 1 of appendix B to IEC 60068-1 to which reference should be made.

5.3 Acceptance criteria

The acceptance criteria for product performance and structural integrity need to be clearly defined in the relevant specification prior to testing. Some simple examples include

- a demonstration of the capability to survive,
- the fulfilment of all or a selection of, the specified technical functions,
- the allowable degradation of performance,
- the results of a visual examination of the product.

5.4 Severities and test methods

The tables given in IEC 60721-4 recommend severities and test methods. In some cases, the recommended severity differs from the conditions specified and guidance information is given to accommodate the following situations:

- the guidance information will explain the choice of duration where the conditions of IEC 60721-3 and severities of IEC 60068-2 are the same;
- where the conditions of IEC 60721-3 are not the same as the recommended severities of IEC 60068-2 (other than duration), and the parameters are given in the same units, the guidance information is brief;
- where the conditions of IEC 60721-3 are not the same as the recommended severities of IEC 60068-2 and the parameters are not given in the same units, more comprehensive guidance, i.e. 'transformation', is given;
- where no test is specified or a test is not considered necessary, guidance information is given where one of the following applies:
 - a) tests for other conditions are considered to be more severe and cover that parameter,
 - b) the condition is benign and normally does not require testing,
 - c) no standard IEC 60068-2 test exists for the condition,
 - d) the condition needs to be considered when selecting components and materials.

5.5 Test programmes

It is recommended to users of IEC 60721-4 that they develop test programmes reflecting the environmental stresses that are anticipated to be experienced by the product during its lifetime.

5.6 Choix des essais

Il convient en général que les utilisateurs de publications issues de la CEI 60721-4 évaluent les essais recommandés contenus dans les tableaux, pour déterminer si tous sont nécessaires au produit et à son application.

Des essais peuvent être omis si l'on connaît leurs effets sur le produit ou si l'on sait que ces effets sont inclus dans un essai plus contraignant. Par exemple, si l'essai de stockage est le même ou moins contraignant que l'essai de transport, il peut être approprié d'omettre les essais de stockage.

5.7 Essais d'environnement pour les conditions de stockage et de transport

La CEI 60721-3-1 classe les groupements d'agents d'environnement auxquels les produits avec leurs emballages, s'il y en a, peuvent être soumis quand ils sont stockés. Le transfert pendant le stockage n'est pas inclus dans cette classification.

La CEI 60721-3-2 classe les groupements d'agents d'environnement auxquels les produits peuvent être soumis quand ils sont transportés d'un endroit à un autre après avoir été mis en conditions pour être expédiés depuis l'usine de fabrication. Si le produit est normalement emballé pour le transport, les conditions d'environnement s'appliquent au produit emballé. Les conditions comprennent le transport par terre, par mer et par air, y compris le chargement et le déchargement.

Il convient d'essayer, si possible, le produit dans l'état où il est normalement stocké et/ou transporté. Par exemple, si le produit est emballé, il convient alors de l'essayer dans son emballage. Si le produit est stocké et/ou transporté avec ou sans emballage, il peut être nécessaire de réaliser les essais dans les deux configurations. A titre de remplacement, si l'on connaît les caractéristiques de transmissibilité entre l'enveloppe et le produit, on peut modifier en conséquence les essais sur le produit quand il est isolé. Dans certains cas, les essais peuvent être plus contraignants pour les produits emballés que pour les produits non emballés. Par exemple, pour un produit dans une enveloppe scellée, l'essai de variation de température peut provoquer de la condensation sur le produit placé dans son enveloppe.

Pour les enveloppes 'de faible résistance' il est difficile de satisfaire aux exigences du point de fixation des essais dynamiques de la CEI 60068-2. Par exemple, pour la fixation de l'emballage d'une boîte en carton, il sera nécessaire de fixer l'article par la méthode caractéristique de la contrainte qui dans la pratique est utilisée, et de redéfinir les points de fixation.

5.8 Essais d'environnement pour les conditions 'en service'

Les catégories 'en service' de la CEI 60721 (parties 3-3 à 3-7) spécifient les conditions d'environnement auxquelles un produit est exposé quand il est utilisé, y compris en cours d'assemblage, en état non opérationnel, en cours de maintenance et de réparation. Les conditions d'environnement créées par des produits colocalisés dans une même enveloppe ne sont pas comprises dans cette catégorie.

Comme cela est demandé par les méthodes d'essai de la CEI 60068-2, il convient de détailler la spécification particulière quand, pendant le programme d'essai d'environnement, le produit est dans son état opérationnel, et quelles caractéristiques il convient de mesurer avant, pendant et après l'essai, accompagné du critère de défaut. Si cela est nécessaire, il convient que le matériel d'essai complémentaire soit disponible pour tester le produit à l'essai.

5.6 Selection of tests

In general, the user of IEC 60721-4 publications should evaluate the recommended tests contained within the tables to determine if all are necessary for the product and application.

Tests may be omitted if the effect on the product is known or is encompassed by a more severe test. For example, if the effects of the test for storage are the same or less severe than the test for transportation, it may be appropriate for the storage tests to be omitted.

5.7 Environmental tests for storage and transportation conditions

IEC 60721-3-1 classifies groups of environmental parameters to which products in combination with their packaging, if any, may be subjected to when stored. Transfer during storage is not included in this classification.

IEC 60721-3-2 classifies groups of environmental parameters to which a product may be subjected while being transported from one place to another after being made ready for dispatch from the manufacturing factory. If the product is normally packaged for transportation, the environmental conditions apply to the packaged product. The condition includes land, sea and air transportation and includes loading and unloading.

If practicable, the product should be tested in the state in which it is normally stored and/or transported. For example, if the product is in a packaged state, then it should be tested in its packaging. If the product is stored and/or transported both with and without its packaging, it may be necessary to perform tests for both configurations. As an alternative, if the transmissibility characteristics of the package to the product are known, tests on the product in isolation can be modified accordingly. In some cases, the test may be more severe for the packaged rather than the unpackaged product. For example, for a product in a sealed package, the change of temperature test may produce condensation on the product within its packaging.

For 'soft' packages, it is difficult to meet the fixing point requirements of IEC 60068-2 dynamic tests. For example, when fixing a cardboard box package, it will be necessary to fix the item by the typical method of restraint used in practice and to re-define the fixing point locations.

5.8 Environmental tests for 'in-use' condition

The 'in-use' classes of IEC 60721 (parts 3-3 to 3-7) specify environmental conditions to which a product is exposed whilst being used, including assembly, non-operational state, maintenance and repair. Environmental conditions created by co-located products within an enclosure are not included in this class.

As required by the IEC 60068-2 test methods, the relevant specification should detail when, during the environmental test programme, the product is in its operational state, and which performance requirements should be measured before, during and after the test, together with the failure criteria. If necessary, auxiliary test equipment should be available to exercise the product under test.

5.9 Durées des essais

Les durées recommandées dans les tableaux sont considérées comme suffisantes pour démontrer l'effet de la condition sur la plupart des produits. Cependant l'utilisateur peut modifier ces valeurs si l'expérience d'une application spécifique le justifie. Pour aider l'utilisateur, le guide d'information associé aux tableaux des différentes parties de la CEI 60721-4 explique pourquoi la durée recommandée a été choisie.

5.10 Essais combinés

Il convient de faire attention aux produits qui peuvent être sensibles à l'application de conditions multiples, par exemple, essais combinés de température et de vibrations.

Des combinaisons d'essai peuvent bien représenter les effets de l'environnement de manière plus réaliste qu'une série d'essais isolés. On encourage les essais d'environnement combinés si de telles conditions combinées peuvent être supposées dans les environnements opérationnels. En effectuant un essai combiné, on peut parfaitement produire des défauts qui autrement n'apparaissent pas quand on applique séparément les conditions. Il convient que les utilisateurs de la CEI 60721-4, quand cela est approprié, considèrent de tels essais combinés quand ils élaborent leurs programmes d'essai.

5.11 Séquence d'essais et essais composites

Ces types d'essai peuvent être spécifiés dans la spécification d'essai appropriée. Il existe des avantages indéniables à effectuer certains essais avant ou après d'autres. Il convient que les utilisateurs considèrent l'impact d'un essai sur un autre quand ils identifient une séquence dans un plan d'essai de produit. Il convient de faire attention car certaines séquences spécifiées peuvent augmenter le coût et peuvent également requérir l'utilisation d'éprouvettes supplémentaires afin d'éviter de nuire aux résultats d'essai.

6 Exemples de guide de transformation

6.1 Rayonnement solaire

En général, les essais de rayonnement solaire comme ceux décrits dans la CEI 60068-2-5 tentent d'appliquer la totalité du spectre solaire. Une approche consiste à reproduire le spectre en laboratoire de manière à donner des résultats réalistes mais, en pratique, cela est extrêmement difficile. Une autre approche consiste à diviser le spectre en trois régions plus facilement reproductibles: l'infrarouge, le visible et l'ultraviolet.

Il est possible d'estimer la susceptibilité d'un produit à ces conditions en réalisant une transformation de la condition spécifiée ci-après.

6.1.1 Dégradation actinique et photodégradation

Ces effets sont, pour la plupart, associés à la partie de l'ultraviolet du spectre, même si l'on sait que la partie visible y contribue. Les exemples de ces effets sont la dégradation des matériaux plastiques et l'altération de la peinture. Dans la plupart des cas, des essais pour déterminer ces effets peuvent être réalisés au niveau matériau et/ou composant. Il peut y avoir des situations dans lesquelles la totalité du produit peut être requise pour de tels essais.

6.1.2 Effets thermiques

Pour déterminer quelles méthodes parmi les suivantes sont à utiliser, il convient d'évaluer chaque produit selon sa susceptibilité aux effets thermiques. Trois conditions de principe s'appliquent:

5.9 Test durations

The durations recommended in the tables are considered to be sufficient to demonstrate the effect of the condition on most products. However, the user may change these values if the experience of a specific application warrants it. To assist the user, the guidance information associated with the tables in the various parts of IEC 60721-4 explains why the recommended duration was chosen.

5.10 Combined tests

Consideration should be given to products that may be sensitive to the application of multiple conditions, for example, the combined temperature and vibration tests.

Combinations of tests may well represent the effects of the environment more realistically than a series of single tests. Combined environmental testing is encouraged when such combined conditions may be expected in operational environments. By conducting a combined test, failures may well occur which otherwise may not be apparent when the conditions are applied individually. Users of IEC 60721-4 should, when appropriate, consider such combined tests when developing their test programmes.

5.11 Sequence of tests and composite tests

These types of test may be specified in the relevant test specification. There are definite advantages in performing some tests before or after others. Users should consider the impact of one test on another when identifying a sequence in the product test plan. Caution should be exercised, since some specified sequences may add a cost penalty and may also require the use of additional specimens in order to avoid prejudicing the test results.

6 Examples of transformation guidance

6.1 Solar radiation

In general, solar radiation tests as described in IEC 60068-2-5 attempt to apply the entire solar spectrum. One approach is to replicate the spectrum in the laboratory in a manner which gives realistic results but, in practice, this is extremely difficult. Another approach is to divide the spectrum into three more easily produced regions: infra-red, visible and ultraviolet.

It is possible to assess the susceptibility of the product to these conditions by performing a transformation of the condition as follows.

6.1.1 Actinic/photo-degradation

These effects are, for the most part, associated with the ultraviolet portion of the spectrum, although the visible portion is also known to contribute. Examples of these effects are degradation of plastic materials and fading of paint. In most cases, tests to determine these effects can be conducted at the material/component level. There may be situations in which the entire product may require such tests.

6.1.2 Thermal effects

In order to determine which of the following methods are to be used, each product should be evaluated with respect to its susceptibility to thermal effects. Three principle conditions apply:

a) Températures élevées

Le chargement au soleil produit des températures de l'air et de surface significativement plus élevées que pour l'air ambiant. La méthode recommandée pour évaluer les effets d'une température élevée est d'augmenter la température de l'air quand on effectue l'essai de chaleur sèche d'une valeur correspondant à 10 °C ou à 15 °C (valeur déterminée par expérimentation).

b) Gradients thermiques

Comme le rayonnement solaire provient d'une seule source, les effets calorifiques dans l'environnement ouvert sont plutôt directionnels que répartis. Cela provoque des échauffements différentiels sur tout le produit exposé. Cet échauffement différentiel peut provoquer des difficultés comme les tolérances mécaniques, l'allongement différentiel des matériaux, la perte d'herméticité, tout comme des variations dans les caractéristiques des composants électroniques. Quand cela est le cas, l'application de sources de rayonnements directionnels calorifiques est recommandée. L'utilisateur aura à développer une méthode unique, car il n'existe pas d'essai dans la CEI 60068-2 pour le rayonnement calorifique. Il est cependant essentiel, quand on simule cette condition, de maintenir une circulation adéquate d'air pour éviter des augmentations irréalistes de température dans le produit.

c) Cycle thermique

La température de surface des produits peut varier selon la direction et la force du rayonnement solaire. Cela peut provoquer des contraintes cycliques qui pourraient s'ajouter aux contraintes provoquées par le gradient thermique (voir point b)). Quand cela est le cas, l'application d'une source calorifique de rayonnement mobile et directionnelle est recommandée.

6.2 Rayonnement calorifique

La nuit, la surface des produits peut être plus froide que la température de l'air environnant d'une valeur pouvant atteindre 20 °C, en raison du rayonnement calorifique, (voir la CEI 60721-2-4). La méthode recommandée pour évaluer ces effets est d'abaisser la température de l'air quand on effectue l'essai de froid, d'un certain facteur déterminé par l'expérience.

6.3 Essais de vibrations

Les essais de vibrations sinusoïdales ont, dans le passé, été réalisés sur pratiquement tous les produits en raison des limitations sur les mesures et les essais. Les essais de vibrations aléatoires sont considérés comme des conditions plus réalistes pour la plupart des applications. Des vibrations réelles obtenues par expérimentations peuvent contenir des composantes sinusoïdales dans un certain nombre de cas limités, tels que les produits placés à proximité ou directement sur des machines ayant des parties en rotation.

Pour les catégories contenant uniquement des conditions sinusoïdales et contenant des conditions plus aléatoires existant dans la nature, un essai avec des vibrations aléatoires est recommandé. Dans les cas où seuls des essais sinusoïdaux ont été recommandés et où la condition réelle d'utilisation est de nature aléatoire, il peut être souhaité de réaliser à la place un essai de vibrations aléatoires. La première approche pourrait consister à mesurer les conditions réelles, si cela est possible. Après l'analyse de ces données, il est possible d'obtenir des sévérités d'essai réalistes pour un essai de vibrations aléatoires. Si cela n'est pas possible, et en dernier ressort, on suggère la formule qui suit.

On donne ci-après une formule d'équivalence entre sinusoïdal et aléatoire, même s'il convient de prendre des précautions lors de son utilisation, car un certain nombre de suppositions (certaines importantes) ont été faites concernant les agents et cela peut conduire à des sévérités d'essai irréalistes.

NOTE Il n'existe pas de méthode pour déduire à partir d'un essai de vibrations sinusoïdales qui produira les mêmes contraintes et les mêmes mauvais fonctionnements dans un article à l'essai qu'un essai de vibrations aléatoires. La méthode donnée ci-dessous est une approximation basée sur le choix arbitraire d'un facteur Q (facteur d'amplification). Les produits peuvent avoir un facteur Q situé au-dessus ou au-dessous des valeurs recommandées de façon que pour certaines fréquences ces essais soient plus contraignants que la normale. Si les valeurs du facteur d'amplification sont connues, il convient de les utiliser.

a) Elevated temperatures

Solar loading can produce air and surface temperatures significantly higher than ambient. The recommended method of evaluating the effects of elevated temperature is to increase the air temperature when performing the dry heat test by an appropriate factor such as 10 °C or 15 °C (a value determined by experimentation).

b) Thermal gradients

Because solar radiation originates from one source, heating effects in the open environment are directional rather than uniform. This causes differential heating throughout the exposed product. This differential heating can cause problems such as mechanical tolerance, differential expansion of materials, loss of seal integrity, as well as changes in electronic components performance. When this is of concern, the application of directional radiant heat sources is recommended. The user will have to develop a unique methodology since there is no IEC 60068-2 test for heat radiation. It is essential, however, that when simulating this condition, adequate air circulation be maintained in order to prevent unrealistic temperature rise in the product.

c) Thermal cycling

Surface temperature of products may vary with the angle and strength of the sun's radiation. This may cause cyclic stresses to occur which could add to the stresses caused by the thermal gradient (see item b)). When this is a concern, the application of a movable, directional, radiant heat source is recommended.

6.2 Heat irradiation

At night, a product's surfaces can be colder than the surrounding air temperature by as much as 20 °C due to heat irradiation (see IEC 60721-2-4). The recommended method of evaluating this effect is to decrease the air temperature when performing the cold test by an appropriate factor determined by experimentation.

6.3 Vibration testing

Sinusoidal vibration testing has historically been performed on virtually all products because of measurement and test limitations. Random vibration is considered to be a more realistic condition for most applications. Actual vibration experienced in practice may include sinusoidal components in limited situations, such as when mounted close to or directly on machinery with rotating parts.

For classes which contain sinusoidal conditions only, and when the real condition is more random in nature, a random test is recommended. In cases where only sinusoidal tests have been recommended and the real condition is random in nature, it may be preferable to perform a random vibration test instead. The first approach should be to measure the actual conditions, if this is possible. After analysis of this data it may be possible to obtain realistic test severities for a random vibration test. If this is not possible and as a last resort, the following formula is suggested.

A sine to random approximation formula is given below, although extreme caution should be exercised when employing it, since a number of assumptions (some gross) are made concerning some of the parameters and this can lead to unrealistic tests severities.

NOTE There is no method of deriving a random vibration test which will necessarily produce the same stress or malfunctions in a test item as a sinusoidal vibration test. The method given below is an approximation based on an arbitrary choice of the Q factor (amplification factor). Products may have Q factors above and below the values recommended so that at some frequencies over-testing may occur. Where values of Q are known, these should be used.

L'amplitude du signal sinusoïdal est basé sur la supposition que le facteur d'amplification Q en dessous de 100 Hz est de 5 et au-dessus de 100 Hz est de 10. Une distribution étroite (de Rayleigh) des valeurs crêtes est supposée et l'amplitude calculée est dans l'intervalle de 99,9 % pour toutes les valeurs crêtes.

Une méthode de conversion d'un niveau de vibrations sinusoïdales en une densité spectrale de vibrations aléatoires approximativement équivalente est donné ci-après:

$$s = \frac{2Q}{\pi f} \left(\frac{a}{m} \right)^2$$

où

s est la densité spectrale d'accélération en f (m^2/s^3);

Q est le facteur d'amplification;

a est l'accélération crête de la sinusoïde équivalente à f (m^2/s^2);

f est la fréquence f (Hz);

m est le facteur numérique égal au rapport choisi entre la valeur crête et la valeur efficace.

A titre d'exemple, pour calculer la densité spectrale de vibrations aléatoires, s , contenant au moins 99,9 % de toutes les valeurs crête, et qui a une amplitude sinusoïdale équivalente à la fréquence de 1 000 Hz, ce qui suit s'applique:

$$\begin{aligned} Q &= 10 \\ a &= 46 \text{ m/s}^2 \\ f &= 1\,000 \text{ Hz} \\ m &= 3,7 \end{aligned}$$

$$s = \frac{2 \times 10}{\pi \times 1000} \left(\frac{46}{3,7} \right)^2 = 1 \text{ m}^2/\text{s}^3 \text{ approximativement}$$

Cela donne la densité d'accélération, s , pour 1 000 Hz et il est alors nécessaire de répéter le calcul pour les autres fréquences.

6.4 Essais de chocs

Les essais d'impact offrent une gamme d'essais pour exposer les produits à des conditions de chocs rencontrées de manière caractéristique pendant le stockage, le transport, et dans les conditions d'utilisation. Les essais d'impact peuvent également être utilisés pour mesurer la fragilité d'un produit de façon que l'emballage puisse être conçu pour atténuer les dommages.

Quand la CEI 60721-3 spécifie les conditions comme un spectre de réponse aux chocs et la CEI 60068-2 spécifie les essais comme un histogramme de l'accélération, la transformation appropriée a été fournie autant que de nécessaire.

The amplitude of the sinusoid is based on the assumption that the Q factor below 100 Hz is 5 and above 100 Hz is 10. A narrow (Rayleigh) distribution of peaks is assumed and the amplitude calculated includes 99,9 % of all peaks.

A method of converting a sinusoidal vibration level to an approximately equivalent random vibration spectral density is given below:

$$s = \frac{2Q}{\pi f} \left(\frac{a}{m} \right)^2$$

where

- s is the acceleration spectral density at f (m^2/s^3);
- Q is the amplification factor;
- a is the peak acceleration of the equivalent sinusoid of f (m/s^2);
- f is the frequency f (Hz);
- m is a numerical factor equal to the peak to r.m.s. ratio chosen.

As an example, to calculate the random vibration spectral density, s , which contains at least 99,9 % of all peaks, and has an equivalent sinusoidal amplitude at a frequency of 1 000 Hz, the following applies:

$$\begin{aligned} Q &= 10 \\ a &= 46 \text{ m/s}^2 \\ f &= 1\,000 \text{ Hz} \\ m &= 3,7 \end{aligned}$$

$$s = \frac{2 \times 10}{\pi \times 1000} \left(\frac{46}{3,7} \right)^2 = 1 \text{ m}^2/\text{s}^3 \text{ approximately}$$

This provides the acceleration density, s , at 1 000 Hz and it is then necessary to repeat the calculation at other frequencies.

6.4 Shock testing

Impact tests offer a range of tests to expose products to the shock conditions typically encountered during storage, transportation and in-use environments. Impact tests can also be used to assess the fragility of a product so that packaging may be designed to mitigate damage.

Where IEC 60721-3 specifies the conditions as a shock response spectrum and IEC 60068-2 specifies the test as an acceleration time history, appropriate transformation guidance has been provided as necessary.



Standards Survey

The IEC would like to offer you the best quality standards possible. To make sure that we continue to meet your needs, your feedback is essential. Would you please take a minute to answer the questions overleaf and fax them to us at +41 22 919 03 00 or mail them to the address below. Thank you!

Customer Service Centre (CSC)

International Electrotechnical Commission

3, rue de Varembe

1211 Genève 20

Switzerland

or

Fax to: **IEC/CSC** at +41 22 919 03 00

Thank you for your contribution to the standards-making process.

A Prioritaire

Nicht frankieren
Ne pas affranchir



Non affrancare
No stamp required

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Customer Service Centre (CSC)

International Electrotechnical Commission

3, rue de Varembe

1211 GENEVA 20

Switzerland



Q1 Please report on **ONE STANDARD** and **ONE STANDARD ONLY**. Enter the exact number of the standard: (e.g. 60601-1-1)

.....

Q2 Please tell us in what capacity(ies) you bought the standard (tick all that apply). I am the/a:

- purchasing agent ☐
 librarian ☐
 researcher ☐
 design engineer ☐
 safety engineer ☐
 testing engineer ☐
 marketing specialist ☐
 other.....

Q3 I work for/in/as a:
(tick all that apply)

- manufacturing ☐
 consultant ☐
 government ☐
 test/certification facility ☐
 public utility ☐
 education ☐
 military ☐
 other.....

Q4 This standard will be used for:
(tick all that apply)

- general reference ☐
 product research ☐
 product design/development ☐
 specifications ☐
 tenders ☐
 quality assessment ☐
 certification ☐
 technical documentation ☐
 thesis ☐
 manufacturing ☐
 other.....

Q5 This standard meets my needs:
(tick one)

- not at all ☐
 nearly ☐
 fairly well ☐
 exactly ☐

Q6 If you ticked NOT AT ALL in Question 5 the reason is: (tick all that apply)

- standard is out of date ☐
 standard is incomplete ☐
 standard is too academic ☐
 standard is too superficial ☐
 title is misleading ☐
 I made the wrong choice ☐
 other

Q7 Please assess the standard in the following categories, using the numbers:

- (1) unacceptable,
 (2) below average,
 (3) average,
 (4) above average,
 (5) exceptional,
 (6) not applicable

- timeliness.....
 quality of writing.....
 technical contents.....
 logic of arrangement of contents
 tables, charts, graphs, figures.....
 other

Q8 I read/use the: (tick one)

- French text only ☐
 English text only ☐
 both English and French texts ☐

Q9 Please share any comment on any aspect of the IEC that you would like us to know:

.....





Enquête sur les normes

La CEI ambitionne de vous offrir les meilleures normes possibles. Pour nous assurer que nous continuons à répondre à votre attente, nous avons besoin de quelques renseignements de votre part. Nous vous demandons simplement de consacrer un instant pour répondre au questionnaire ci-après et de nous le retourner par fax au +41 22 919 03 00 ou par courrier à l'adresse ci-dessous. Merci !

Centre du Service Clientèle (CSC)

Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembé

1211 Genève 20

Suisse

ou

Télécopie: **CEI/CSC** +41 22 919 03 00

Nous vous remercions de la contribution que vous voudrez bien apporter ainsi à la Normalisation Internationale.

A Prioritaire

Nicht frankieren
Ne pas affranchir



Non affrancare
No stamp required

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Centre du Service Clientèle (CSC)

Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembé

1211 GENÈVE 20

Suisse



Q1 Veuillez ne mentionner qu'**UNE SEULE NORME** et indiquer son numéro exact:
(ex. 60601-1-1)
.....

Q2 En tant qu'acheteur de cette norme, quelle est votre fonction?
(cochez tout ce qui convient)
Je suis le/un:

- agent d'un service d'achat ☐
bibliothécaire ☐
chercheur ☐
ingénieur concepteur ☐
ingénieur sécurité ☐
ingénieur d'essais ☐
spécialiste en marketing ☐
autre(s).....

Q3 Je travaille:
(cochez tout ce qui convient)

- dans l'industrie ☐
comme consultant ☐
pour un gouvernement ☐
pour un organisme d'essais/
certification ☐
dans un service public ☐
dans l'enseignement ☐
comme militaire ☐
autre(s).....

Q4 Cette norme sera utilisée pour/comme
(cochez tout ce qui convient)

- ouvrage de référence ☐
une recherche de produit ☐
une étude/développement de produit ☐
des spécifications ☐
des soumissions ☐
une évaluation de la qualité ☐
une certification ☐
une documentation technique ☐
une thèse ☐
la fabrication ☐
autre(s).....

Q5 Cette norme répond-elle à vos besoins:
(une seule réponse)

- pas du tout ☐
à peu près ☐
assez bien ☐
parfaitement ☐

Q6 Si vous avez répondu PAS DU TOUT à Q5, c'est pour la/les raison(s) suivantes:
(cochez tout ce qui convient)

- la norme a besoin d'être révisée ☐
la norme est incomplète ☐
la norme est trop théorique ☐
la norme est trop superficielle ☐
le titre est équivoque ☐
je n'ai pas fait le bon choix ☐
autre(s)

Q7 Veuillez évaluer chacun des critères ci-dessous en utilisant les chiffres
(1) inacceptable,
(2) au-dessous de la moyenne,
(3) moyen,
(4) au-dessus de la moyenne,
(5) exceptionnel,
(6) sans objet

- publication en temps opportun
qualité de la rédaction.....
contenu technique
disposition logique du contenu
tableaux, diagrammes, graphiques,
figures
autre(s)

Q8 Je lis/utilise: (une seule réponse)

- uniquement le texte français ☐
uniquement le texte anglais ☐
les textes anglais et français ☐

Q9 Veuillez nous faire part de vos observations éventuelles sur la CEI:

-
.....
.....
.....
.....
.....



ISBN 2-8318-6542-5



9 782831 865423

ICS 19.040
