

RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT

CEI
IEC

TR 60721-4-5

Edition 1.1

2003-08

Edition 1:2001 consolidée par l'amendement 1:2003
Edition 1:2001 consolidated with amendment 1:2003

Classification des conditions d'environnement –

Partie 4-5:

**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 –
Installations des véhicules terrestres**

Classification of environmental conditions –

Part 4-5:

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



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC/TR 60721-4-5:2001+A1:2003

Numérotation des publications

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

Editions consolidées

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

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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

- **Site web de la CEI** (www.iec.ch)
- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- **IEC Just Published**

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- **Service clients**

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

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

Consolidated editions

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

Further information on IEC publications

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

- **IEC Web Site** (www.iec.ch)
- **Catalogue of IEC publications**

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/searchpub) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. 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 (www.iec.ch/online_news/justpub) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- **Customer Service Centre**

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT

CEI
IEC
TR 60721-4-5

Edition 1.1

2003-08

Edition 1:2001 consolidée par l'amendement 1:2003
Edition 1:2001 consolidated with amendment 1:2003

Classification des conditions d'environnement –

Partie 4-5:

**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 –
Installations des véhicules terrestres**

Classification of environmental conditions –

Part 4-5:

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

© IEC 2003 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 Varembe, 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

CJ

*For 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	12
3.1 Considérations générales sur la CEI 60721	12
3.2 Considérations générales sur la CEI 60068	12
3.3 Sévérités	14
3.4 Essais recommandés	14
3.5 Essais d'environnement pour les installations des véhicules terrestres	14
3.6 Durées des essais	14
3.7 Conditions ambiantes.....	14
4 Conditions climatiques	16
5 Conditions dynamiques	32
Annexe A Installation des véhicules terrestres – Conditions climatiques.....	38
Tableau 1 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-5 – Catégorie 5K2.....	16
Tableau 2 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-5 – Catégorie 5K3.....	24
Tableau 3 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-5 – Catégorie 5M1	32
Tableau 4 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-5 – Catégorie 5M2	34
Tableau 5 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-5 – Catégorie 5M3	36
Tableau A.1 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-5 – Catégorie 5K1	38
Tableau A.2 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-5 – Catégorie 5K4	46
Tableau A.3 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-5 – Catégorie 5K4H.....	54
Tableau A.4 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-5 – Catégorie 5K4L.....	62
Tableau A.5 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-5 – Catégorie 5K5	70
Tableau A.6 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-5 – Catégorie 5K6	78

CONTENTS

FOREWORD	5
INTRODUCTION	9
1 Scope and object	11
2 Reference documents	11
3 Overview.....	13
3.1 General remarks concerning IEC 60721	13
3.2 General remarks concerning IEC 60068	13
3.3 Severities.....	15
3.4 Recommended tests	15
3.5 Environmental tests for ground vehicle installations	15
3.6 Test durations.....	15
3.7 Ambient	15
4 Climatic conditions	20
5 Dynamic conditions	33
Annex A Ground vehicle installations – Climatic conditions	40
Table 1 – Recommended tests for IEC 60721-3-5 – Class 5K2.....	20
Table 2 – Recommended tests for IEC 60721-3-5 – Class 5K3.....	28
Table 3 – Recommended tests for IEC 60721-3-5 – Class 5M1	33
Table 4 – Recommended tests for IEC 60721-3-5 – Class 5M2	35
Table 5 – Recommended tests for IEC 60721-3-5 – Class 5M3	37
Table A.1 – Recommended tests for IEC 60721-3-5 – Class 5K1	40
Table A.2 – Recommended tests for IEC 60721-3-5 – Class 5K4	48
Table A.3 – Recommended tests for IEC 60721-3-5 – Class 5K4H	56
Table A.4 – Recommended tests for IEC 60721-3-5 – Class 5K4L	64
Table A.5 – Recommended tests for IEC 60721-3-5 – Class 5K5	72
Table A.6 – Recommended tests for IEC 60721-3-5 – Class 5K6	80

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CLASSIFICATION DES CONDITIONS D'ENVIRONNEMENT –

Partie 4-5: 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 – Installations des véhicules terrestres

AVANT-PROPOS

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

La 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.

La CEI 60721-4-5, qui est un rapport technique, a été établie par le comité d'études 104 de la CEI: Conditions, classification et essais d'environnement.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

CLASSIFICATION OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS –**Part 4-5: Guidance for the correlation and transformation
of environmental condition classes of IEC 60721-3
to the environmental tests of IEC 60068 –
Ground vehicle installations**

FOREWORD

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

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".

IEC 60721-4-5, which is a technical report, has been prepared by IEC technical committee 104: Environmental conditions, classification and methods of test.

La présente version consolidée de la CEI 60721-4-5 est issue de la première édition (2001) [documents 104/61/CDV et 104/111/RVC] et de son amendement 1 (2003) [documents 104/198/DTR et 104/259A/RVC].

Elle porte le numéro d'édition 1.1.

Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par l'amendement 1.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication de base et de son amendement 1 ne sera pas modifié avant 2006. A cette date, la publication sera

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

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

This consolidated version of IEC 60721-4-5 is based on the first edition (2001) [documents 104/61/CDV and 104/111/RVC] and its amendment 1 (2003) [documents 104/198/DTR and 104/259A/RVC].

It bears the edition number 1.1.

A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendment 1.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment 1 will remain unchanged until 2006. At this date, the publication will be

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

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

INTRODUCTION

Il est essentiel d'insister sur l'aspect guide de ce rapport car il est pratiquement impossible de spécifier des exigences obligatoires pour une utilisation universelle. Cependant, pour les cas qui nécessitent des essais différents de ceux recommandés dans ce rapport, il convient que les orientations données établissent des principes et une méthodologie visant à définir des essais de remplacement.

Les indications de transformation sont fournies quand les agents utilisés pour définir les conditions de la CEI 60721-3-5 sont différents de ceux utilisés pour définir les essais et/ou les sévérités dans la CEI 60068-2.

Les raisons de cette corrélation sont indiquées afin de permettre aux rédacteurs des spécifications de modifier un essai si son application le justifie. Si la valeur des agents est différente dans la CEI 60721-3-5 et dans la CEI 60068-2, les sévérités les plus proches des procédures d'essai de la CEI 60068-2 sont utilisées. S'il est nécessaire de s'écarter d'une sévérité de la CEI 60068-2, les raisons sont détaillées dans le présent rapport et un essai de remplacement est recommandé dans les tableaux.

INTRODUCTION

It is essential to emphasise the guidance nature of this report since it is virtually impossible to specify mandatory requirements for worldwide use. However, for those cases which require different tests from those recommended in this report, the guidance given should establish principles and methodology to determine alternative tests.

Transformation guidance is provided where the parameters used to define conditions in IEC 60721-3-5 are different from those used to define the tests and/or the severities in IEC 60068-2.

The reasons for correlation are provided to enable specification writers to modify a test if their application warrants it. Where differences in values of parameters exist between IEC 60721-3-5 and IEC 60068-2, the nearest severities of the IEC 60068-2 test procedures are used. If it is necessary to deviate from an IEC 60068-2 severity, the reasons are detailed in the report and an alternative test is recommended in the tables.

CLASSIFICATION DES CONDITIONS D'ENVIRONNEMENT –

Partie 4-5: 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 – Installations des véhicules terrestres

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 60721-3-5 en essais d'environnement définis dans la CEI 60068-2.

Un environnement peut être constitué d'un certain nombre de conditions d'environnement telles que les conditions dynamiques, climatiques et biologiques ainsi que d'autres effets dus aux substances chimiquement et mécaniquement actives. Dans ce rapport, seules les conditions dynamiques et climatiques sont prises en considération.

Le présent rapport technique a pour objet de fournir aux rédacteurs des spécifications un guide comportant un ensemble de tableaux faciles à utiliser qui permettent la corrélation et la transformation de ces conditions.

2 Documents de référence

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

CEI 60068-2-1:1990, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essais A: Froid*

CEI 60068-2-2:1974, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essais B: Chaleur sèche*

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 60068-2-13:1983, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai M: Basse pression atmosphérique*

CEI 60068-2-14:1984, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai N: Variations de température*

CEI 60068-2-18:1989, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai R et guide: Eau*

CEI 60068-2-27:1987, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Ea et guide: Chocs*

CEI 60068-2-30:1980, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Db et guide: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 + 12 heures)*

CLASSIFICATION OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS –

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

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 60721-3-5 to the environmental tests defined in IEC 60068-2.

An environment may consist of a number of environmental conditions such as dynamic, climatic and biological and other effects due to chemically and mechanically active substances. In this report, only dynamic and climatic conditions have been considered.

The purpose of this technical report is to provide the specification writer with guidance, together with a set of easy-to-use tables which correlate and transform these conditions.

2 Reference documents

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

IEC 60068-2-1:1990, *Environmental testing – Part 2: Tests – Tests A: Cold*

IEC 60068-2-2:1974, *Environmental testing – Part 2: Tests – Tests B: Dry heat*

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 60068-2-13:1983, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test M: Low air pressure*

IEC 60068-2-14:1984, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-18:1989, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test R and guidance: Water*

IEC 60068-2-27:1987, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60068-2-30:1980, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Db and guidance: Damp heat, cyclic (12 + 12 hour cycle)*

CEI 60068-2-56:1988, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Cb: Chaleur humide, essai continu, recommandé principalement pour les équipements*

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 60068-2-75:1997, *Essais d'environnement – Partie 2-75: Essais – Essai Eh: Essais aux marteaux*

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

CEI 60721-4-0, *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 – Introduction¹⁾*

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

ISO 2533:1975, *Atmosphère type – Addendum 1 (1985), Addendum 2 (1997)*

3 Vue d'ensemble

3.1 Considérations générales sur la CEI 60721

La CEI 60721-3-5 établit une classification des groupements d'agents d'environnement avec les conditions d'environnement correspondantes auxquelles le produit peut être exposé pendant le transport. Dans ces catégories les agents sont indiqués individuellement, mais le produit peut être exposé simultanément à ces agents. Certains de ces agents sont indépendants alors que d'autres peuvent être fortement corrélés, par exemple le rayonnement solaire et la température.

3.2 Considérations générales sur 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 produit 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.

¹⁾ A publier.

IEC 60068-2-56:1988, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Cb: Damp heat, steady state, primarily for equipment*

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

IEC 60068-2-75:1997, *Environmental testing – Part 2-75: Tests – Test Eh: Hammer tests*

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

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

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 60721-4-0, *Classification of environmental conditions – Part 4-0: Guidance for the correlation and transformation of the environmental condition classes of IEC 60721-3 to the environmental tests of IEC 60068 – Introduction¹⁾*

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

ISO 2533:1975, *Standard atmosphere – Addendum 1 (1985), Addendum 2 (1997)*

3 Overview

3.1 General remarks concerning IEC 60721

IEC 60721-3-5 establishes classes of groups of environmental parameters with their associated environmental conditions to which products may be exposed during transportation. Parameters in these classes are given individually, but the products 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 failure consequences of the product. 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 on the basis of specialist knowledge of the product.

¹⁾ To be published.

3.3 Sévérités

La CEI 60721-3-5 établit des catégories de conditions d'environnement qui ont une faible probabilité d'être dépassées en couvrant les conditions extrêmes de courte durée auxquelles le produit peut être exposé. Les sévérités d'essai suggérées qui sont données dans les tableaux correspondant de ce rapport en tiennent compte. Pour d'autres informations, se reporter à la CEI 60721-4-0, qui tient lieu d'introduction à la série CEI 60721-4.

3.4 Essais recommandés

Deux types d'essai sont indiqués dans les tableaux qui suivent. Le premier type précise l'essai équivalent de la CEI 60068-2 utilisant les sévérités recommandées les plus proches. Le second type est constitué par la méthode d'essai recommandée et les sévérités qui sont considérées comme les plus adaptées aux essais de la plupart des produits électrotechniques.

3.5 Essais d'environnement pour les installations des véhicules terrestres

Les catégories relatives aux véhicules terrestres spécifient les conditions d'environnement auxquelles est exposé un produit (ne faisant pas partie du véhicule) lorsqu'il est utilisé. Les conditions d'environnement créées par la proximité de produits situés les uns à côté des autres, dans une même enveloppe, ne font pas partie de ces catégories. Bien que ces catégories ne soient pas conçues pour les produits faisant partie du véhicule, les conditions d'environnement peuvent également être utilisées pour certaines parties interchangeables.

Il convient que la spécification particulière indique à quel moment, pendant le programme d'essai d'environnement, le produit est à l'état opérationnel, et quelles exigences de performance il convient de mesurer avant, pendant, et après l'essai, ainsi que les critères de défaut.

3.6 Durées des essais

Les durées recommandées dans les tableaux 1 à 5 sont choisies en fonction d'expériences qui ont prouvé qu'elles étaient suffisantes pour démontrer l'effet de la condition sur la plupart des produits. Cependant, l'utilisateur peut faire varier ces valeurs si l'expérimentation d'une application particulière le justifie. Pour aider l'utilisateur, les notes jointes aux tableaux du présent rapport expliquent le choix de la durée recommandée.

3.7 Conditions ambiantes

Le terme «conditions ambiantes» utilisé pour certains essais recommandés fait référence aux conditions atmosphériques normales décrites en 5.3.1 de la CEI 60068-1, c'est-à-dire une température comprise entre 15 °C et 35 °C, une humidité relative (HR) comprise entre 25 % et 75 % avec une humidité absolue maximale de 22 g/m³ et une pression atmosphérique comprise entre 86 kPa et 106 kPa. Des informations sur les conditions atmosphériques normales sont données dans l'ISO 2533 et ses deux addenda, alors qu'un résumé existe dans la CEI 60721-2-3. Une condition de référence pour les essais est décrite dans l'ISO 554.

3.3 Severities

IEC 60721-3-5 establishes classes of environmental conditions, having a low probability of being exceeded, which cover the extreme short-term conditions to which products may be exposed. The suggested test severities given in the tables of this report take this into account. For further information, refer to IEC 60721-4-0, which serves as an introduction to the IEC 60721-4 series.

3.4 Recommended tests

In the following tables two types of test are shown. The first details the equivalent IEC 60068-2 test using the nearest recommended severities. The second is the recommended test method and severities, which are considered to be more suitable for testing most electrotechnical products.

3.5 Environmental tests for ground vehicle installations

The ground vehicle classes specify the environmental conditions to which a product (not forming part of the vehicle) is exposed whilst being used. Environmental conditions created by co-located product within an enclosure are not included in these classes. Although these classes are not designed for products forming part of the vehicle, the environmental conditions may also be used for some exchangeable parts.

The relevant specification should specify 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.

3.6 Test durations

The durations recommended in tables 1 to 5 are selected on the basis that experience has shown them to be sufficient to demonstrate the effect of the condition on most products. However, the user may change these values if experience of specific applications warrants it. To assist the user, the notes associated with the tables in this report explain why the recommended duration was chosen.

3.7 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, that is, 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 Conditions climatiques

Tableau 1 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-5 – Catégorie 5K2
(compartiments fermés ou partiellement ouverts, chauffés ou non, et non ventilés)

CEI 60721-3-5 – Conditions climatiques		CEI 60068-2 – Essais climatiques				
Agent d'environnement ^a	Catégorie 5K2	Essai de la CEI 60068-2 le plus approchant		Essai recommandé		Notes n°
		Méthode d'essai	Sévérité	Méthode d'essai	Sévérité	
a) Basse température de l'air	-25 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-1: Ab	-25 °C, 16 h	1)
b) Haute température de l'air dans des compartiments ventilés (sauf les compartiments moteur) ou air extérieur	+40 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-2: Bb	+40 °C, 16 h	2)
c) Haute température de l'air dans des compartiments non ventilés, sauf les compartiments moteur	+70 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-2: Bb	+70 °C, 16 h	2)
d) Température élevée, air dans les compartiments moteur	+70 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-2: Bb	+70 °C, 16 h	2)
e) Variation de température: air/air	-25 °C +30 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-14: Na	-25 °C jusqu'à la température ambiante, cinq cycles $t_1 = 3 \text{ h}$ $t_2 < 3 \text{ min}$	3)
f) Variation progressive de la température, air/air, sauf dans les compartiments moteur	-25 °C +30 °C 5 °C/min	60068-2-14: Nb	-25 °C à +30 °C, deux cycles 5 °C/min $t_1 = 3 \text{ h}$	Essai normalement non requis – Voir note 4)		4)
g) Variation progressive de la température air/air, dans les compartiments moteur	-25 °C +60 °C 10 °C/min	60068-2-14: Nb	-25 °C à +60 °C, deux cycles 5 °C/min $t_1 = 3 \text{ h}$	60068-2-14: Nb	-25 °C à +60 °C, deux cycles 10 °C/min $t_1 = 3 \text{ h}$	5)
h) Variation de la température, air/eau, sauf dans les compartiments moteur	Non					
i) Variation de la température, air/eau, dans les compartiments moteur	+60 °C +5 °C	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Pas d'essai de la CEI 60068-2		6)
j) Variation de la température, air/neige, dans les compartiments moteur	+60 °C -5 °C	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Pas d'essai de la CEI 60068-2		6)
k) Humidité relative, non associée avec des variations rapides de température, sauf dans les compartiments moteur des véhicules alimentés par des moteurs à combustion interne	95 % +40 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-56: Cb	40 °C, HR 93 %, 96 h	7)
l) Humidité relative, non associée avec des variations rapides de température, dans les compartiments moteur des véhicules alimentés par des moteurs à combustion interne	Non					
m) Humidité relative, associée à des variations rapides de température, air/air, avec des taux d'humidité relative élevés. Pas à proximité des systèmes de climatisation à air réfrigéré	95 % -25 °C +30 °C	Selon l'essai recommandé		Chaleur humide, essai continu (essai Cb dans ce tableau) immédiatement suivi par l'essai de variation rapide de la température (essai Na)		8)
n) Humidité relative, associée à des variations rapides de température, air/air, avec des taux d'humidité relative élevés. A proximité des systèmes de climatisation à air réfrigéré	95 % +10 °C +70 °C	Selon l'essai recommandé		Chaleur humide, essai continu (essai Cb dans ce tableau) immédiatement suivi par l'essai de variation rapide de la température (essai Na)		8)

o)	Humidité absolue, associée avec des variations rapides de température, air/air avec une forte teneur en eau	60 g/m ³ +70 °C +15 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-30: Db Variante 2	+55 °C, HR 90 % to 100 % Deux cycles	9)
p)	Faible humidité relative	10 % +30 °C	Pas d'essai de la CEI 60068-2				10)
q)	Basse pression atmosphérique	70 kPa	60068-2-13: M	70 kPa, 30 min	Essai normalement non requis – Voir note 11)		11)
r)	Mouvement du milieu avoisinant, air	20 m/s	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis – Voir note 12)		12)
s)	Précipitations, pluie	Non					
t)	Rayonnement solaire	700 W/m ²	60068-2-5: Sa Procédure C	1 120 W/m ² , 72 h, 40 °C	Ajouter 10 °C à l'essai de chaleur sèche et évaluer les matériaux par rapport aux réactions photochimiques		13)
u)	Rayonnement, chaleur, autre que dans les compartiments moteur	600 W/m ²	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis – Voir note 14)		14)
v)	Rayonnement, chaleur, dans les compartiments moteur	600 W/m ²	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis – Voir note 14)		14)
w)	Eau provenant de sources autres que la pluie	0,3 m/s	Pas d'essai de la CEI 60068-2		60068-2-18: Ra/Rb	Voir note 15)	15)
x)	Mouillures – Conditions des surfaces humides		Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis – Voir note 16)		16)
NOTE «Non» dans la colonne catégorie signifie qu'il n'y a pas de condition spécifiée dans la CEI 60721-3-5.							
a Il n'y a pas de climatogramme proposé pour les catégories climatiques, car ils ne font pas partie de la CEI 60721-3-5.							

Notes explicatives pour le tableau 1 – Catégorie 5K2

- La température d'essai est équivalente à l'agent d'environnement de la CEI 60721-3-5 pour cette catégorie; cependant il convient de prendre également en compte les effets du rayonnement solaire (voir la note 13). Le choix de la durée de 16 h est considéré comme suffisant pour la plupart des produits dissipateurs d'énergie pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner à cette température.
- La température d'essai est équivalente à l'agent d'environnement de la CEI 60721-3-5 pour cette catégorie. Le choix de la durée de 16 h est considéré comme suffisant pour la plupart des produits dissipateurs d'énergie pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner à cette température.
- L'essai de variation de la température est normalement utilisé pour vérifier les tolérances de la conception, et que la gamme de températures n'est pas importante. Cependant, pour cette catégorie, de la condensation peut se former, c'est pourquoi une gamme de température est proposée qui englobe les températures inférieures dans le but de favoriser la condensation pour les produits à faible dissipation d'énergie. Les conditions ambiantes, telles que décrites en 3.7 sont proposées comme températures supérieures pour permettre l'utilisation de la méthode avec une seule étuve, permettant ainsi de réaliser l'essai à moindres coûts.
- L'essai de variation de la température est normalement utilisé pour vérifier les tolérances de la conception, et que la gamme de températures n'est pas importante. Cependant, pour cette catégorie, de la condensation peut se former, c'est pourquoi une gamme de température est proposée qui englobe les températures inférieures dans le but de favoriser la condensation pour les produits à faible dissipation d'énergie. Pour la plupart des produits cette condition n'est pas aussi sévère que la variation rapide de la température (voir la ligne e) du tableau), et par conséquent si l'essai de variation rapide de la température est réalisé, cet essai peut être omis.
- La valeur de la vitesse de variation de la température spécifiée dans la CEI 60721 est de 10 °C/min; cependant la valeur préférentielle la plus élevée de la CEI 60068-2-14 est de 5 °C/min. Il est recommandé d'utiliser la valeur d'essai de 10 °C/min, conformément à l'agent d'environnement.
- Il n'existe pas d'essai spécifié dans la CEI 60068-2. L'effet de la variation rapide de température qui est subi par le produit quand il pleut ou quand il neige en des lieux chauds, est partiellement couvert par l'essai de variation de température air/air (essai Na) et par conséquent il n'est pas recommandé d'essai supplémentaire.
- Ces sévérités sont les valeurs préférentielles les plus proches de la CEI 60068-2-5 et les légères différences d'humidité sont considérées comme insignifiantes et comprises dans les tolérances normales de mesure. La durée de 96 h est considérée comme suffisante pour la plupart des produits dissipateurs d'énergie afin de démontrer que la conception du produit entre correctement dans les tolérances pour fonctionner avec cette humidité.
- Cette condition ne peut pas être vérifiée dans la pratique en raison de contraintes physiques. Cependant, elle peut être approchée en effectuant un essai d'humidité composite avec l'essai d'humidité continu, immédiatement suivi de l'essai de variation rapide de température avec omission des périodes de pré et post conditionnement existant entre les deux essais. En réalisant l'essai composite de cette manière, les effets de la condition sont considérés comme correctement démontrés. Si cet essai composite est réalisé, l'utilisateur peut décider que les essais individuels (voir tableau lignes e) et k)) peuvent être omis. Ceci serait particulièrement recommandé si le produit était contrôlé tout au long de l'essai.

Notes explicatives pour le tableau 1 – Catégorie 5K2 (suite)

- 9) Ceci est la condition maximale préférentielle d'essai cyclique de chaleur humide et elle est considérée comme satisfaisante pour démontrer les effets de cette condition, (la condition d'essai d'humidité absolue étant plus importante et la température étant inférieure). La durée des deux cycles (48 h) est considérée comme satisfaisante pour la plupart des produits. La variante 2 de l'essai Db est choisie car elle vérifie correctement la condition et qu'elle est plus simple à réaliser que la variante 1.
- 10) Il n'existe pas d'essai adapté dans la série CEI 60068-2. Les effets principaux de la faible humidité relative sont la fragilité, le retrait, la diminution de la résistance mécanique, l'augmentation de l'usure des surfaces de contact et le développement de charges électrostatiques. Les défauts typiques provoqués par le séchage sont les défauts mécaniques des parties non métalliques, les craquelures et les défauts électriques. Une faible humidité relative peut attirer des particules de poussière provoquant, par exemple, l'usure des surfaces de contact. Cet effet est à considérer lors du choix des matériaux et des composants destinés aux produits de cette catégorie.
- 11) Pour les produits hermétiquement fermés ou pour les produits contenant ou traitant des liquides, l'essai M de la CEI 60068-2-13 est recommandé. Pour des applications normales dans lesquelles l'effet de la pression atmosphérique est évalué au niveau du composant, on ne recommande pas d'essai.
- 12) Il n'existe pas d'essai adapté dans la CEI 60068-2, cependant il convient de prendre des précautions particulières, notamment pour les produits de grandes dimensions, et l'utilisateur peut être amené à développer sa propre méthodologie si la condition est à évaluer.
- 13) La procédure d'essai C de la CEI 60068-2-5 destinée à simuler les effets du rayonnement solaire au niveau du sol a été choisie car elle produit un rayonnement continu permettant l'évaluation des effets de la photo-dégradation. Même si la sévérité de cette catégorie est de 700 W/m², la seule condition d'essai contenue dans la CEI 60068-2-5: Sa est pour une valeur du rayonnement solaire de 1 120 W/m².

Les essais d'exposition solaire ne sont pas considérés comme satisfaisants car il est difficile de reproduire le rayonnement réel constaté dans la pratique. Il est recommandé que cette condition soit évaluée en augmentant la température de l'essai de chaleur sèche de 10 °C, et en évaluant les matériaux et les composants par rapport aux réactions photochimiques. Pour plus d'informations, voir la CEI 60721-4-0.

Les produits peuvent être protégés contre les effets du rayonnement solaire, par exemple en adaptant des écrans thermiques efficaces, auquel cas l'essai à température élevée de chaleur sèche peut être omis ou réduit en sévérité selon l'efficacité des précautions prises. Il serait de bonne pratique de modéliser de telles précautions pour donner confiance en l'aptitude du produit à résister aux effets du rayonnement solaire.

- Avec ce niveau de rayonnement solaire, les températures de surface peuvent être supérieures de 25 °C par rapport à la température ambiante. La température de surface peut également chuter pendant la nuit en raison du rayonnement calorifique (CEI 60721-2-4). Il convient de prendre ces effets en compte quand on choisit les matériaux et il convient pour l'essai à basse température de tenir compte d'un essai réduit de température (essai Ab/Ad).
- 14) On ne recommande pas d'essai. Il n'existe pas de méthode d'essai dans la CEI 60068-2 pour cette condition. Cet effet est considéré comme inclus dans l'essai de chaleur sèche (voir tableau, lignes c) ou d)). Pour les produits installés à proximité de sources de fort rayonnement thermique, des précautions particulières peuvent être nécessaires, ou un essai supplémentaire à température élevée peut être requis.
- 15) La source d'eau n'est pas donnée dans la CEI 60721-3-5. L'utilisateur aura à choisir dans la CEI 60068-2-18 l'essai approprié ainsi que la durée et la sévérité d'essai. A titre de guide ce qui suit peut aider l'utilisateur dans le choix d'un essai adapté:
- a) Chute de gouttes d'eau: Si le produit est normalement protégé contre la pluie, mais qu'il peut être exposé aux gouttes d'eau issues de la condensation ou de fuites en provenance des surfaces supérieures, la CEI 60068-2-18: Ra 2 est la méthode préférentielle (Dispositif générateur de gouttes d'eau, avec une hauteur de chute des gouttes de 2 m, un angle d'oscillation de 0°, et une durée de 1 h).
 - b) Projections d'eau: Si le produit peut être exposé à des projections d'eau provenant des roues, les méthodes préférentielles sont les méthodes Rb 2.1 et Rb 2.2 de la CEI 60068-2-18 (Essais Rb 2.1 – Tube oscillant – ou Rb 2.2 – Appareil d'arrosage portatif – 1 min/m², 30 min maximum.)
 - c) Ruissellement: Si le produit peut être exposé à des chasses d'eau ou des évacuations d'eau la CEI 60068-2-18: Rb 3 est la méthode préférentielle (arrosage à la lance).
 - d) Jets d'eau: Si des jets d'eau peuvent se produire sur le produit, choisir la CEI 60068-2-18: Essais Ra ou Rb pour démontrer que le produit est conçu pour fonctionner dans ces conditions.
- 16) On ne recommande pas d'essai. Il n'existe pas de valeur dans la CEI 60721-3-5 pour les surfaces humides. L'effet de surfaces humides est partiellement produit par plusieurs autres essais faisant partie de cette catégorie (voir par exemple l'essai de pluie à la ligne s) du tableau), et il convient d'en tenir compte lors du choix des matériaux. Il n'est pas possible de donner une valeur pour les surfaces humides. L'effet peut être plus sévère que l'effet de pluie, car il peut être continu et la différence de concentration en oxygène augmente la corrosion à la surface en contact d'une autre surface. Ceci peut accélérer les réactions de corrosion électrochimique, en particulier si les deux surfaces sont faites de métaux différents.

– Page blanche –

– Blank page –

4 Climatic conditions

Table 1 – Recommended tests for IEC 60721-3-5 – Class 5K2
(enclosed or partly open, heated or unheated unventilated compartments)

IEC 60721-3-5 – Climatic conditions		IEC 60068-2 – Climatic tests				
Environmental parameter ^a	Class 5K2	Nearest IEC 60068-2		Recommended test		Note No.
		Test method	Severity	Test method	Severity	
a) Low air temperature	–25 °C	As recommended test		60068-2-1: Ab	–25 °C, 16 h	1)
b) High temperature, air in ventilated compartments (except engine compartments) or outdoor air	+40 °C	As recommended test		60068-2-2: Bb	+40 °C, 16 h	2)
c) High temperature, air in unventilated compartments except engine compartments	+70 °C	As recommended test		60068-2-2: Bb	+70 °C, 16h	2)
d) High temperature, air in engine compartments	+70 °C	As recommended test		60068-2-2: Bb	+70 °C, 16 h	2)
e) Change of temperature: air/air	–25 °C +30 °C	As recommended test		60068-2-14: Na	–25 °C to ambient, five cycles $t_1 = 3 \text{ h}$ $t_2 < 3 \text{ min}$	3)
f) Gradual change of temperature, air/air, except engine compartments	–25 °C +30 °C 5 °C/min	60068-2-14: Nb	–25 °C to +30 °C, two cycles 5 °C/min $t_1 = 3 \text{ h}$	Test normally not required – See note 4)		4)
g) Gradual change of temperature, air/air, in engine compartments	–25 °C +60 °C 10 °C/min	60068-2-14: Nb	–25 °C to +60 °C, two cycles 5 °C/min $t_1 = 3 \text{ h}$	60068-2-14: Nb	–25 °C to +60 °C, two cycles 10 °C/min $t_1 = 3 \text{ h}$	5)
h) Change of temperature, air/water, except in engine compartments	No					
i) Change of temperature, air/water, in engine compartments	+60 °C +5 °C	No IEC 60068-2 test		No IEC 60068-2 test		6)
j) Change of temperature, air/snow, in engine compartments	+60 °C –5 °C	No IEC 60068-2 test		No IEC 60068-2 test		6)
k) Relative humidity, not combined with rapid temperature changes, except in engine compartment of vehicles powered by internal combustion engines	95 %, +40 °C	As recommended test		60068-2-56: Cb	40 °C, 93 % RH, 96 h	7)
l) Relative humidity, not combined with rapid temperature changes, in engine compartment of vehicles powered by internal combustion engines	No					
m) Relative humidity, combined with rapid temperature changes: air/air at high relative humidities. Not in close proximity to refrigerated air conditioning systems	95 %, –25 °C +30 °C	As recommended test		Damp heat, steady-state test (test Cb in this table) followed immediately by the rapid change-of-temperature test (test Na)		8)
n) Relative humidity, combined with rapid temperature changes: air/air at high relative humidities. In close proximity to refrigerated air conditioning systems	95 %, +10 °C +70 °C	As recommended test		Damp heat, steady-state test (test Cb in this table) followed immediately by the rapid change-of-temperature test (test Na)		8)

o) Absolute humidity, combined with rapid temperature changes: air/air at high water content.	60 g/m ³ +70 °C +15 °C	As recommended test		60068-2-30: Db Variant 2	+55 °C, 90 % to 100 % RH Two cycles	9)
p) Low relative humidity	10 % +30 °C	No IEC 60068-2 test				10)
q) Low air pressure	70 kPa	60068-2-13: M	70 kPa, 30 min	Test normally not required – See note 11)		11)
r) Movement of surrounding medium, air	20 m/s	No IEC 60068-2 test		Test normally not required – See note 12)		12)
s) Precipitation, rain	No					
t) Solar radiation	700 W/m ²	60068-2-5: Sa Procedure C	1 120 W/m ² , 72 h, 40 °C	Add 10 °C to the dry heat test and evaluate materials for photochemical reactions		13)
u) Radiation: heat, not in engine compartments	600 W/m ²	No IEC 60068-2 test		Test normally not required – See note 14)		14)
v) Radiation: heat, in engine compartments	600 W/m ²	No IEC 60068-2 test		Test normally not required – See note 14)		14)
w) Water from sources other than rain	0,3 m/s	No IEC 60068-2 test		60068-2-18: Ra/Rb	See note 15)	15)
x) Wetness – Conditions of wet surfaces		No IEC 60068-2 test		Test normally not required – See note 16)		16)
NOTE "No" in the class column means that no IEC 60721-3-5 condition is specified.						
a No climatograms are shown for the climatic classes since they are not included in IEC 60721-3-5.						

Explanatory notes for table 1 – Class 5K2

- The test temperature is equivalent to the environmental parameter of IEC 60721-3-5 for this class; however, the effects of solar irradiation should also be taken into account (see note 13). The choice of the duration of 16 h is considered to be sufficient for most heat-dissipating products to demonstrate that their design is adequately tolerated to function at this temperature.
- The test temperature is equivalent to the environmental parameter of IEC 60721-3-5 for this class. The choice of the duration of 16 h is considered to be sufficient for most heat-dissipating products to demonstrate that their design is adequately tolerated to function at this temperature.
- The change of temperature test is normally used to check design tolerancing and the range is not important. However, in this class, condensation may occur, so a range is proposed which encompasses the lower temperatures in order to promote condensation for low heat-dissipating products. Ambient conditions as described in 3.7 are proposed as the upper temperature to allow the single-chamber method to be used, thus making the test economical to perform.
- The change-of-temperature test is normally used to check design tolerancing and the range is not important. However, in this class, condensation may occur, so a range is proposed which encompasses the lower temperatures in order to promote condensation for low heat-dissipating products. For most products, this condition is not as severe as the rapid temperature change (see table line e)) and so, if the rapid change of temperature test is performed, this test can be omitted.
- The specified IEC 60721 value of rate of change is 10 °C/min; however, the highest preferred value in IEC 60068-2-14 is 5 °C/min; it is recommended that the test value of 10 °C/min be used, according to the environmental parameter.
- No specified IEC 60068-2 test exists. The effect of rapid temperature change which is experienced by products when it either rains or snows in a warm location is partially covered by the change of temperature air/air (test Na), and therefore no additional testing is recommended.
- These severities are the nearest preferred values in IEC 60068-2-5 and the minor change in humidity is considered to be insignificant and within normal measurement tolerances. The duration of 96 h is considered to be sufficient for most heat-dissipating products to demonstrate that their design is adequately tolerated to function at this humidity.
- This condition cannot be practically tested due to constraints of physics. However, it may be approximated by conducting a composite test with the steady-state humidity test followed immediately by the rapid change-in-temperature test, with the pre- and post-conditioning periods omitted between the two tests. By conducting a composite test in this way, the effects of the condition are considered to be adequately demonstrated. If this composite test is performed, the user may decide that the individual tests (see table line e) and k)) may be omitted. This would be particularly recommended if the product is monitored throughout the test.

Explanatory notes for table 1 – Class 5K2 (continued)

- 9) This is the maximum preferred damp heat cyclic test condition and it is considered to be adequate to demonstrate the effects of this condition (the test condition absolute humidity being higher and the temperature lower). The duration of two cycles (48 h) is considered adequate for most products. Variant 2 of test Db is chosen since it adequately tests the condition and is simpler to perform than variant 1.
- 10) No suitable IEC test available in IEC 60068-2 series. The main effects of low relative humidity are embrittlement, shrinking, impairment of mechanical strength, increase in wearing of contact surfaces and development of electrostatic charge. Typical faults caused by drying are mechanical faults of non-metallic parts, cracking and electrical faults. Low relative humidity may attract dust particles, which cause, for example, wearing of contact surfaces. This effect has to be considered when selecting materials and components for products for this class.
- 11) For sealed products or for products containing or processing liquids, test M of IEC 60068-2-13 is recommended. For normal applications where the effect of air pressure is evaluated at the component level, no test is recommended.
- 12) No suitable test exists in IEC 60068-2; however, special precautions should be taken, especially for large products, and the user may have to develop his own methodology if the condition is to be evaluated.
- 13) The IEC 60068-2-5 procedure C test for simulating the effects of solar radiation at ground level is chosen since it produces continuous irradiation, thus allowing assessment of photo-degradation effects. Although the severity of this class is 700 W/m², the only test condition contained in IEC 60068-2-5: Sa is for a solar radiation value of 1 120 W/m².

Solar tests are not considered satisfactory, since it is difficult to replicate the actual radiation experienced in practice. It is recommended that this condition should be evaluated by increasing the temperature of the dry heat test by 10 °C and evaluating materials and components for photochemical reactions. For more information, see IEC 60721-4-0.

Products may be protected against the effect of solar radiation, for example, by the fitting of efficient heat shields, in which case the elevated temperature for the dry heat test can be omitted or reduced in severity depending on the effectiveness of the precautions. It should be normal practice to model such precautions in order to give confidence in the ability of the product to resist the effect of solar radiation.

- With this level of solar radiation, surface temperatures may be as high as 25 °C above ambient. Surface temperature can also fall at night due to heat irradiation (see IEC 60721-2-4). These effects should be taken into account when selecting materials and a reduced temperature test should be considered for the low temperature test (test Ab/Ad).
- 14) No test is recommended. There is no IEC 60068-2 test method for this condition. This effect is considered to be included in the dry heat test (see table line c) or d)). For products mounted near sources of high heat radiation, special precautions may be necessary or an additional elevated temperature test may be required.
- 15) The source of water is not given in IEC 60721-3-5. The user will have to select the appropriate test together with the duration and test severity from IEC 60068-2-18. As a guide, the following may assist the user in the selection of a suitable test:
- a) Dripping water: If the product is normally protected from rain, but likely to be exposed to falling drops from condensation or leakage from upper surfaces, IEC 60068-2-18: Ra 2 – drip box – with a 2 m drop height, a tilt angle of 0°, and a 1 h duration is the preferred method.
 - b) Spraying water: If the product is likely to be exposed to water spray from wheels, IEC 60068-2-18 tests Rb 2.1 – oscillating tube – or Rb 2.2 – hand-held shower – 1 min/m², 30 min maximum, are the preferred methods.
 - c) Splashing water: If the product is likely to be exposed to flushing or sluicing water, IEC 60068-2-18: Rb 3 – hosing – is the preferred method.
 - d) Water jets: If jets of water are likely to strike the product, choose from either IEC 60068-2-18: Ra or Rb test to demonstrate that the product is designed to function under these conditions.
- 16) No test is recommended, no value is available in IEC 60721-3-5 for wet surfaces. The effect of wet surfaces is partially produced by several other tests in this class (see, for example, table line s) rain test) and should be taken into account when selecting materials. It is not possible to give any values to wet surfaces. The effect can be more severe than the effect of rain because it may be continuous, and the oxygen concentration difference increases the corrosion in a surface which is in contact with another surface. This can accelerate electrochemical corrosion reactions, especially if the two surfaces are of different metals.

– Page blanche –

– Blank page –

Tableau 2 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-5 – Catégorie 5K3

(climat froid tempéré à l'air libre. Il couvre les véhicules utilisés dans des compartiments non ventilés)

CEI 60721-3-5 – Conditions climatiques		CEI 60068-2 – Essais climatiques				
Agent d'environnement ^a	Catégorie 5K3	Essai de la CEI 60068-2 le plus approchant		Essai recommandé		Notes n°
		Méthode d'essai	Sévérité	Méthode d'essai	Sévérité	
a) Basse température de l'air	-40 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-1: Ab	-45 °C, 16 h	1)
b) Haute température de l'air dans les compartiments ventilés (sauf les compartiments moteur) ou air extérieur	+40 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-2: Bb	+40 °C, 16 h	2)
c) Haute température de l'air dans les compartiments non ventilés, sauf les compartiments moteur	+70 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-2: Bb	+70 °C, 16 h	2)
d) Température élevée, air dans les compartiments moteur	+70 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-2: Bb	+70 °C, 16 h	2)
e) Variation de température: air/air	-40 °C +30 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-14: Na	-40 °C jusqu'à la température ambiante, cinq cycles $t_1 = 3 \text{ h}$ $t_2 < 3 \text{ min}$	3)
f) Variation progressive de la température, air/air, sauf dans les compartiments moteur	-40 °C +30 °C 5 °C/min	60068-2-14: Nb	-40 °C à + 30 °C, deux cycles 5 °C/min $t_1 = 3 \text{ h}$	Essai normalement non requis – Voir note 4)		4)
g) Variation progressive de la température air/air, dans les compartiments moteur	-40 °C +70 °C 10 °C/min	60068-2-14: Nb	-40 °C à + 70 °C, deux cycles 5 °C/min $t_1 = 3 \text{ h}$	60068-2-14: Nb	-40 °C à + 70 °C, deux cycles 10 °C/min $t_1 = 3 \text{ h}$	5)
h) Variation de la température, air/eau, sauf dans les compartiments moteur	+40 °C +5 °C	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis – Voir note 6)		6)
i) Variation de la température, air/eau, dans les compartiments moteur	+70 °C +5 °C	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis – Voir note 6)		6)
j) Variation de la température, air/neige, dans les compartiments moteur	+70 °C -5 °C	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis – Voir note 6)		6)
k) Humidité relative, non associée avec des variations rapides de température, sauf dans les compartiments moteur des véhicules alimentés par des moteurs à combustion interne	95 % +45 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-56: Cb	+40 °C, HR 93 %, 96 h	7)
l) Humidité relative, non associée avec des variations rapides de température, dans les compartiments moteur des véhicules alimentés par des moteurs à combustion interne	95 % +70 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-56: Cb	+55 °C, HR 93 %, 96 h	8)
m) Humidité relative, associée à des variations rapides de température, air/air, avec des taux d'humidité relative élevés. Pas à proximité des systèmes de climatisation à air réfrigéré	95 % -40 °C +30 °C	Selon l'essai recommandé		Chaleur humide, essai continu (essai Cb dans ce tableau) immédiatement suivi par l'essai de variation rapide de la température (essai Na)		9)
n) Humidité relative, associée à des variations rapides de température, air/air, avec des taux d'humidité relative élevés. A proximité des systèmes de climatisation à air réfrigéré	95 % +10 °C +70 °C	Selon l'essai recommandé		Chaleur humide, essai continu (essai Cb dans ce tableau) immédiatement suivi par l'essai de variation rapide de la température (essai Na)		9)

o)	Humidité absolue, associée avec des variations rapides de température, air/air avec une forte teneur en eau	60 g/m ³ +70 °C +15 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-30: Db Variante 2	+55 °C, HR 90 % à 100 % Deux cycles	10)
p)	Faible humidité relative	10 % +30 °C	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis – Voir note 11)		11)
q)	Basse pression atmosphérique	70 kPa	60068-2-13: M	70 kPa, 30 min	Essai normalement non requis – Voir note 12)		12)
r)	Mouvement milieu avoisinant, air	20 m/s	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis – Voir note 13)		13)
s)	Précipitations, pluie	6 mm/min	60068-2-18: Ra Méthode 1	Intensité: 400 mm/h Durée: 10 min minimum	60068-2-18: Rb Méthode 2.2	Exposition: 1 min/mm ² Durée: 5 min minimum	14)
t)	Rayonnement solaire	1 120 W/m ²	60068-2-5: Sa Procédure C	1 120 W/m ² , 72 h, 40 °C	Ajouter 15 °C à l'essai de chaleur sèche et évaluer les matériaux par rapport aux réactions photochimiques		15)
u)	Rayonnement, chaleur, autre que dans les compartiments moteur	600 W/m ²	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis – Voir note 16)		16)
v)	Rayonnement, chaleur, dans les compartiments moteur	1 200 W/m ²	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis – Voir note 16)		16)
w)	Eau provenant de sources autres que la pluie	1,0 m/s	Pas d'essai de la CEI 60068-2		60068-2-18: Ra/Rb	Voir note 17)	17)
x)	Aspect humide – Conditions des surfaces humides		Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis – Voir note 18)		18)
a	Il n'y a pas de climatogramme proposé pour les catégories climatiques, car ils ne font pas partie de la CEI 60721-3-5.						

Notes explicatives pour le tableau 2 – Catégorie 5K3

- 1) La température d'essai est équivalente à l'agent d'environnement de la CEI 60721-3-5 pour cette catégorie; cependant il convient de prendre également en compte les effets du rayonnement solaire (voir la note 15). Le choix de la durée de 16 h est considéré comme suffisant pour la plupart des produits dissipateurs d'énergie pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner à cette température.
- 2) La température d'essai est équivalente à l'agent d'environnement de la CEI 60721-3-5 pour cette catégorie. Le choix de la durée de 16 h est considéré comme suffisant pour la plupart des produits dissipateurs d'énergie pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner à cette température.
- 3) L'essai de variation de la température est normalement utilisé pour vérifier les tolérances de la conception, et que la gamme de températures n'est pas importante. Cependant pour cette catégorie, de la condensation peut se produire, c'est pourquoi une gamme de températures est proposée qui englobe les températures inférieures dans le but de favoriser la condensation pour les produits à faible dissipation d'énergie. Les conditions ambiantes telles que décrites en 3.7 sont proposées comme températures supérieures pour permettre l'utilisation de la méthode avec une seule étuve, permettant ainsi de réaliser l'essai à moindres coûts.
- 4) L'essai de variation de la température est normalement utilisé pour vérifier les tolérances de la conception, et que la gamme de températures n'est pas importante. Cependant, pour cette catégorie, de la condensation peut se produire, c'est pourquoi une gamme de températures est proposée qui englobe les températures inférieures dans le but de favoriser la condensation pour les produits à faible dissipation d'énergie. Pour la plupart des produits, cette condition n'est pas aussi sévère que la variation rapide de la température (voir la ligne e) du tableau), et par conséquent, si l'essai de variation rapide de la température est réalisé, cet essai peut être omis.
- 5) La valeur spécifiée dans la CEI 60721-3-5 de la vitesse de variation de la température est de 10 °C/min, cependant la valeur préférentielle la plus élevée de la CEI 60068-2-14 est de 5 °C/min Il est recommandé d'utiliser la valeur d'essai de 10 °C/min, conformément à l'agent d'environnement.
- 6) Il n'existe pas d'essai spécifié dans la CEI 60068-2. L'effet de la variation rapide de température qui est subi par le produit quand il pleut ou quand il neige en des lieux chauds est partiellement couvert par l'essai de variation de température air/air (essai Na) et, par conséquent, il n'est pas recommandé d'essai supplémentaire.
- 7) Ces sévérités sont les valeurs préférentielles les plus proches de la CEI 60068-2-56 et les légères différences à la fois de température et d'humidité sont considérées comme insignifiantes. La durée de 96 h est considérée comme suffisante pour la plupart des produits dissipateurs d'énergie afin de démontrer que la conception du produit entre correctement dans les tolérances pour fonctionner avec cette humidité.
- 8) La sévérité d'essai préférentielle la plus élevée de l'essai continu de chaleur humide a été choisie, même si les conditions pour cet agent sont plus sévères. Il est par conséquent recommandé que les composants soient choisis avec cette condition en mémoire et qu'une température élevée soit utilisée pour l'essai de chaleur humide.
- 9) Cette condition ne peut pas être vérifiée dans la pratique en raison de contraintes physiques. Cependant elle peut être approchée en effectuant un essai d'humidité composite avec l'essai continu d'humidité, immédiatement suivi de l'essai de variation rapide de température, avec omission des périodes de pré et post conditionnement existant entre les deux essais. En réalisant l'essai composite de cette manière, les effets de la condition sont considérés comme correctement démontrés. Si cet essai composite est réalisé, l'utilisateur peut décider que les essais individuels (lignes e) et k/l)) peuvent être omis. Ceci serait particulièrement recommandé si le produit était contrôlé tout au long de l'essai.

Notes explicatives pour le tableau 2 – Catégorie 5K3 (suite)

- 10) Ceci est la sévérité maximale préférentielle d'essai cyclique de chaleur humide et elle est considérée comme satisfaisante pour démontrer les effets de cette condition, (la condition de la sévérité d'essai d'humidité absolue étant plus importante et la température étant inférieure). La durée des deux cycles (48 h) est considérée comme satisfaisante pour la plupart des produits. La variante 2 de l'essai Db est choisie car elle vérifie correctement la condition et car elle est plus simple à réaliser que la variante 1.
- 11) Il n'existe pas d'essai CEI adapté dans la série CEI 60068-2. Les effets principaux de la faible humidité relative sont la fragilité, le retrait, la diminution de la résistance mécanique, l'augmentation de l'usure des surfaces de contact et le développement de charges électrostatiques. Les défauts typiques provoqués par le séchage sont les défauts mécaniques des parties non métalliques, les craquelures et les défauts électriques. La faible humidité relative peut attirer des particules de poussière provoquant, par exemple, l'usure des surfaces de contact. Cet effet est à considérer lors du choix des matériaux et des composants destinés aux produits de cette catégorie.
- 12) Pour les produits hermétiquement fermés ou pour les produits contenant ou traitant des liquides, l'essai M de la CEI 60068-2-13 est recommandé. Pour des applications normales dans lesquelles l'effet de la pression atmosphérique est évalué au niveau du composant, on ne recommande pas d'essai.
- 13) Il n'existe pas d'essai adapté dans la CEI 60068-2; cependant il convient de prendre des précautions particulières, notamment pour les produits de grandes dimensions, et l'utilisateur peut être amené à développer sa propre méthodologie si la condition est à évaluer.
- 14) La CEI 60268-2-18 recommande l'essai Ra 1 pour les produits exposés à la pluie. Cependant cet essai ne correspond pas à l'intensité de la pluie de cette catégorie de la CEI 60721 et cet essai n'est pas faisable pour les articles de grandes dimensions. L'essai Rb 2.2 est par conséquent recommandé car c'est un essai simple, reproductible et qui peut être réalisé sur des produits de toutes les tailles.
- 15) La procédure d'essai C de la CEI 60068-2-5 destinée à simuler les effets du rayonnement solaire au niveau du sol est choisie car elle produit un rayonnement continu permettant l'évaluation des effets de la photodégradation. La sévérité de cette catégorie est de $1\,120\text{ W/m}^2$, ce qui correspond à la condition d'essai contenue dans l'essai Sa de la CEI 60068-2-5.
- Les essais d'exposition solaire ne sont pas considérés comme satisfaisants, car il est difficile de reproduire le rayonnement réel constaté dans la pratique. Il est recommandé que cette condition soit évaluée en augmentant la température de l'essai de chaleur sèche de 15 °C et en évaluant les matériaux et les composants par rapport aux réactions photochimiques. Pour plus d'informations, voir la CEI 60721-4-0.
- Les produits peuvent être protégés contre les effets du rayonnement solaire, par exemple en adaptant des écrans thermiques efficaces, auquel cas l'essai à température élevée de chaleur sèche peut être omis ou réduit en sévérité selon l'efficacité des précautions prises. Il serait de bonne pratique de modéliser de telles précautions pour donner confiance en l'aptitude du produit à résister aux effets du rayonnement solaire.
- Avec ce niveau de rayonnement solaire, les températures de surface peuvent être supérieures de 25 °C par rapport à la température ambiante. La température de surface peut également chuter pendant la nuit en raison du rayonnement calorifique (CEI 60721-2-4). Il convient de prendre ces effets en compte quand on choisit les matériaux et il convient de tenir compte d'un essai réduit de température pour l'essai à basse température (essai Ab/Ad).
- 16) On ne recommande pas d'essai. Il n'existe pas de méthode d'essai dans la CEI 60068-2 pour cette condition. L'effet de cette condition est considéré comme inclus dans l'essai de chaleur sèche (voir le tableau lignes c) ou d)). Pour les produits installés à proximité de sources de forts rayonnements thermiques, des précautions particulières peuvent être nécessaires, ou un essai supplémentaire à température élevée peut être requis.
- 17) La source d'eau n'est pas donnée dans la CEI 60721-3-5. L'utilisateur aura à choisir dans la CEI 60068-2-18 l'essai approprié en même temps que la durée et la sévérité d'essai. A titre de guide, ce qui suit peut aider l'utilisateur dans le choix d'un essai adapté:
- Chute de gouttes d'eau: Si le produit est normalement protégé contre la pluie, mais qu'il peut être exposé aux gouttes d'eau issues de la condensation ou de fuites en provenance des surfaces supérieures, la CEI 60068-2-18: Ra 2 est la méthode préférentielle (Dispositif générateur de gouttes d'eau, avec une hauteur de chute des gouttes de 2 m, un angle d'oscillation de 0° , et une durée de 1 h).
 - Projections d'eau: Si le produit peut être exposé à des projections provenant des roues, les méthodes préférentielles sont les méthodes Rb 2.1 et Rb 2.2 de la CEI 60068-2-18 (Essais Rb 2.1 – Tube oscillant – ou Rb 2.2 – Appareil d'arrosage portatif – 1 min/m^2 , 30 min maximum)
 - Ruissellement: Si le produit peut être exposé à des chasses d'eau ou des évacuations d'eau, la CEI 60068-2-18: Rb 3 est la méthode préférentielle (arrosage à la lance).
 - Jets d'eau: Si des jets d'eau peuvent se produire sur le produit, choisir la CEI 60068-2-18: Essais Ra ou Rb pour démontrer que le produit est conçu pour fonctionner dans ces conditions.
- 18) On ne recommande pas d'essai. Il n'existe pas de valeur dans la CEI 60721-3-5 pour les surfaces humides. L'effet de surfaces humides est partiellement produit par plusieurs autres essais faisant partie de cette catégorie (voir par exemple l'essai de pluie à la ligne s) du tableau), et il convient d'en tenir compte lors du choix des matériaux. Il n'est pas possible de donner une valeur pour les surfaces humides. L'effet peut être plus sévère que l'effet de pluie car il peut être continu et la différence de concentration en oxygène augmente la corrosion sur une surface qui se trouve au contact d'une autre surface. Ceci peut accélérer les réactions de corrosion électrochimique, en particulier si les deux surfaces sont faites de métaux différents.

– Page blanche –

– Blank page –

Table 2 – Recommended tests for IEC 60721-3-5 – Class 5K3
(cold temperate open-air climate. It covers vehicles used in unventilated compartment)

IEC 60721-3-5 – Climatic conditions		IEC 60068-2 – Climatic tests				
Environmental parameter ^a	Class 5K3	Nearest IEC 60068-2		Recommended test		Note No.
		Test method	Severity	Test method	Severity	
a) Low air temperature	–40 °C	As recommended test		60068-2-1: Ab	–45 °C, 16 h	1)
b) High temperature, air in ventilated compartments (except engine compartments) or outdoor air	+40 °C	As recommended test		60068-2-2: Bb	+40 °C, 16 h	2)
c) High temperature, air in unventilated compartments except engine compartments	+70 °C	As recommended test		60068-2-2: Bb	+70 °C, 16 h	2)
d) High temperature, air in engine compartments	+70 °C	As recommended test		60068-2-2: Bb	+70 °C, 16 h	2)
e) Change of temperature: air/air	–40 °C +30 °C	As recommended test		60068-2-14: Na	–40 °C to ambient, five cycles $t_1 = 3 \text{ h}$ $t_2 < 3 \text{ min}$	3)
f) Gradual change of temperature, air/air, except engine compartments	–40 °C +30 °C 5 °C/min	60068-2-14: Nb	–40 °C to +30 °C, two cycles 5 °C/min $t_1 = 3 \text{ h}$	Test normally not required – See note 4)		4)
g) Gradual change of temperature, air/air, in engine compartments	–40 °C +70 °C 10 °C/min	60068-2-14: Nb	–40 °C to +70 °C, two cycles 5 °C/min $t_1 = 3 \text{ h}$	60068-2-14: Nb	–40 °C to +70 °C, two cycles 10 °C/min $t_1 = 3 \text{ h}$	5)
h) Change of temperature, air/water, except in engine compartments	+40 °C +5 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required – See note 6)		6)
i) Change of temperature, air/water, in engine compartments	+70 °C +5 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required – See note 6)		6)
j) Change of temperature, air/snow, in engine compartments	+70 °C –5 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required – See note 6)		6)
k) Relative humidity, not combined with rapid temperature changes, except in engine compartment of vehicles powered by internal combustion engines	95 % +45 °C	As recommended test		60068-2-56: Cb	+40 °C, 93 % RH, 96 h	7)
l) Relative humidity, not combined with rapid temperature changes, in engine compartment of vehicles powered by internal combustion engines	95 % +70 °C	As recommended test		60068-2-56: Cb	+55 °C, 93 % RH, 96 h	8)
m) Relative humidity, combined with rapid temperature changes: air/air at high relative humidities. Not in close proximity to refrigerated air conditioning systems	95 % –40 °C +30 °C	As recommended test		Damp heat, steady-state test (test Cb in this table) followed immediately by the rapid change-of-temperature test (test Na)		9)
n) Relative humidity, combined with rapid temperature changes: air/air at high relative humidities. In close proximity to refrigerated air conditioning systems	95 % +10 °C +70 °C	As recommended test		Damp heat, steady-state test (test Cb in this table) followed immediately by the rapid change-of-temperature test (test Na)		9)

o) Absolute humidity, combined with rapid temperature changes: air/air with high water content	60 g/m ³ +70 °C +15 °C	As recommended test		60068-2-30: Db Variant 2	+55 °C, 90 % to 100 % RH Two cycles	10)
p) Low relative humidity	10 % +30 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required – See note 11)		11)
q) Low air pressure	70 kPa	60068-2-13: M	70 kPa, 30 min	Test normally not required – See note 12)		12)
r) Movement of surrounding medium, air	20 m/s	No IEC 60068-2 test		Test normally not required – See note 13)		13)
s) Precipitation, rain	6 mm/min	60068-2-18: Ra Method 1	Intensity: 400 mm/h Duration: 10 min minimum	60068-2-18: Rb Method 2.2	Exposure: 1 min/mm ² Duration: 5 min minimum	14)
t) Solar radiation	1 120 W/m ²	60068-2-5: Sa Procedure C	1 120 W/m ² , 72 h, 40 °C	Add 15 °C to the dry heat test and evaluate materials for photochemical reactions		15)
u) Radiation: heat, not in engine compartments	600 W/m ²	No IEC 60068-2 test		Test normally not required – See note 16)		16)
v) Radiation: heat, in engine compartments	1 200 W/m ²	No IEC 60068-2 test		Test normally not required – See note 16)		16)
w) Water from sources other than rain	1,0 m/s	No IEC 60068-2 test		60068-2-18: Ra/Rb	See note 17)	17)
x) Wetness – conditions of wet surfaces		No IEC 60068-2 test		Test normally not required – See note 18)		18)
^a No climatograms are shown for the climatic classes since they are not included in IEC 60721-3-5.						

Explanatory notes for table 2 – Class 5K3

- 1) The test temperature is equivalent to the environmental parameter of IEC 60721-3-5 for this class; however, the effects of solar irradiation should also be taken into account (see note 15). The choice of the duration of 16 h is considered to be sufficient for most heat-dissipating products to demonstrate that their design is adequately tolerated to function at this temperature.
- 2) The test temperature is equivalent to the environmental parameter of IEC 60721-3-5 for this class. The choice of the duration of 16 h is considered to be sufficient for most heat-dissipating products to demonstrate that their design is adequately tolerated to function at this temperature.
- 3) The change of temperature test is normally used to check design tolerancing and the range is not important. However, in this class, condensation may occur, so a range is proposed which encompasses the lower temperatures in order to promote condensation for low heat-dissipating products. Ambient conditions as described in 3.7 are proposed as the upper temperature to allow the single-chamber method to be used, thus making the test economical to perform.
- 4) The change of temperature test is normally used to check design tolerancing and the range is not important. However, in this class, condensation may occur, so a range is proposed which encompasses the lower temperatures in order to promote condensation for low heat-dissipating products. For most products, this condition is not as severe as the rapid temperature change (see table line e) and so if the rapid-change-of-temperature test is performed, this test can be omitted.
- 5) The specified IEC 60721-3-5 value of rate of change is 10 °C/min; however, the highest preferred value in IEC 60068-2-14 is 5 °C/min; it is recommended that the test value of 10 °C/min is used, according to the environmental parameter.
- 6) No specified IEC 60068-2 test exists. The effect of rapid temperature change which is experienced by products when it either rains or snows in a warm location is partially covered by the change-of-temperature air/air (test Na), and therefore no additional testing is recommended.
- 7) These severities are the nearest preferred values in IEC 60068-2-56 and the minor changes in both temperature and humidity are considered to be insignificant. The duration of 96 h is considered to be sufficient for most heat-dissipating products to demonstrate that their design is adequately tolerated to function at this humidity.
- 8) The highest preferred test severity of the damp heat, steady-state test has been chosen, although the conditions in this parameter are more severe. It is therefore recommended that components are chosen with this condition in mind and that an elevated temperature is used for the damp heat test.
- 9) This condition cannot be practically tested due to constraints of physics. However, it may be approximated by conducting a composite test with the steady-state humidity test followed immediately by the rapid-change-in-temperature test, with the pre- and post-conditioning periods omitted between the two tests. By conducting a composite test in this way, the effects of the condition are considered to be adequately demonstrated. If this composite test is performed, the user may decide that the individual tests (table line e) and k/l)) may be omitted. This would be particularly recommended if the product is monitored throughout the test.

Explanatory notes for table 2 – Class 5K3 (continued)

- 10) This is the maximum preferred damp heat cyclic test severity considered to be adequate to demonstrate the effects of this condition (the absolute humidity of test severity being higher and the temperature lower). The duration of two cycles (48 h) is considered adequate for most products. Variant 2 of test Db is chosen since it adequately tests the condition and is simpler to perform than variant 1.
- 11) No suitable IEC test available in the IEC 60068-2 series. The main effects of low relative humidity are embrittlement, shrinking and impairment of mechanical strength, increase in wearing of contact surfaces and development of electrostatic charge. Typical faults caused by drying are mechanical faults of non-metallic parts, cracking and electrical faults. Low relative humidity may attract dust particles, which cause, for example, wearing of contact surfaces. This effect has to be considered when selecting materials and components for products for this class.
- 12) For sealed products or for products containing or processing liquids, test M of IEC 60068-2-13 is recommended. For normal applications where the effect of air pressure is evaluated at the component level, no test is recommended.
- 13) No suitable test exists in IEC 60068-2; however, special precautions should be taken, especially for large products and the user may have to develop his own methodology if the condition is to be evaluated.
- 14) IEC 60068-2-18 recommends test Ra 1 for products exposed to rain. However this does not correspond to the rain intensity of this IEC 60721 class and is not practicable for large items. Test Rb 2.2 is therefore recommended since it is a simple, repeatable test, which can be performed on products of all sizes.
- 15) The IEC 60068-2-5 procedure C test for simulating the effects of solar radiation at ground level is chosen since it produces continuous irradiation thus allowing assessment of photo-degradation effects. The severity of this class is 1 120 W/m² which corresponds to the test condition contained in test Sa of IEC 60068-2-5.

Solar tests are not considered satisfactory, since it is difficult to replicate the actual radiation experienced in practice. It is recommended that this condition should be evaluated by increasing the temperature of the dry heat test by 15 °C and evaluating materials and components for photochemical reactions. For more information, see IEC 60721-4-0.

Products may be protected against the effect of solar radiation, for example, by the fitting of efficient heat shields, in which case the elevated temperature for the dry heat test can be omitted or reduced in severity depending on the effectiveness of the precautions. It should be normal practice to model such precautions in order to give confidence in the ability of the product to resist the effect of solar radiation.

With this level of solar radiation, surface temperatures may be as high as 25 °C above ambient. Surface temperature can also fall at night due to heat irradiation (see IEC 60721-2-4). These effects should be taken into account when selecting materials and a reduced temperature test should be considered for the low temperature test (test Ab/Ad).

- 16) No test is recommended. There is no IEC 60068-2 test method for this condition. The effect of this condition is considered to be included in the dry heat test (see table line c) or d)). For products mounted near sources of high heat radiation, special precautions may be necessary or an additional elevated temperature test may be required.
- 17) The source of water is not given in IEC 60721-3-5. The user will have to select the appropriate test together with the duration and test severity from IEC 60068-2-18. As a guide the following may assist the user in the selection of a suitable test:
 - a) Dripping water: If the product is normally protected from rain, but likely to be exposed to falling drops from condensation or leakage from upper surfaces, IEC 60068-2-18: Ra 2 – drip box – with a 2 m drop height, a tilt angle of 0°, and a 1 h duration is the preferred method.
 - b) Spraying water: If the product is likely to be exposed to water spray from wheels, IEC 60068-2-18 tests Rb 2.1 – oscillating tube – or Rb 2.2 – hand-held shower – 1 min/m², 30 min maximum, are the preferred methods.
 - c) Splashing water: If the product is likely to be exposed to flushing or sluicing water, IEC 60068-2-18: Rb 3 – hosing – is the preferred method.
 - d) Water jets: If jets of water are likely to strike the product, choose from either IEC 60068-2-18: Ra or Rb test to demonstrate that the product is designed to function under these conditions.
- 18) No test is recommended, as no value is available in IEC 60721-3-5 for wet surfaces. The effect of wet surfaces is partially produced by several other tests in this class (see, for example, table line s) rain test) and should be taken into account when selecting materials. It is not possible to give any values to wet surfaces. The effect can be more severe than the effect of rain because it may be continuous, and the oxygen concentration difference increases the corrosion in a surface which is in contact with another surface. This can accelerate electrochemical corrosion reactions especially if the two surfaces are of different metals.

- Page blanche -

- Blank page -

5 Conditions dynamiques

Tableau 3 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-5 – Catégorie 5M1

(véhicules mus par des moteurs électriques, utilisés seulement à l'intérieur des bâtiments, sur des surfaces planes)

CEI 60721-3-5 – Conditions dynamiques				CEI 60068-2 – Essais dynamiques					
Agent d'environnement	Unité	Catégorie 5M1		Essai de la CEI 60068-2 le plus approchant		Essai recommandé		Notes n°	
				Méthode d'essai	Sévérité	Méthode d'essai	Sévérité		
a) Vibrations stationnaires sinusoïdales ^a									
Déplacement	mm	1,5		Selon l'essai recommandé		60068-2-6 Fc: Vibrations sinusoïdales	1,5	1)	
Accélération	m/s ²		5,0				5,0		
Gamme de fréquences	Hz	2 - 9	9 - 200				1 - 200		
Nombre d'axes							3		
Cycles de balayage							10	2)	
b) Vibrations stationnaires aléatoires ^a									
Densité spectrale d'accélération (DSA)	m ² /s ³	0,3	0,1	Selon l'essai recommandé		60068-2-64 Fh: Vibrations aléatoires large bande	0,5	3)	
Gamme de fréquences	Hz	10 - 200	200 - 500				5 - 200		200 - 500
Axes de vibration							3		
Durée par axe	min						30		
c) Chocs									
Spectre de réponse aux chocs		Type I		Selon l'essai recommandé		60068-2-27 Ea: Chocs (semi-sinus)		4)	
Accélération de crête	m/s ²	50					50		
Durée	ms	11					11		
Nombre de chocs/direction							3		
Direction des chocs							6		
d) Impacts provenant des corps étrangers, pierres		Non							

NOTE «Non» dans la colonne catégorie signifie qu'il n'y a pas de condition spécifiée dans la CEI 60721-3-5.

^a Il est recommandé de choisir soit un essai sinusoïdal soit un essai aléatoire, mais pas les deux.

Notes explicatives pour le tableau 3 – Catégorie 5M1

- Ces sévérités sont les valeurs recommandées les plus proches de la CEI 60068-2-6 et les variations mineures de fréquence sont considérées comme insignifiantes. La durée de 10 cycles de balayage est considérée comme suffisante pour la plupart des produits afin de démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances. Si l'on sait que le produit ne contient pas de résonances inférieures à 10 Hz, il est permis de modifier la gamme de fréquences pour la porter de 1 Hz à 5 Hz afin de faciliter l'utilisation des matériels d'essai standard.
- Les vibrations prédominantes subies par le produit quand il est installé dans les véhicules terrestres sont aléatoires par nature, et par conséquent les essais de vibrations aléatoires sont recommandés tels qu'ils sont décrits dans la CEI 60068-2-64. La recherche de fréquences de résonance par balayage sinusoïdal avant ou pendant les essais de vibrations aléatoires est encouragée.
- La valeur efficace de l'accélération du spectre d'essai décrit est de 11,3 m/s². Les agents les plus proches de la CEI 60068-2-64 ont été choisis. La partie basses fréquences a un niveau plus élevé et s'étend davantage vers les basses fréquences. Ceci peut conduire au dépassement de la limite du déplacement pour certains excitateurs électrodynamiques. Dans ce cas, il convient d'augmenter la première fréquence de transfert (f_1) jusqu'à ce que le déplacement soit dans les possibilités du système utilisé pour les essais. Ceci est uniquement autorisé si l'on sait que le produit ne contient aucune résonance en dessous de f_1 .
- Les agents les plus proches de la CEI 60068-2-27 ont été choisis.

5 Dynamic conditions

Table 3 – Recommended tests for IEC 60721-3-5 – Class 5M1
(vehicles powered by electrical engines, used only for driving indoors on smooth surfaces)

IEC 60721-3-5 – Mechanical conditions				IEC 60068-2 – Dynamic tests					
Environmental parameter	Unit	Class 5M1		Nearest IEC 60068-2		Recommended test		Note No.	
				Test method	Severity	Test method	Severity		
a) Stationary vibration sinusoidal ^a									
Displacement	mm	1,5		As recommended test		60068-2-6 Fc: Vibration sinusoidal	1,5	1)	
Acceleration	m/s ²		5,0				5,0		
Frequency range	Hz	2 - 9	9 - 200				1 - 200		
Number of axes							3		
Sweep cycles							10		
b) Stationary vibration random ^a									
Acceleration spectral density (ASD)	m ² /s ³	0,3	0,1	As recommended test		60068-2-64 Fh: Vibration broadband random	0,5	0,1	3)
Frequency range	Hz	10 - 200	200 - 500				5 - 200	200 - 500	
Axes of vibration							3		
Duration/axis	min						30		
c) Shock									
Shock response spectrum		Type I		As recommended test		60068-2-27 Ea: Shock (half-sine)			4)
Peak acceleration	m/s ²	50					50		
Duration	ms	11					11		
Number of shocks/direction							3		
Direction of shocks							6		
d) Impact from foreign bodies, stones		No							

NOTE "No" in the class column means that no IEC 60721-3-5 condition is specified.

^a It is recommended that either the sinusoidal or the random test is selected but not both.

Explanatory notes for table 3 – Class 5M1

- 1) These severities are the nearest recommended values in IEC 60068-2-6 and the minor changes in frequency are considered to be insignificant. The duration of 10 sweep cycles is considered to be sufficient for most products to demonstrate that its design is adequately tolerated. Where it is known that the product does not contain any resonances below 10 Hz, it is permissible to change the frequency range from 1 Hz to 5 Hz in order to facilitate the use of standard testing equipment.
- 2) The predominant vibration experienced by products when installed in ground vehicles is random by nature and, therefore, random vibration tests are recommended as described in IEC 60068-2-64. The use of sinusoidal resonance search prior to, or during, random vibration testing is encouraged.
- 3) The r.m.s. value of acceleration of the described test spectrum is 11,3 m/s². The nearest parameters in IEC 60068-2-64 have been chosen; the low-frequency portion is higher in level and extended downwards in frequency. This may result in the displacement limit being exceeded for some electrodynamic shakers. In this case, the first frequency breakpoint (f_1) should be increased until the appropriate displacement lies within the capability of the system being used. This is only permissible where it is known that the product does not contain any resonances below f_1 .
- 4) The nearest parameters in IEC 60068-2-27 have been chosen.

Tableau 4 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-5 – Catégorie 5M2

(toutes sortes de véhicules routiers sauf les véhicules sur chenilles, les motocycles, les scooters et autres véhicules à faible masse, utilisés dans les régions possédant un réseau routier bien développé. Sont incluses les installations dans des compartiments sur des surfaces pouvant être soumises à des projections de pierres)

CEI 60721-3-5 – Conditions dynamiques					CEI 60068-2 – Essais dynamiques				
Agent d'environnement	Unité	Catégorie 5M2			Essai de la CEI 60068-2 le plus approchant		Essai recommandé		Notes n°
					Méthode d'essai	Sévérité	Méthode d'essai	Sévérité	
a) Vibrations stationnaires sinusoïdales ^a									
Déplacement	mm	3,3			Selon l'essai recommandé	60068-2-6 Fc: Vibrations sinusoïdales	3,5		1)
Accélération	m/s ²		10	15			10	15	
Gamme de fréquences	Hz	2 - 9	9 - 200	200 - 500			1 - 200	200 - 500	
Nombre d'axes							3		
Cycles de balayage							10		
b) Vibrations stationnaires aléatoires ^a									
Densité spectrale d'accélération (DSA)	m ² /s ³	1,0		0,3	Selon l'essai recommandé	60068-2-64 Fh: Vibrations aléatoires large bande	1,0	0,5	3)
Gamme de fréquences	Hz	10 - 200		200 - 500			5 - 200	200 - 500	
Axes de vibration							3		
Durée par axe	min						100		
c) Chocs									
Spectre de réponse aux chocs		Type I		Type II	Selon l'essai recommandé	60068-2-27 Ea: Chocs (semi-sinus)			4)
Accélération de crête	m/s ²	100		300			150	300	
Durée	ms	11		6			11	6	
Nombre de chocs/direction							3		
Direction des chocs							6		
d) Impacts provenant des corps étrangers, pierres	J		5		Selon l'essai recommandé	60068-2-75 Eh: Essai aux marteaux	5		5)

^a Il est recommandé de choisir soit un essai sinusoïdal soit un essai aléatoire, mais pas les deux.

Notes explicatives pour le tableau 4 – Catégorie 5M2

- 1) Le niveau de sévérité est la valeur la plus proche recommandée dans la CEI 60068-2-6. Les fréquences inférieures et supérieures recommandées de la CEI 60068-2-6 ont été modifiées conformément aux orientations données en 5.1. Si l'on sait que le produit ne contient pas de résonances inférieures à 10 Hz, il est permis de modifier la gamme de fréquences pour la porter de 1 Hz à 5 Hz afin de faciliter l'utilisation des matériels d'essai standard.
- 2) Les vibrations prédominantes subies par le produit quand il est installé dans les véhicules terrestres sont aléatoires par nature, et par conséquent les essais de vibrations aléatoires sont recommandés tels qu'ils sont décrits dans l'essai Fh de la CEI 60068-2-64. La recherche de fréquences de résonance par balayage sinusoïdal avant ou pendant les essais de vibrations aléatoires est encouragée.
- 3) La valeur efficace de l'accélération du spectre d'essai décrit est de 18,6 m/s². Les agents les plus proches de l'essai Fh dans la CEI 60068-2-64 ont été choisis. La partie des fréquences basses est plus importante en niveau et elle s'étend vers les fréquences basses. Ceci peut conduire au dépassement de la limite du déplacement pour certains excitateurs électrodynamiques. Dans ce cas il convient d'augmenter la première fréquence de transfert (f_1) jusqu'à ce que le déplacement approprié se situe dans les possibilités du système utilisé. Ceci est uniquement autorisé si l'on sait que le produit ne contient aucune résonance en dessous de f_1 . La partie haute des fréquences est plus importante en niveau mais l'augmentation de niveau est considérée comme non significative.
- 4) Les agents les plus proches de l'essai Ea de la CEI 60068-2-27 ont été choisis.
- 5) Dans cette catégorie il est possible d'avoir des excitations indirectes telles que la projection de pierres, etc.

Table 4 – Recommended tests for IEC 60721-3-5 – Class 5M2

(all kinds of road vehicles except tracked vehicles and motorcycles, scooters and other vehicles with low mass, used in areas with well-developed road systems. It includes installations in compartments on surfaces which may be subjected to flying stones)

IEC 60721-3-5 – Mechanical conditions					IEC 60068-2 – Dynamic tests				
Environmental parameter	Unit	Class 5M2			Nearest IEC 60068-2		Recommended test		Note No.
					Test method	Severity	Test method	Severity	
a) Stationary vibration sinusoidal ^a									
Displacement	mm	3,3			As recommended test	60068-2-6 Fc: Vibration sinusoidal	3,5		1) 2)
Acceleration	m/s ²		10	15			10	15	
Frequency range	Hz	2 - 9	9 - 200	200-500			1 - 200	200-500	
Number of axes							3		
Sweep cycles							10		
b) Stationary vibration random ^a									
Acceleration spectral density (ASD)	m ² /s ³	1,0		0,3	As recommended test	60068-2-64 Fh: Vibration broadband random	1,0	0,5	3)
Frequency range	Hz	10 - 200		200 - 500			5 - 200	200 - 500	
Axes of vibration							3		
Duration/axis	min						100		
c) Shock									
Shock response spectrum		Type I		Type II	As recommended test	60068-2-27 Ea: Shock (half-sine)			4)
Peak acceleration	m/s ²	100		300			150	300	
Duration	ms	11		6			11	6	
Number of shocks/direction							3		
Directions of shocks							6		
d) Impact from foreign bodies, stones	J		5		As recommended test	60068-2-75 Eh: Hammer test	5		5)

^a It is recommended that either the sinusoidal or the random test is selected but not both.

Explanatory notes for table 4 – Class 5M2

- The level severity is the nearest recommended value in IEC 60068-2-6. The lower and upper frequencies recommended in IEC 60068-2-6 have been modified according to the guidance given in 5.1. Where it is known that the product does not contain any resonances below 10 Hz, it is permissible to change the frequency range from 1 Hz to 5 Hz in order to facilitate the use of standard testing equipment.
- The predominant vibration experienced by product when installed in ground vehicles is random by nature and, therefore, random vibration tests are recommended as described in test Fh of IEC 60068-2-64. The use of sinusoidal resonance search prior to, or during, random vibration testing is encouraged.
- The r.m.s. value of acceleration of the described test spectrum is 18,6 m/s². The nearest parameters of test Fh in IEC 60068-2-64 have been chosen; the low-frequency portion is higher in level and extended downwards in frequency. This may result in the displacement limit being exceeded for some electrodynamic shakers. In this case, the first frequency breakpoint (f_1) should be increased until the appropriate displacement lies within the capability of the system being used. This is only permissible where it is known that the product does not contain any resonances below f_1 . The high-frequency portion is higher in level but the increased level is considered to be insignificant.
- The nearest parameters of test Ea in IEC 60068-2-27 have been chosen.
- In this class, indirect excitation from flying stones, etc., is possible.

Tableau 5 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-5 – Catégorie 5M3

*(véhicules routiers dans des endroits dépourvus d'un réseau routier bien développé, véhicules légers, véhicules sur chenilles et engins motorisés.
Sont incluses les installations dans des endroits pouvant être frappés directement par des pierres projetées)*

CEI 60721-3-5 – Conditions dynamiques					CEI 60068-2 – Essais dynamiques					
Agent d'environnement	Unité	Catégorie 5M3			Essai de la CEI 60068-2 le plus approchant		Essai recommandé		Notes n°	
					Méthode d'essai	Sévérité	Méthode d'essai	Sévérité		
a) Vibrations stationnaires sinusoïdales ^a										
Déplacement	mm	7,5			Selon l'essai recommandé		60068-2-6 Fc: Vibrations sinusoïdales	7,5		1)
Accélération	m/s ²		20	40				20	50	
Gamme de fréquences	Hz	2 - 8	8 - 200	200-500				1 - 200	200-500	
Nombre d'axes								3		
Cycles de balayage								10		
b) Vibrations stationnaires aléatoires ^a										
Densité spectrale d'accélération (DSA)	m ² /s ³	3,0		1,0	Selon l'essai recommandé		60068-2-64 Fh: Vibrations aléatoires large bande	5,0	1,0	3)
Gamme de fréquences	Hz	10 - 200		200 - 500				5 - 200	200 - 500	
Axes de vibration								3		
Durée par axe	min							100		
c) Chocs										
Spectre de réponse aux chocs		Type I	Type II		60068-2-27 Ea: Choc (semi-sinus)		60068-2-27 Ea: Chocs (semi-sinus)			4)
Accélération de crête	m/s ²	300	1 000					300	1 000	
Durée	ms	11	6					11	6	
Nombre de chocs/direction								3		
Direction des chocs								6		
d) Impacts provenant des corps étrangers, pierres	J		20		Selon l'essai recommandé		60068-2-75 Eh: Essai aux marteaux	20	5)	

^a Il est recommandé de choisir soit un essai sinusoïdal soit un essai aléatoire, mais pas les deux.

Notes explicatives pour le tableau 5 – Catégorie 5M3

- 1) Le niveau et les fréquences de sévérité sont les valeurs les plus proches recommandées dans l'essai Fc de la CEI 60068-2-6. La fréquence inférieure recommandée dans l'essai Fc de la CEI 60068-2-6 a été modifiée conformément aux orientations données en 5.1. Si l'on sait que le produit ne contient pas de résonances inférieures à 10 Hz, il est permis de modifier la gamme de fréquences pour la porter de 1 Hz à 5 Hz afin de faciliter l'utilisation des matériels d'essai standard.
- 2) Les vibrations prédominantes subies par le produit quand il est installé dans les véhicules terrestres sont aléatoires par nature, et par conséquent les essais de vibrations aléatoires sont recommandés tels qu'ils sont décrits dans la CEI 60068-2-64. La recherche de fréquences de résonance par balayage sinusoïdal avant ou pendant les essais de vibrations aléatoires est encouragée.
- 3) La valeur efficace de l'accélération du spectre d'essai décrit est de 35,7 m/s². Les agents les plus proches de l'essai Fh dans la CEI 60068-2-64 ont été choisis. La partie des fréquences basses est plus importante en niveau et elle est réduite en fréquences. Ceci peut conduire au dépassement de la limite du déplacement pour certains excitateurs électrodynamiques. Dans ce cas il convient d'augmenter la première fréquence de transfert (f_1) jusqu'à ce que le déplacement approprié se situe entre les possibilités du système utilisé. Ceci est uniquement autorisé si l'on sait que le produit ne contient aucune résonance en dessous de f_1 .
- 4) Ces valeurs sont considérées comme trop sévères et les valeurs de la catégorie 5M2 sont recommandées en remplacement.
- 5) Dans cette catégorie, il peut y avoir des impacts directs provenant d'objets libres. Il convient d'en tenir compte pour une protection.

Table 5 – Recommended tests for IEC 60721-3-5 – Class 5M3

*(road vehicles in areas without well-developed road systems, lightweight vehicles, tracked vehicles and self-propelled machines.
It includes installations in places, which may be directly hit by flying stones)*

IEC 60721-3-5 – Mechanical conditions					IEC 60068-2 – Dynamic tests										
Environmental parameter	Unit	Class 5M3			Nearest IEC 60068-2		Recommended test		Note No.						
					Test method	Severity	Test method	Severity							
a) Stationary vibration sinusoidal ^a															
Displacement	mm	7,5			As recommended test	60068-2-6	7,5		1)						
Acceleration	m/s ²		20	40			Fc: Vibration sinusoidal	20		50					
Frequency range	Hz	2 - 8	8 - 200	200-500				1 - 200		200-500					
Number of axes										3					
Sweep cycles										10	2)				
b) Stationary vibration random ^a															
Acceleration spectral density (ASD)	m ² /s ³	3,0		1,0	As recommended test	60068-2-64	5,0	1,0	3)						
Frequency range	Hz	10 - 200		200 - 500			Fh: Vibration broadband random	5 - 200		200 - 500					
Axes of vibration										3					
Duration/axis	min									100					
c) Shock															
Shock response spectrum		Type I	Type II		60068-2-27 Ea: Shock (half-sine)	300	1 000	60068-2-27 Ea: Shock (half-sine)	150	300	4)				
Peak acceleration	m/s ²	300	1 000									11	6	11	6
Duration	ms	11	6									3		3	
Number of shocks/direction												6		6	
Directions of shocks															
d) Impact from foreign bodies, stones	J	20			As recommended test		60068-2-75	20	Eh: Hammer test	5)					

^a It is recommended that either the sinusoidal or the random test is selected but not both.

Explanatory notes for table 5 – Class 5M3

- The level and frequency severities are the nearest recommended values in test Fc of IEC 60068-2-6. The lower frequency recommended in test Fc of IEC 60068-2-6 Fc has been modified according to the guidance in 5.1. Where it is known that the product does not contain any resonances below 10 Hz, it is permissible to change the frequency range from 1 Hz to 5 Hz in order to facilitate the use of standard testing equipment.
- The predominant vibration experienced by products when installed in ground vehicles is random by nature and, therefore, random vibration tests are recommended as described in IEC 60068-2-64. The use of sinusoidal resonance search prior to, or during, random vibration testing is encouraged.
- The r.m.s. value of acceleration of the described test spectrum is 35,7 m/s². The nearest parameters of test Fh in IEC 60068-2-64 have been chosen; the low-frequency portion is higher in level and reduced in frequency. This may result in the displacement limit being exceeded for some electrodynamic shakers. In this case, the first frequency breakpoint (f_1) should be increased until the appropriate displacement lies within the capability of the system being used. This is only permissible where it is known that the product does not contain any resonances below f_1 .
- These values are considered to be too severe and the values of class 5M2 are recommended as a substitute.
- In this class, where direct impact from flying bodies, is possible, shielding should be considered.

Annexe A

Installation des véhicules terrestres – Conditions climatiques

Tableau A.1 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-5 – Catégorie 5K1

(endroit protégé contre les intempéries, ventilé, chauffé et utilisé uniquement après réchauffage)

CEI 60721-3-5 – Conditions climatiques		CEI 60068-2 – Essais climatiques				
Agent d'environnement ^a	Catégorie 5K1	Essai de la CEI 60068-2 le plus approchant		Essai recommandé		Notes n°
		Méthode d'essai	Sévérité	Méthode d'essai	Sévérité	
a) Basse température de l'air	+5 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-1: Ab	+5 °C, 16 h	1)
b) Haute température de l'air dans des compartiments ventilés (sauf les compartiments moteur) ou air extérieur	+40 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-2: Bb	+40 °C, 16 h	1)
c) Haute température de l'air dans des compartiments non ventilés, sauf les compartiments moteur	Non					
d) Température élevée, air dans les compartiments moteur	+60 °C	60068-2-2: Bb	+55 °C, 16 h	60068-2-2: Bb	+60 °C, 16 h	2)
e) Variation de température: air/air	Non					
f) Variation progressive de la température, air/air, sauf dans les compartiments moteur	Non					
g) Variation progressive de la température air/air, dans les compartiments moteur	Non					
h) Variation de la température, air/eau, sauf dans les compartiments moteur	Non					
i) Variation de la température, air/eau, dans les compartiments moteur	Non					
j) Variation de la température, air/neige, dans les compartiments moteur	Non					
k) Humidité relative, non associée avec des variations rapides de température, sauf dans les compartiments moteur des véhicules alimentés par des moteurs à combustion interne	75 %, +30 °C	60068-2-56: Cb	+30 °C, 85 % HR, 96 h	Essai normalement non requis - voir note 3		3)

suite

Notes explicatives pour le Tableau A.1 – Catégorie 5K1

- 1) La température d'essai est équivalente à l'agent d'environnement de la CEI 60721-3-5 pour cette catégorie. Le choix de la durée de 16 h est considéré comme suffisant pour la plupart des matériels dissipateurs d'énergie pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner à cette température.
- 2) La température d'essai est la valeur préférentielle la plus proche de la CEI 60068-2-2. Cependant, il est recommandé que cette température d'essai soit augmentée jusqu'à + 60 °C de manière à refléter les conditions de la CEI 60721-3-1 pour cette catégorie. Le choix de la durée de 16 h est considéré comme suffisant pour la plupart des matériels pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner à cette température.
- 3) Ces conditions de température et d'humidité sont contenues dans les conditions atmosphériques standard décrites dans la CEI 60068-1 et par conséquent il n'est pas recommandé d'essai.

Annex A

Ground vehicle installations – Climatic conditions

Table A.1 – Recommended tests for IEC 60721-3-5 – Class 5K1

(weatherprotected, ventilated, heated and used only after warm up)

IEC 60721-3-5 – Climatic conditions		IEC 60068-2 – Climatic tests				
Environmental parameter ^a	Class 5K1	Nearest IEC 60068-2		Recommended test		Note n°
		Test method	Severity	Test method	Severity	
a) Low air temperature	+5 °C	As recommended test		60068-2-1: Ab	+5 °C, 16 h	1)
b) High temperature, air in ventilated compartments (except engine compartments) or outdoor air	+40 °C	As recommended test		60068-2-2: Bb	+40 °C, 16 h	1)
c) High temperature, air in unventilated compartments except engine compartments	No					
d) High temperature, air in engine compartments	+60 °C	60068-2-2: Bb	+55 °C, 16 h	60068-2-2: Bb	+60 °C, 16 h	2)
e) Change of temperature: air/air	No					
f) Gradual change of temperature, air/air, except engine compartments	No					
g) Gradual change of temperature, air/air, in engine compartments	No					
h) Change of temperature, air/water, except in engine compartments	No					
i) Change of temperature, air/water, in engine compartments	No					
j) Change of temperature, air/snow, in engine compartments	No					
k) Relative humidity, not combined with rapid temperature changes, except in engine compartment of vehicles powered by internal combustion engines	75 %, +30 °C	60068-2-56: Cb	+30 °C, 85 % RH, 96 h	Test normally not required – see note 3		3)

continued

Explanatory notes for Table A.1 – Class 5K1

- 1) The test temperature is equivalent to the environmental parameter of IEC 60721-3-5 for this class. The choice of duration of 16 h is considered to be sufficient for most heat-dissipating equipment to demonstrate that their design is adequately tolerated to function at this temperature.
- 2) The test temperature is the nearest preferred value in IEC 60068-2-2. However, it is recommended that the test temperature is increased to +60 °C so as to reflect the conditions IEC 60721-3-1 for this class. The choice of the duration of 16 h is considered to be sufficient for most equipment to demonstrate that their design is adequately tolerated to survive this temperature.
- 3) These temperature and humidity conditions are within the standard atmospheric conditions as described in IEC 60068-1 and so no test is recommended.

Tableau A.1 – Catégorie 5K1 (suite)

CEI 60721-3-5 – Conditions climatiques		CEI 60068-2 – Essais climatiques				
Agent d'environnement ^a	Catégorie 5K1	Essai de la CEI 60068-2 le plus approchant		Essai recommandé		Notes n°
		Méthode d'essai	Sévérité	Méthode d'essai	Sévérité	
l) Humidité relative, non associée avec des variations rapides de température, dans les compartiments moteur des véhicules alimentés par des moteurs à combustion interne	Non					
m) Humidité relative, associée à des variations rapides de température, air/air, avec des taux d'humidité relative élevés. Non à proximité des systèmes de climatisation à air réfrigéré	Non					
n) Humidité relative, associée à des variations rapides de température, air/air, avec des taux d'humidité relative élevés. A proximité des systèmes de climatisation à air réfrigéré	Non					
o) Humidité absolue, associée avec des variations rapides de température, air/air avec une forte teneur en eau	Non					
p) Faible humidité relative	10 % +30 °C	Pas d'essai de la CEI 60068-2				4)
q) Basse pression atmosphérique	70 kPa	60068-2-13: M	70 kPa, 30 min	Essai normalement non requis – voir note 5)		5)
r) Mouvement du milieu avoisinant, air	Non					
s) Précipitations, pluie	Non					
t) Rayonnement solaire	Non					
u) Rayonnement, chaleur, autre que dans les compartiments moteur	Non					
v) Rayonnement, chaleur, dans les compartiments moteur	600 W/m ²	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis – voir note 6)		6)
w) Eau provenant de sources autres que la pluie	Non					
x) Mouillures	Non					

NOTE 'Non' dans la colonne catégorie signifie qu'il n'y a pas de condition spécifiée dans la CEI 60721-3-5.

^a Il n'y a pas de climatogramme proposé pour les catégories climatiques car ils ne font pas partie de la CEI 60721-3-5.

Notes explicatives pour le Tableau A.1 – Catégorie 5K1 (suite)

- 4) Il n'existe pas d'essai adapté dans la série CEI 60068-2. Les effets principaux de la faible humidité relative sont la fragilité, le retrait, la diminution de la résistance mécanique, l'augmentation de l'usure des surfaces de contact et le développement de charges électrostatiques. Les défauts typiques provoqués par le séchage sont les défauts mécaniques des parties non métalliques, les craquelures et les défauts électriques. Une faible humidité relative peut attirer des particules de poussière provoquant, par exemple, l'usure des surfaces de contact. Cet effet est à considérer lors du choix des matériaux et des composants destinés aux matériels de cette catégorie.
- 5) Pour les matériels hermétiquement fermés ou pour les matériels contenant ou traitant des liquides, l'essai M de la CEI 60068-2-13 est recommandé. Pour des applications normales dans lesquelles l'effet de la pression atmosphérique est évalué au niveau du composant, il n'est pas recommandé d'essai.
- 6) Il n'est pas recommandé d'essai. Il n'existe pas de méthode d'essai dans la CEI 60068-2 pour cette condition. Cet effet est considéré comme inclus dans l'essai de chaleur sèche (voir tableau, ligne 'd'). Pour les matériels installés à proximité de sources de fort rayonnement thermique, des précautions particulières peuvent être nécessaires, ou un essai supplémentaire à température élevée peut être requis.

Table A.1 – Class 5K1 (continued)

IEC 60721-3-5 – Climatic conditions		IEC 60068-2 – Climatic tests				
Environmental parameter ^a	Class 5K1	Nearest IEC 60068-2		Recommended test		Note n°
		Test method	Severity	Test method	Severity	
l) Relative humidity, not combined with rapid temperature changes, in engine compartment of vehicles powered by internal combustion engines	No					
m) Relative humidity, combined with rapid temperature changes: air/air at high relative humidities. Not in close proximity to refrigerated air conditioning systems	No					
n) Relative humidity, combined with rapid temperature changes: air/air at high relative humidities. In close proximity to refrigerated air conditioning systems.	No					
o) Absolute humidity, combined with rapid temperature changes: air/air at high water content.	No					
p) Low relative humidity	10 % +30 °C	No IEC 60068-2 test				4)
q) Low air pressure	70 kPa	60068-2-13: M	70 kPa, 30 min	Test normally not required – see note 5)		5)
r) Movement of surrounding medium, air	No					
s) Precipitation, rain	No					
t) Solar radiation	No					
u) Radiation: heat, not in engine compartments	No					
v) Radiation: heat, in engine compartments	600 W/m ²	No IEC 60068-2 test		Test normally not required – see note 6)		6)
w) Water from sources other than rain	No					
x) Wetness	No					

NOTE 'No' in the class column means that no IEC 60721-3-5 condition is specified.

^a No climatograms are shown for the climatic classes since they are not included in IEC 60721-3-5.

Explanatory notes for Table A.1 – Class 5K1 (continued)

- 4) No suitable IEC test available in the IEC 60068-2 series. The main effects of low relative humidity are embrittlement, shrinking, and impairment of mechanical strength, increase in wearing of contact surfaces and development of static charge. Typical faults caused by drying are mechanical faults of non-metallic parts, cracking and electrical faults. Low relative humidity may attract dust particles, which cause, for example, wearing of contact surfaces. This effect has to be considered when selecting materials and components for equipment for this class.
- 5) For sealed equipment or for equipment containing or processing liquids, test M of IEC 60068-2-13 is recommended. For normal applications where the effect of air pressure is evaluated at the component level, no test is recommended.
- 6) No test is recommended. There is no IEC 60068-2 test method for this condition. This effect is considered to be included in the dry heat test (see table line 'd'). For equipment mounted near sources of high heat radiation, special precautions may be necessary or an additional elevated temperature test may be required.

Tableau A.2 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-5 – Catégorie 5K4

(compartiments fermés ou partiellement ouverts – climats du monde entier)

CEI 60721-3-5 – Conditions climatiques		CEI 60068-2 – Essais climatiques				
Agent d'environnement	Catégorie 5K4	Essai de la CEI 60068-2 le plus approchant		Essai recommandé		Notes n°
		Méthode d'essai	Sévérité	Méthode d'essai	Sévérité	
a) Basse température de l'air	-65 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-1: Ab	-65 °C, 16 h	1)
b) Haute température de l'air dans des compartiments ventilés (sauf les compartiments moteur) ou air extérieur	+55 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-2: Bb	+55 °C, 16 h	2)
c) Haute température de l'air dans des compartiments non ventilés, sauf les compartiments moteur	+85 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-2: Bb	+85 °C, 16 h	2)
d) Température élevée, air dans les compartiments moteur	+85 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-2: Bb	+85 °C, 16 h	2)
e) Variation de température: air/air	-65 °C/ +30 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-14: Na	-65 °C jusqu'à température ambiante, 5 cycles $t_1 = 3 \text{ h}, t_2 < 3 \text{ min}$	3)
f) Variation progressive de la température, air/air, sauf dans les compartiments moteur	-65 °C/ +30 °C 5 °C/min	60068-2-14: Nb	-65 °C à +30 °C, 5 °C/min 2 cycles $t_1 = 3 \text{ h}$	Essai normalement non requis – voir note 4)		4)
g) Variation progressive de la température air/air, dans les compartiments moteur	-65 °C/ +70 °C 10 °C/min	60068-2-14: Nb	-65 °C à +70 °C, 5 °C/min 2 cycles $t_1 = 3 \text{ h}$	60068-2-14: Nb	-65 °C à +70 °C, 10 °C/min 2 cycles $t_1 = 3 \text{ h}$	5)
h) Variation de la température, air/eau, sauf dans les compartiments moteur	+55 °C/ +5 °C	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis – voir note 6)		6)
i) Variation de la température, air/eau, dans les compartiments moteur	+85 °C/ +5 °C	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis – voir note 6)		6)
j) Variation de la température, air/neige, dans les compartiments moteur	+70 °C/ -5 °C	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis – voir note 6)		6)
k) Humidité relative, non associée avec des variations rapides de température, sauf dans les compartiments moteur des véhicules alimentés par des moteurs à combustion interne	95 %, +50 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-56: Cb	+40 °C, 93 % HR, 96 h	7)
l) Humidité relative, non associée avec des variations rapides de température, dans les compartiments moteur des véhicules alimentés par des moteurs à combustion interne	95 %, +85 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-56: Cb	+55 °C, 93 % HR, 21 jours	8)

suite

Notes explicatives pour le Tableau A.2 – Catégorie 5K4

- 1) La température d'essai est équivalente à l'agent d'environnement de la CEI 60721-3-5 pour cette catégorie ; cependant il convient de prendre également en compte les effets du rayonnement solaire (voir la note 15). Le choix de la durée de 16 h est considéré comme suffisant pour la plupart des matériels dissipateurs d'énergie pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner à cette température.
- 2) La température d'essai est équivalente à l'agent d'environnement de la CEI 60721-3-5 pour cette catégorie. Le choix de la durée de 16 h est considéré comme suffisant pour la plupart des matériels dissipateurs d'énergie pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner à cette température.
- 3) L'essai de variation de la température est normalement utilisé pour vérifier les tolérances de la conception, et que la gamme de températures n'est pas importante. Cependant pour cette catégorie de la condensation peut se former, c'est pourquoi une gamme de températures est proposée qui englobe les températures inférieures dans le but de favoriser la condensation pour les matériels à faible dissipation d'énergie. Les conditions ambiantes, telles que décrites en introduction de ce rapport technique, sont proposées comme températures supérieures pour permettre l'utilisation de la méthode avec une seule étuve, permettant ainsi de réaliser l'essai à moindres coûts.
- 4) L'essai de variation de la température est normalement utilisé pour vérifier la robustesse de la conception, et que la gamme de températures n'est pas importante. Cependant, pour cette catégorie, de la condensation peut se former, c'est pourquoi une gamme de températures est proposée qui englobe les températures inférieures dans le but de favoriser la condensation pour les matériels à faible dissipation d'énergie. Pour la plupart des matériels cette condition n'est pas aussi sévère que la variation rapide de la température (voir la ligne 'e' du tableau), et par conséquent si l'essai de variation rapide de la température est réalisé, cet essai peut être omis.
- 5) La valeur de la vitesse de variation de la température spécifiée dans la CEI 60721-3-5 est de 10 °C/min ; cependant la valeur préférentielle la plus élevée de la CEI 60068-2-14 est de 5 °C/min. Il est recommandé d'utiliser la valeur d'essai de 10 °C/min, conformément à l'agent d'environnement.
- 6) Il n'existe pas d'essai spécifié dans la CEI 60068-2. L'effet de la variation rapide de température qui est subi par le matériel quand il pleut ou quand il neige en des lieux chauds, est partiellement couvert par l'essai de variation de température air/air (essai Na) et par conséquent il n'est pas recommandé d'essai supplémentaire.
- 7) Ces sévérités sont les valeurs préférentielles les plus proches de la CEI 60068-2-56 et les légères différences à la fois de température et d'humidité sont considérées comme insignifiantes. La durée de 96 h est considérée comme suffisante pour la plupart des matériels dissipateurs d'énergie afin de démontrer que la conception du matériel entre correctement dans les tolérances pour fonctionner avec cette humidité.
- 8) Il a été choisi la sévérité d'essai préférentielle la plus élevée concernant l'essai continu de chaleur humide même si les conditions de cet agent sont plus sévères. Il est par conséquent recommandé de choisir les composants en se souvenant de cette condition et en choisissant la durée la plus élevée correspondant à 21 jours.

Table A.2 – Recommended tests for IEC 60721-3-5 – Class 5K4

(enclosed or partly open compartments – worldwide climates)

IEC 60721-3-5 – Climatic conditions		IEC 60068-2 – Climatic tests				
Environmental parameter	Class 5K4	Nearest IEC 60068-2		Recommended test		Note n°
		Test method	Severity	Test method	Severity	
a) Low air temperature	–65 °C	As recommended test		60068-2-1: Ab	–65 °C, 16 h	1)
b) High temperature, air in ventilated compartments (except engine compartments) or outdoor air	+55 °C	As recommended test		60068-2-2: Bb	+55 °C, 16 h	2)
c) High temperature, air in unventilated compartments except engine compartments	+85 °C	As recommended test		60068-2-2: Bb	+85 °C, 16 h	2)
d) High temperature, air in engine compartments	+85 °C	As recommended test		60068-2-2: Bb	+85 °C, 16 h	2)
e) Change of temperature: air/air	–65 °C/ +30 °C	As recommended test		60068-2-14: Na	–65 °C to ambient, 5 cycles $t_1 = 3$ h, $t_2 < 3$ min	3)
f) Gradual change of temperature, air/air, except engine compartments	–65 °C/ +30 °C 5 °C/min	60068-2-14: Nb	–65 °C to + 30 °C, 5 °C/min 2 cycles $t_1 = 3$ h	Test normally not required - see note 4)		4)
g) Gradual change of temperature, air/air, in engine compartments	–65 °C/ +70 °C 10 °C/min	60068-2-14: Nb	–65 °C to +70 °C, 5 °C/min 2 cycles $t_1 = 3$ h	60068-2-14: Nb	–65 °C to +70 °C, 10 °C/min 2 cycles $t_1 = 3$ h	5)
h) Change of temperature, air/water, except in engine compartments	+55 °C/ +5 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 6)		6)
i) Change of temperature, air/water, in engine compartments	+85 °C/ +5 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 6)		6)
j) Change of temperature, air/snow, in engine compartments	+70 °C/ –5 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 6)		6)
k) Relative humidity, not combined with rapid temperature changes, except in engine compartment of vehicles powered by internal combustion engines	95 %, +50 °C	As recommended test		60068-2-56: Cb	+40 °C, 93 % RH, 96 h	7)
l) Relative humidity, not combined with rapid temperature changes, in engine compartment of vehicles powered by internal combustion engines	95 %, +85 °C	As recommended test		60068-2-56: Cb	+55 °C, 93 % RH, 21 days	8)

continued

Explanatory notes for Table A.2 – Class 5K4

- 1) The test temperature is equivalent to the environmental parameter of IEC 60721-3-5 for this class; however, the effects of solar irradiation should also be taken into account (see note 15). The choice of the duration of 16 h is considered to be sufficient for most heat-dissipating equipment to demonstrate that their design is adequately tolerated to function at this temperature.
- 2) The test temperature is equivalent to the environmental parameter of IEC 60721-3-5 for this class. The choice of the duration of 16 h is considered to be sufficient for most heat-dissipating equipment to demonstrate that their design is adequately tolerated to function at this temperature.
- 3) The change of temperature test is normally used to check design tolerancing and the range is not important. However, in this class condensation may occur, so a range is proposed which encompasses the lower temperatures in order to promote condensation for low heat-dissipating equipment. Ambient conditions as described in the introduction section of this technical report are proposed as the upper temperature to allow the single chamber method to be used, thus making the test economical to perform.
- 4) The change of temperature test is normally used to check design tolerancing and the range is not important. However, in this class, condensation may occur, so a range is proposed which encompasses the lower temperatures in order to promote condensation for low heat-dissipating equipment. For most equipment, this condition is not as severe as the rapid temperature change (see table line 'e') and so if the rapid change of temperature test is performed, this test can be omitted.
- 5) The specified IEC 60721-3-5 value of rate of change is 10 °C/min; however, the highest preferred value in IEC 60068-2-14 is 5 °C/min; it is recommended that the test value of 10 °C/min be used, according to the environmental parameter.
- 6) No specified IEC 60068-2 test exists. The effect of rapid temperature change which is experienced by equipment when it either rains or snows in a warm location is partially covered by the change of temperature air/air (test Na) and therefore no additional testing is recommended.
- 7) These severities are the nearest preferred values in IEC 60068-2-56 and the minor changes in both temperature and humidity are considered to be insignificant. The duration of 96 h is considered to be sufficient for most heat-dissipating equipment to demonstrate that their design is adequately tolerated to function at this humidity.
- 8) The highest preferred test severity of the damp heat, steady-state test has been chosen, although the conditions in this parameter are more severe. It is therefore recommended that components are chosen with this condition in mind and that the highest duration of 21 days is chosen.

Tableau A.2 – Catégorie 5K4 (suite)

CEI 60721-3-5 – Conditions climatiques		CEI 60068-2 – Essais climatiques				
Agent d'environnement	Catégorie 5K4	Essai de la CEI 60068-2 le plus approchant		Essai recommandé		Notes n°
		Méthode d'essai	Sévérité	Méthode d'essai	Sévérité	
m) Humidité relative, associée à des variations rapides de température, air/air, avec des taux d'humidité relative élevés. Non à proximité des systèmes de climatisation à air réfrigéré	95 %, -65 °C/ +30 °C	Selon l'essai recommandé		Chaleur humide, essai continu (essai Cb dans ce tableau) immédiatement suivi par l'essai de variation rapide de la température (essai Na)		9)
n) Humidité relative, associée à des variations rapides de température, air/air, avec des taux d'humidité relative élevés. A proximité des systèmes de climatisation à air réfrigéré	95 %, +10 °C/ +85 °C	Selon l'essai recommandé		Chaleur humide, essai continu (essai Cb dans ce tableau) immédiatement suivi par l'essai de variation rapide de la température (essai Na)		9)
o) Humidité absolue, associée avec des variations rapides de température, air/air avec une forte teneur en eau	80 g/m ³ +85 °C/ +15 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-30: Db variante 2	+55 °C, 90-100 % HR 2 cycles	10)
p) Faible humidité relative	10 % +30 °C	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 11)		11)
q) Basse pression atmosphérique	70 kPa	60068-2-13: M	70 kPa, 30 min	Essai normalement non requis - voir note 12)		12)
r) Mouvement du milieu avoisinant, air	30 m/s	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 13)		13)
s) Précipitations, pluie	15 mm/min	Selon l'essai recommandé		60068-2-18: Rb méthode 2.2	Exposition: 3 min/m ² Durée: 15 min minimum	14)
t) Rayonnement solaire	1 120 W/m ²	60068-2-5: Sa Procédure C	1 120 W/m ² , 72 h, +40 °C	Ajouter 15 °C à l'essai de chaleur sèche et évaluer les matériaux par rapport aux réactions photochimiques		15)
u) Rayonnement, chaleur, autre que dans les compartiments moteur	600 W/m ²	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 16)		16)
v) Rayonnement, chaleur, dans les compartiments moteur	1 200 W/m ²	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 16)		16)
w) Eau provenant de sources autres que la pluie	3,0 m/s	Pas d'essai de la CEI 60068-2		60068-2-18: Ra/Rb	Voir note 17)	17)
x) Mouillures - Conditions de surfaces humides		Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 18)		18)

Notes explicatives pour le Tableau A.2 – Catégorie 5K4 (suite)

- 9) Cette condition ne peut pas être vérifiée dans la pratique en raison de contraintes physiques. Cependant, elle peut être approchée en effectuant un essai d'humidité composite avec l'essai d'humidité continu, immédiatement suivi de l'essai de variation rapide de température avec omission des périodes de pré et post conditionnement existant entre les deux essais. En réalisant l'essai composite de cette manière, les effets de la condition sont considérés comme correctement démontrés. Si cet essai composite est réalisé, l'utilisateur peut décider que les essais individuels (voir tableau lignes 'e' et 'k/l') peuvent être omis. Ceci serait particulièrement recommandé si le matériel était contrôlé tout au long de l'essai.
- 10) Ceci est la condition maximale préférentielle d'essai cyclique de chaleur humide et elle est considérée comme satisfaisante pour démontrer les effets de cette condition, (la condition d'essai d'humidité absolue étant plus importante et la température étant inférieure). La durée des deux cycles (48 h) est considérée comme satisfaisante pour la plupart des matériels. La variante 2 de l'essai Db est choisie car elle vérifie correctement la condition et elle est plus simple à réaliser que la variante 1.
- 11) Il n'existe pas d'essai adapté dans la série CEI 60068-2. Les effets principaux de la faible humidité relative sont la fragilité, le retrait, la diminution de la résistance mécanique, l'augmentation de l'usure des surfaces de contact et le développement de charges électrostatiques. Les défauts typiques provoqués par le séchage sont les défauts mécaniques des parties non métalliques, les craquelures et les défauts électriques. Une faible humidité relative peut attirer des particules de poussière provoquant, par exemple, l'usure des surfaces de contact. Cet effet est à considérer lors du choix des matériaux et des composants destinés aux matériels de cette catégorie.
- 12) Pour les matériels hermétiquement fermés ou pour les matériels contenant ou traitant des liquides, l'essai M de la CEI 60068-2-13 est recommandé. Pour des applications normales dans lesquelles l'effet de la pression atmosphérique est évalué au niveau du composant, Il n'est pas recommandé d'essai.
- 13) Il n'existe pas d'essai adapté dans la CEI 60068-2, cependant il convient de prendre des précautions particulières, notamment pour les matériels de grandes dimensions, et l'utilisateur peut être amené à développer sa propre méthodologie si la condition est à évaluer.
- 14) La CEI 60068-2-18 recommande l'essai Ra 1 pour les matériels exposés à la pluie. Cependant cet essai ne correspond pas à l'intensité de la pluie de cette catégorie de la CEI 60721 et cet essai n'est pas réalisable pour les articles de grandes dimensions. L'essai Rb 2.2 est par conséquent recommandé car c'est un essai simple, reproductible et qui peut être réalisé sur des matériels de toutes les tailles.
- 15) La procédure d'essai C de la CEI 60068-2-5 destinée à simuler les effets du rayonnement solaire au niveau du sol est choisie car elle produit un rayonnement continu permettant l'évaluation des effets de la photodégradation. La sévérité de cette catégorie est de $1\ 120\ \text{W/m}^2$, ce qui correspond à la condition d'essai contenue dans l'essai Sa de la CEI 60068-2-5.

Les essais d'exposition solaire ne sont pas considérés comme satisfaisants, car il est difficile de reproduire le rayonnement réel constaté dans la pratique. Il est recommandé que cette condition soit évaluée en augmentant la température de l'essai de chaleur sèche de $15\ ^\circ\text{C}$ et en évaluant les matériaux et les composants par rapport aux réactions photochimiques. Pour plus d'informations, voir la CEI 60721-4-0.

Les matériels peuvent être protégés contre les effets du rayonnement solaire, par exemple en adaptant des écrans thermiques efficaces, auquel cas l'essai à température élevée de chaleur sèche peut être omis ou réduit en sévérité selon l'efficacité des précautions prises. Il serait de bonne pratique de modéliser de telles précautions pour donner confiance en l'aptitude du matériel à résister aux effets du rayonnement solaire.

Avec ce niveau de rayonnement solaire, les températures de surface peuvent être supérieures de $25\ ^\circ\text{C}$ par rapport à la température ambiante. La température de surface peut également chuter pendant la nuit en raison du rayonnement calorifique (CEI 60721-2-4). Il convient de prendre ces effets en compte quand on choisit les matériaux et il convient de tenir compte d'un essai réduit de température pour l'essai à basse température (essai Ab/Ad).

- 16) Il n'est pas recommandé d'essai. Il n'existe pas de méthode d'essai dans la CEI 60068-2 pour cette condition. L'effet de cette condition est considéré comme inclus dans l'essai de chaleur sèche (voir les lignes 'c' ou 'd' du tableau). Pour les matériels installés à proximité de sources de forts rayonnements thermiques, des précautions particulières peuvent être nécessaires, ou un essai supplémentaire à température élevée peut être requis.
- 17) La source d'eau n'est pas donnée dans la CEI 60721-3-5. L'utilisateur aura à choisir dans la CEI 60068-2-18 l'essai approprié en même temps que la durée et la sévérité d'essai. A titre de guide, ce qui suit peut aider l'utilisateur dans le choix d'un essai adapté :
- a) **Chute de gouttes d'eau** : Si le matériel est normalement protégé contre la pluie, mais qu'il peut être exposé aux gouttes d'eau issues de la condensation ou de fuites en provenance des surfaces supérieures, la CEI 60068-2-18: Ra 2 est la méthode préférentielle (Dispositif générateur de gouttes d'eau, avec une hauteur de chute des gouttes de 2 m, un angle d'oscillation de 0° et une durée de 1 h).
 - b) **Projections d'eau** : Si le matériel peut être exposé à des projections provenant des roues, les méthodes préférentielles sont les méthodes Rb 2.1 et Rb 2.2 de la CEI 60068-2-18 (Essais Rb 2.1 - Tube oscillant ou Rb - 2.2 - Appareil d'arrosage portatif - $1\ \text{min/m}^2$, 30 min maximum)
 - c) **Ruissellement** : Si le matériel peut être exposé à des chasses d'eau ou des évacuations d'eau, la CEI 60068-2-18: Rb 3 est la méthode préférentielle (arrosage à la lance).
 - d) **Jets d'eau** : Si des jets d'eau peuvent se produire sur le matériel, choisir la CEI 60068-2-18: Essais Ra ou Rb pour démontrer que le matériel est conçu pour fonctionner dans ces conditions.
- 18) On ne recommande pas d'essai. Il n'existe pas de valeur dans la CEI 60721-3-5 pour les surfaces humides. L'effet de surfaces humides est partiellement produit par plusieurs autres essais faisant partie de cette catégorie (voir par exemple l'essai de pluie à la ligne 's' du tableau), et il convient d'en tenir compte lors du choix des matériaux. Il n'est pas possible de donner une valeur pour les surfaces humides. L'effet peut être plus sévère que l'effet de pluie car il peut être continu et la différence de concentration en oxygène augmente la corrosion sur une surface qui se trouve au contact d'une autre surface. Ceci peut accélérer les réactions de corrosion électrochimique, en particulier si les deux surfaces sont faites de métaux différents.

Table A.2 – Class 5K4 (continued)

IEC 60721-3-5 – Climatic conditions		IEC 60068-2 – Climatic tests				
Environmental parameter	Class 5K4	Nearest IEC 60068-2		Recommended test		Note n°
		Test method	Severity	Test method	Severity	
m) Relative humidity, combined with rapid temperature changes: air/air at high relative humidities. Not in close proximity to refrigerated air conditioning systems	95 %, –65 °C/ +30 °C	As recommended test		Damp heat, steady-state test (test Cb in this table) followed immediately by the rapid change of temperature test (test Na)		9)
n) Relative humidity, combined with rapid temperature changes: air/air at high relative humidities. In close proximity to refrigerated air conditioning systems.	95 %, +10 °C/ +85 °C	As recommended test		Damp heat, steady-state test (test Cb in this table) followed immediately by the rapid change of temperature test (test Na)		9)
o) Absolute humidity, combined with rapid temperature changes: air/air with high water content.	80 g/m ³ +85 °C/ +15 °C	As recommended test		60068-2-30: Db variant 2	+55 °C, 90-100 % RH 2 cycles	10)
p) Low relative humidity	10 % +30 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 11)		11)
q) Low air pressure	70 kPa	60068-2-13: M	70 kPa, 30 min	Test normally not required - see note 12)		12)
r) Movement of surrounding medium, air	30 m/s	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 13)		13)
s) Precipitation, rain	15 mm/min	As recommended test		60068-2-18: Rb method 2.2	Exposure: 3 min/m ² Duration: 15 min minimum	14)
t) Solar radiation	1 120 W/m ²	60068-2-5: Sa Procedure C	1 120 W/m ² , 72 h, +40 °C	Add 15 °C to the dry heat test and evaluate materials for photochemical reactions		15)
u) Radiation: heat, not in engine compartments	600 W/m ²	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 16)		16)
v) Radiation: heat, in engine compartments	1 200 W/m ²	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 16)		16)
w) Water from sources other than rain	3,0 m/s	No IEC 60068-2 test		60068-2-18: Ra/Rb	See note 17)	17)
x) Wetness - conditions of wet surfaces		No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 18)		18)

Explanatory notes for Table A.2 – Class 5K4 (continued)

- 9) This condition cannot be practically tested due to constraints of physics. However, it may be approximated by conducting a composite test with the steady-state humidity test followed immediately by the rapid change in temperature test, with the pre- and post-conditioning periods omitted between the two tests. By conducting a composite test in this way, the effects of the condition are considered to be adequately demonstrated. If this composite test is performed, the user may decide that the individual tests (table line 'e' and 'k/l') may be omitted. This would be particularly recommended if the equipment is monitored throughout the test.
- 10) This is the maximum preferred damp heat cyclic test severity and is considered to be adequate to demonstrate the effects of this condition (the test severity's absolute humidity being higher and the temperature lower). The duration of two cycles (48 h) is considered adequate for most equipment. Variant 2 of test Db is chosen since it adequately tests the condition and is simpler to perform than variant 1.
- 11) No suitable IEC test available in the IEC 60068-2 series. The main effects of low relative humidity are embrittlement, shrinking, and impairment of mechanical strength, increase in wearing of contact surfaces and development of electrostatic charge. Typical faults caused by drying are mechanical faults of non-metallic parts, cracking and electrical faults. Low relative humidity may attract dust particles, which cause, for example, wearing of contact surfaces. This effect has to be considered when selecting materials and components for equipment for this class.
- 12) For sealed equipment or for equipment containing or processing liquids, test M of IEC 60068-2-13 is recommended. For normal applications where the effect of air pressure is evaluated at the component level, no test is recommended.
- 13) No suitable test exists in IEC 60068-2; however, special precautions should be taken, especially for large equipment and the user may have to develop his own methodology if the condition is to be evaluated.
- 14) IEC 60068-2-18 recommends test Ra 1 for equipment exposed to rain. However this does not correspond to the rain intensity of this IEC 60721 class and is not practicable for large items. Test Rb 2.2 is therefore recommended since it is a simple, repeatable test, which can be performed on equipment of all sizes.
- 15) The IEC 60068-2-5 procedure C test for simulating the effects of solar radiation at ground level is chosen since it produces continuous irradiation, thus allowing assessment of photodegradation effects. The severity of this class is 1 120 W/m² which corresponds to the test condition contained in IEC 60068-2-5:Sa.

Solar tests are not considered satisfactory, since it is difficult to replicate the actual radiation experienced in practice. It is recommended that this condition should be evaluated by increasing the temperature of the dry heat test by 15 °C and evaluating materials and components for photochemical reactions. For more information see IEC 60721-4-0.

Equipment may be protected against the effect of solar radiation, for example, by the fitting of efficient heat shields, in which case the elevated temperature for the dry heat test can be omitted or reduced in severity depending on the effectiveness of the precautions. It should be normal practice to model such precautions in order to give confidence in the ability of the equipment to resist the effect of solar radiation.

With this level of solar radiation, surface temperatures may be as high as 25 °C above ambient. Surface temperature can also fall at night due to heat irradiation (see IEC 60721-2-4). These effects should be taken into account when selecting materials and a reduced temperature test should be considered for the low temperature test (test Ab/Ad).

- 16) No test is recommended. There is no IEC 60068-2 test method for this condition. The effect of this condition is considered to be included in the dry heat test (see table line 'c' or 'd'). For equipment mounted near sources of high heat radiation, special precautions may be necessary or an additional elevated temperature test may be required.
- 17) The source of water is not given in IEC 60721-3-5. The user will have to select the appropriate test together with the duration and test severity from IEC 60068-2-18. As a guide the following may assist the user in the selection of a suitable test:
- a) **Dripping water:** If the equipment is normally protected from rain, but likely to be exposed to falling drops from condensation or leakage from upper surfaces, IEC 60068-2-18: Ra 2 - drip box with a 2 m drop height, a tilt angle of 0°, and a 1 h duration is the preferred method.
 - b) **Spraying water:** If the equipment is likely to be exposed to water spray from wheels, IEC 60068-2-18 tests Rb 2.1 - oscillating tube - or Rb 2.2 hand-held shower, 1 min/m², 30 min maximum, are the preferred methods.
 - c) **Splashing water:** If the equipment is likely to be exposed to flushing or sluicing water, IEC 60068-2-18: Rb 3 - hosing - is the preferred method.
 - d) **Water jets:** If jets of water are likely to strike the equipment, choose from either IEC 60068-2-18: Ra or Rb test to demonstrate that the equipment is designed to function under these conditions.
- 18) No test is recommended, as no value is available in IEC 60721-3-5 for wet surfaces. The effect of wet surfaces is partially produced by several other tests in this class (see for example table line 's' rain test) and should be taken into account when selecting materials. It is not possible to give any values to wet surfaces. The effect can be more severe than the effect of rain because it may be continuous and the oxygen concentration difference increases the corrosion in a surface which is in contact with another surface. This can accelerate electrochemical corrosion reactions, especially if the two surfaces are of different metals.

Tableau A.3 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-5 – Catégorie 5K4H

(compartiments fermés ou partiellement ouverts – climat du monde entier avec des températures basses limitées, comme pour la catégorie 3.2)

CEI 60721-3-5 – Conditions climatiques		CEI 60068-2 – Essais climatiques				
Agent d'environnement	Catégorie 5K4H	Essai de la CEI 60068-2 le plus approchant		Essai recommandé		Notes n°
		Méthode d'essai	Sévérité	Méthode d'essai	Sévérité	
a) Basse température de l'air	-25 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-1: Ab	-25 °C, 16 h	1)
b) Haute température de l'air dans des compartiments ventilés (sauf les compartiments moteur) ou air extérieur	+55 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-2: Bb	+55 °C, 16 h	2)
c) Haute température de l'air dans des compartiments non ventilés, sauf les compartiments moteur	+85 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-2: Bb	+85 °C, 16 h	2)
d) Température élevée, air dans les compartiments moteur	+85 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-2: Bb	+85 °C, 16 h	2)
e) Variation de température: air/air	-25 °C/ +30 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-14: Na	-25 °C jusqu'à la température ambiante, 5 cycles $t_1 = 3 \text{ h}, t_2 < 3 \text{ min}$	3)
f) Variation progressive de la température, air/air, sauf dans les compartiments moteur	-25 °C/ +30 °C 5 °C/min	60068-2-14: Nb	-25 °C à +30 °C, 5 °C/min 2 cycles $t_1 = 3 \text{ h}$	Essai normalement non requis - voir note 4)		4)
g) Variation progressive de la température air/air, dans les compartiments moteur	-25 °C/ +70 °C 10 °C/min	60068-2-14: Nb	-25 °C à +70 °C, 5 °C/min 2 cycles $t_1 = 3 \text{ h}$	60068-2-14: Nb	-25 °C à +70 °C, 10 °C/min 2 cycles $t_1 = 3 \text{ h}$	5)
h) Variation de la température, air/eau, sauf dans les compartiments moteur	+55 °C/ +5 °C	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 6)		6)
i) Variation de la température, air/eau, dans les compartiments moteur	+85 °C/ +5 °C	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 6)		6)
j) Variation de la température, air/neige, dans les compartiments moteur	+70 °C/ -5 °C	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 6)		6)
k) Humidité relative, non associée avec des variations rapides de température, sauf dans les compartiments moteur des véhicules alimentés par des moteurs à combustion interne	95 %, +50 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-56: Cb	+40 °C, 93 % HR, 96 h	7)
l) Humidité relative, non associée avec des variations rapides de température, dans les compartiments moteur des véhicules alimentés par des moteurs à combustion interne	95 %, +85 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-56: Cb	+55 °C, 93 % HR, 21 jours	8)

suite

Notes explicatives pour le Tableau A.3 – Catégorie 5K4H

- 1) La température d'essai est équivalente à l'agent d'environnement de la CEI 60721-3-5 pour cette catégorie; cependant il convient de prendre également en compte les effets du rayonnement solaire (voir la note 15). Le choix de la durée de 16 h est considéré comme suffisant pour la plupart des matériels dissipateurs d'énergie pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner à cette température.
- 2) La température d'essai est équivalente à l'agent d'environnement de la CEI 60721-3-5 pour cette catégorie. Le choix de la durée de 16 h est considéré comme suffisant pour la plupart des matériels dissipateurs d'énergie pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner à cette température.
- 3) L'essai de variation de la température est normalement utilisé pour vérifier les tolérances de la conception, et que la gamme de températures n'est pas importante. Cependant pour cette catégorie de la condensation peut se former, c'est pourquoi une gamme de températures est proposée qui englobe les températures inférieures dans le but de favoriser la condensation pour les matériels à faible dissipation d'énergie. Les conditions ambiantes, telles que décrites dans l'introduction de ce rapport technique, sont proposées comme températures supérieures pour permettre l'utilisation de la méthode avec une seule étuve, permettant ainsi de réaliser l'essai à moindres coûts.
- 4) L'essai de variation de la température est normalement utilisé pour vérifier la robustesse de la conception, et la gamme de températures n'est pas importante. Cependant, pour cette catégorie, de la condensation peut se former, c'est pourquoi une gamme de températures est proposée qui englobe les températures inférieures dans le but de favoriser la condensation pour les matériels à faible dissipation d'énergie. Pour la plupart des matériels cette condition n'est pas aussi sévère que la variation rapide de la température (voir la ligne 'e' du tableau), et par conséquent si l'essai de variation rapide de la température est réalisé, cet essai peut être omis.
- 5) La valeur de la vitesse de variation de la température spécifiée dans la CEI 60721-3-5 est de 10 °C/min ; cependant la valeur préférentielle la plus élevée de la CEI 60068-2-14 est de 5 °C/min. Il est recommandé d'utiliser la valeur d'essai de 10 °C/min, conformément à l'agent d'environnement.
- 6) Il n'existe pas d'essai spécifié dans la CEI 60068-2. L'effet de la variation rapide de température qui est subi par le matériel quand il pleut ou quand il neige en des lieux chauds, est partiellement couvert par l'essai de variation de température air/air (essai Na) et par conséquent il n'est pas recommandé d'essai supplémentaire.
- 7) Ces sévérités sont les valeurs préférentielles les plus proches de la CEI 60068-2-56 et les légères différences à la fois de température et d'humidité sont considérées comme insignifiantes. La durée de 96 h est considérée comme suffisante pour la plupart des matériels dissipateurs d'énergie afin de démontrer que la conception du matériel entre correctement dans les tolérances pour fonctionner avec cette humidité.
- 8) Il a été choisi la sévérité d'essai préférentielle la plus élevée concernant l'essai continu de chaleur humide même si les conditions de cet agent sont plus sévères. Il est par conséquent recommandé de choisir les composants en se souvenant de cette condition et en choisissant la durée la plus élevée correspondant à 21 jours.

Table A.3 – Recommended tests for IEC 60721-3-5 – Class 5K4H

(enclosed or partly open compartments – worldwide climate with restricted low temperatures, as for class 3.2)

IEC 60721-3-5 – Climatic conditions		IEC 60068-2 – Climatic tests				
Environmental parameter	Class 5K4H	Nearest IEC 60068-2		Recommended test		Note n°
		Test method	Severity	Test method	Severity	
a) Low air temperature	–25 °C	As recommended test		60068-2-1: Ab	–25 °C, 16 h	1)
b) High temperature, air in ventilated compartments (except engine compartments) or outdoor air	+55 °C	As recommended test		60068-2-2: Bb	+55 °C, 16 h	2)
c) High temperature, air in unventilated compartments except engine compartments	+85 °C	As recommended test		60068-2-2: Bb	+85 °C, 16 h	2)
d) High temperature, air in engine compartments	+85 °C	As recommended test		60068-2-2: Bb	+85 °C, 16 h	2)
e) Change of temperature: air/air	–25 °C/ +30 °C	As recommended test		60068-2-14: Na	–25 °C to ambient, 5 cycles $t_1 = 3 \text{ h}, t_2 < 3 \text{ min}$	3)
f) Gradual change of temperature, air/air, except engine compartments	–25 °C/ +30 °C 5 °C/min	60068-2-14: Nb	–25 °C to +30 °C, 5 °C/min 2 cycles $t_1 = 3 \text{ h}$	Test normally not required - see note 4)		4)
g) Gradual change of temperature, air/air, in engine compartments	–25 °C/ +70 °C 10 °C/min	60068-2-14: Nb	–25 °C to +70 °C, 5 °C/min 2 cycles $t_1 = 3 \text{ h}$	60068-2-14: Nb	–25 °C to +70 °C, 10 °C/min 2 cycles $t_1 = 3 \text{ h}$	5)
h) Change of temperature, air/water, except in engine compartments	+55 °C/ +5 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 6)		6)
i) Change of temperature, air/water, in engine compartments	+85 °C/ +5 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 6)		6)
j) Change of temperature, air/snow, in engine compartments	+70 °C/ –5 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 6)		6)
k) Relative humidity, not combined with rapid temperature changes, except in engine compartment of vehicles powered by internal combustion engines	95 %, +50 °C	As recommended test		60068-2-56: Cb	+40 °C, 93 % RH, 96 h	7)
l) Relative humidity, not combined with rapid temperature changes, in engine compartment of vehicles powered by internal combustion engines	95 %, +85 °C	As recommended test		60068-2-56: Cb	+55 °C, 93 % RH, 21 days	8)

continued

Explanatory notes for Table A.3 – Class 5K4H

- 1) The test temperature is equivalent to the environmental parameter of IEC 60721-3-5 for this class; however, the effects of solar irradiation should also be taken into account (see note 15). The choice of the duration of 16 h is considered to be sufficient for most heat-dissipating equipment to demonstrate that their design is adequately tolerated to function at this temperature.
- 2) The test temperature is equivalent to the environmental parameter of IEC 60721-3-5 for this class. The choice of the duration of 16 h is considered to be sufficient for most heat-dissipating equipment to demonstrate that their design is adequately tolerated to function at this temperature.
- 3) The change of temperature test is normally used to check design tolerancing and the range is not important. However, in this class condensation may occur, so a range is proposed which encompasses the lower temperatures in order to promote condensation for low heat-dissipating equipment. Ambient conditions as described in the introduction section of this technical report are proposed as the upper temperature to allow the single chamber method to be used, thus making the test economical to perform.
- 4) The change of temperature test is normally used to check design tolerancing and the range is not important. However, in this class condensation may occur, so a range is proposed which encompasses the lower temperatures in order to promote condensation for low heat-dissipating equipment. For most equipment, this condition is not as severe as the rapid temperature change (see table line 'e') and so if the rapid change of temperature test is performed, this test can be omitted.
- 5) The specified IEC 60721-3-5 value of rate of change is 10 °C/min; however, the highest preferred value in IEC 60068-2-14 is 5 °C/min. It is recommended that the test value of 10 °C/min is used, according to the environmental parameter.
- 6) No specified IEC 60068-2 test exists. The effect of rapid temperature change which is experienced by equipment when it either rains or snows in a warm location is partially covered by the change of temperature air/air (test Na) and therefore no additional testing is recommended.
- 7) These severities are the nearest preferred values in IEC 60068-2-56 and the minor changes in both temperature and humidity are considered to be insignificant. The duration of 96 h is considered to be sufficient for most heat-dissipating equipment to demonstrate that their design is adequately tolerated to function at this humidity.
- 8) The highest preferred test severity of the damp heat, steady-state test has been chosen, although the conditions in this parameter are more severe. It is therefore recommended that components are chosen with this condition in mind and that the highest duration of 21 days is chosen.

Tableau A.3 – Catégorie 5K4H (suite)

CEI 60721-3-5 – Conditions climatiques		CEI 60068-2 – Essais climatiques					
Agent d'environnement	Catégorie 5K4H	Essai de la CEI 60068-2 le plus approchant		Essai recommandé		Notes n°	
		Méthode d'essai	Sévérité	Méthode d'essai	Sévérité		
m)	Humidité relative, associée à des variations rapides de température, air/air, avec des taux d'humidité relative élevés. Non à proximité des systèmes de climatisation à air réfrigéré	95 %, -25 °C/ +30 °C	Selon l'essai recommandé		Chaleur humide, essai continu (essai Cb dans ce tableau) immédiatement suivi par l'essai de variation rapide de la température (essai Na)		9)
n)	Humidité relative, associée à des variations rapides de température, air/air, avec des taux d'humidité relative élevés. A proximité des systèmes de climatisation à air réfrigéré	95 %, +10 °C/ +85 °C	Selon l'essai recommandé		Chaleur humide, essai continu (essai Cb dans ce tableau) immédiatement suivi par l'essai de variation rapide de la température (essai Na)		9)
o)	Humidité absolue, associée avec des variations rapides de température, air/air avec une forte teneur en eau	80 g/m ³ +85 °C/ +15 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-30: Db variante 2	+55 °C, 90 à 100 % HR 2 cycles	10)
p)	Faible humidité relative	10 % +30 °C	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 11)		11)
q)	Basse pression atmosphérique	70 kPa	60068-2-13: M	70 kPa, 30 min	Essai normalement non requis - voir note 12)		12)
r)	Mouvement du milieu avoisinant, air	30 m/s	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 13)		13)
s)	Précipitations, pluie	15 mm/min	Selon l'essai recommandé		60068-2-18: Rb méthode 2.2	Exposition: 3 min/m ² Durée: 15 min minimum	14)
t)	Rayonnement solaire	1 120 W/m ²	60068-2-5:Sa Procédure C	1 120 W/m ² , 72 h, +40 °C	Ajouter 15 °C à l'essai de chaleur sèche et évaluer les matériaux par rapport aux réactions photochimiques		15)
u)	Rayonnement, chaleur, autre que dans les compartiments moteur	600 W/m ²	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 16)		16)
v)	Rayonnement, chaleur, dans les compartiments moteur	1 200 W/m ²	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 16)		16)
w)	Eau provenant de sources autres que la pluie	3,0 m/s	Pas d'essai de la CEI 60068-2		60068-2-18: Ra/Rb	Voir note 17)	17)
x)	Mouillure - Conditions de surfaces humides		Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 18)		18)

Notes explicatives pour le Tableau A.3 – Catégorie 5K4H (suite)

- 9) Cette condition ne peut pas être vérifiée dans la pratique en raison de contraintes physiques. Cependant, elle peut être approchée en effectuant un essai d'humidité composite avec l'essai d'humidité continu, immédiatement suivi de l'essai de variation rapide de température avec omission des périodes de pré et post conditionnement existant entre les deux essais. En réalisant l'essai composite de cette manière, les effets de la condition sont considérés comme correctement démontrés. Si cet essai composite est réalisé, l'utilisateur peut décider que les essais individuels (voir les lignes 'e' et 'k/l' du tableau) peuvent être omis. Ceci serait particulièrement recommandé si le matériel était contrôlé tout au long de l'essai.
- 10) Ceci est la condition maximale préférentielle d'essai cyclique de chaleur humide et elle est considérée comme satisfaisante pour démontrer les effets de cette condition, (la condition d'essai d'humidité absolue étant plus importante et la température étant inférieure). La durée des deux cycles (48 h) est considérée comme satisfaisante pour la plupart des matériels. La variante 2 de l'essai Db est choisie car elle vérifie correctement la condition et car elle est plus simple à réaliser que la variante 1.
- 11) Il n'existe pas d'essai adapté dans la série CEI 60068-2. Les effets principaux de la faible humidité relative sont la fragilité, le retrait, la diminution de la résistance mécanique, l'augmentation de l'usure des surfaces de contact et le développement de charges électrostatiques. Les défauts typiques provoqués par le séchage sont les défauts mécaniques des parties non métalliques, les craquelures et les défauts électriques. Une faible humidité relative peut attirer des particules de poussière provoquant, par exemple, l'usure des surfaces de contact. Cet effet est à considérer lors du choix des matériaux et des composants destinés aux matériels de cette catégorie.
- 12) Pour les matériels hermétiquement fermés ou pour les matériels contenant ou traitant des liquides, l'essai M de la CEI 60068-2-13 est recommandé. Pour des applications normales dans lesquelles l'effet de la pression atmosphérique est évalué au niveau du composant, il n'est pas recommandé d'essai.
- 13) Il n'existe pas d'essai adapté dans la CEI 60068-2, cependant il convient de prendre des précautions particulières, notamment pour les matériels de grandes dimensions, et l'utilisateur peut être amené à développer sa propre méthodologie si la condition est à évaluer.
- 14) La CEI 60068-2-18 recommande l'essai Ra 1 pour les matériels exposés à la pluie. Cependant cet essai ne correspond pas à l'intensité de la pluie de cette catégorie de la CEI 60721 et cet essai n'est pas faisable pour les articles de grandes dimensions. L'essai Rb 2.2 est par conséquent recommandé car c'est un essai simple, reproductible et qui peut être réalisé sur des matériels de toutes les tailles.
- 15) La méthode d'essai C de la CEI 60068-2-5 destinée à simuler les effets du rayonnement solaire au niveau du sol est choisie car elle produit un rayonnement continu permettant l'évaluation des effets de la photodégradation. La sévérité de cette catégorie est de $1\,120\text{ W/m}^2$, ce qui correspond à la condition d'essai contenue dans l'essai Sa de la CEI 60068-2-5.

Les essais d'exposition solaire ne sont pas considérés comme satisfaisants, car il est difficile de reproduire le rayonnement réel constaté dans la pratique. Il est

recommandé que cette condition soit évaluée en augmentant la température de l'essai de chaleur sèche de 15 °C et en évaluant les matériaux et les composants par rapport aux réactions photochimiques. Pour plus d'informations, voir la CEI 60721-4-0.

Les matériels peuvent être protégés contre les effets du rayonnement solaire, par exemple en adaptant des écrans thermiques efficaces, auquel cas l'essai à température élevée de chaleur sèche peut être omis ou réduit en sévérité selon l'efficacité des précautions prises. Il serait de bonne pratique de modéliser de telles précautions pour donner confiance en l'aptitude du matériel à résister aux effets du rayonnement solaire.

Avec ce niveau de rayonnement solaire, les températures de surface peuvent être supérieures de 25 °C par rapport à la température ambiante. La température de surface peut également chuter pendant la nuit en raison du rayonnement calorifique (CEI 60721-2-4). Il convient de prendre ces effets en compte quand on choisit les matériaux et il convient de tenir compte d'un essai réduit de température pour l'essai à basse température (essai Ab/Ad).

- 16) Il n'est pas recommandé d'essai. Il n'existe pas de méthode d'essai dans la CEI 60068-2 pour cette condition. L'effet de cette condition est considéré comme inclus dans l'essai de chaleur sèche (voir les lignes 'c' ou 'd' du tableau). Pour les matériels installés à proximité de sources de forts rayonnements thermiques, des précautions particulières peuvent être nécessaires, ou un essai supplémentaire à température élevée peut être requis.
- 17) La source d'eau n'est pas donnée dans la CEI 60721-3-5. L'utilisateur aura à choisir dans la CEI 60068-2-18 l'essai approprié en même temps que la durée et la sévérité d'essai. A titre de guide, ce qui suit peut aider l'utilisateur dans le choix d'un essai adapté :
- a) **Chute de gouttes d'eau** : Si le matériel est normalement protégé contre la pluie, mais qu'il peut être exposé aux gouttes d'eau issues de la condensation ou de fuites en provenance des surfaces supérieures, la CEI 60068-2-18: Ra 2 est la méthode préférentielle (Dispositif générateur de gouttes d'eau, avec une hauteur de chute des gouttes de 2 m, un angle d'oscillation de 0° , et une durée de 1h).
 - b) **Projections d'eau** : Si le matériel peut être exposé à des projections provenant des roues, les méthodes préférentielles sont les méthodes Rb 2.1 et Rb 2.2 de la CEI 60068-2-18 (Essais Rb 2.1 - Tube oscillant ou Rb - 2.2 - Appareil d'arrosage portatif - 1 min/m^2 , 30 min maximum)
 - c) **Ruissellement** : Si le matériel peut être exposé à des chasses d'eau ou des évacuations d'eau, la CEI 60068-2-18: Rb 3 est la méthode préférentielle (arrosage à la lance).
 - d) **Jets d'eau** : Si des jets d'eau peuvent se produire sur le matériel, choisir la CEI 60068-2-18: Essais Ra ou Rb pour démontrer que le matériel est conçu pour fonctionner dans ces conditions.
- 18) On ne recommande pas d'essai. Il n'existe pas de valeur dans la CEI 60721-3-5 pour les surfaces humides. L'effet de surfaces humides est partiellement produit par plusieurs autres essais faisant partie de cette catégorie (voir par exemple l'essai de pluie à la ligne 's' du tableau), et il convient d'en tenir compte lors du choix des matériaux. Il n'est pas possible de donner une valeur pour les surfaces humides. L'effet peut être plus sévère que l'effet de pluie car il peut être continu et la différence de concentration en oxygène augmente la corrosion sur une surface qui se trouve au contact d'une autre surface. Ceci peut accélérer les réactions de corrosion électrochimique, en particulier si les deux surfaces sont faites de métaux différents.

Table A.3 – Class 5K4H (continued)

IEC 60721-3-5 – Climatic conditions		IEC 60068-2 – Climatic tests				
Environmental parameter	Class 5K4H	Nearest IEC 60068-2		Recommended test		Note n°
		Test method	Severity	Test method	Severity	
m) Relative humidity, combined with rapid temperature changes: air/air at high relative humidities. Not in close proximity to refrigerated air conditioning systems	95 %, –25 °C/ +30 °C	As recommended test		Damp heat, steady-state test (test Cb in this table) followed immediately by the rapid change of temperature test (test Na)		9)
n) Relative humidity, combined with rapid temperature changes: air/air at high relative humidities. In close proximity to refrigerated air conditioning systems.	95 %, +10 °C/ +85 °C	As recommended test		Damp heat, steady-state test (test Cb in this table) followed immediately by the rapid change of temperature test (test Na)		9)
o) Absolute humidity, combined with rapid temperature changes: air/air with high water content.	80 g/m ³ +85 °C/ +15 °C	As recommended test		60068-2-30: Db variant 2	+55 °C, 90-100 % RH 2 cycles	10)
p) Low relative humidity	10 % +30 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 11)		11)
q) Low air pressure	70 kPa	60068-2-13: M	70 kPa, 30 min	Test normally not required - see note 12)		12)
r) Movement of surrounding medium, air	30 m/s	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 13)		13)
s) Precipitation, rain	15 mm/min	As recommended test		60068-2-18: Rb method 2.2	Exposure: 3 min/m ² Duration: 15 min minimum	14)
t) Solar radiation	1 120 W/m ²	60068-2-5: Sa Procedure C	1 120 W/m ² , 72 h, +40 °C	Add 15 °C to the dry heat test and evaluate materials for photochemical reactions		15)
u) Radiation: heat, not in engine compartments	600 W/m ²	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 16)		16)
v) Radiation: heat, in engine compartments	1 200 W/m ²	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 16)		16)
w) Water from sources other than rain	3,0 m/s	No IEC 60068-2 test		60068-2-18: Ra/Rb	See note 17)	17)
x) Wetness - conditions of wet surfaces		No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 18)		18)

Explanatory notes for Table A.3 – Class 5K4H (continued)

- 9) This condition cannot be practically tested due to constraints of physics. However, it may be approximated by conducting a composite test with the steady-state humidity test followed immediately by the rapid change in temperature test, with the pre- and post-conditioning periods omitted between the two tests. By conducting a composite test in this way, the effects of the condition are considered to be adequately demonstrated. If this composite test is performed, the user may decide that the individual tests (table line 'e' and 'k/l') may be omitted. This would be particularly recommended if the equipment is monitored throughout the test.
- 10) This is the maximum preferred damp heat cyclic test severity and is considered to be adequate to demonstrate the effects of this condition, (the test severity's absolute humidity being higher and the temperature lower). The duration of two cycles (48 h) is considered adequate for most equipment. Variant 2 of test Db is chosen since it adequately tests the condition and is simpler to perform than variant 1.
- 11) No suitable IEC test available in the IEC 60068-2 series. The main effect of low relative humidity are embrittlement, shrinking, impairment of mechanical strength, increase in wearing of contact surfaces and development of electrostatic charge. Typical faults caused by drying are mechanical faults of non-metallic parts, cracking and electrical faults. Low relative humidity may attract dust particles, which cause, for example, wearing of contact surfaces. This effect has to be considered when selecting materials and components for equipment for this class.
- 12) For sealed equipment or for equipment containing or processing liquids, test M of IEC 60068-2-13 is recommended. For normal applications where the effect of air pressure is evaluated at the component level, no test is recommended.
- 13) No suitable test exists in IEC 60068-2, however special precautions should be taken, especially for large equipment and the user may have to develop his own methodology if the condition is to be evaluated.
- 14) IEC 60068-2-18 recommends test Ra 1 for equipment exposed to rain. However this does not correspond to the rain intensity of this IEC 60721 class and is not practicable for large items. Test Rb 2.2 is therefore recommended since it is a simple, repeatable test, which can be performed on equipment of all sizes.
- 15) The IEC 60068-2-5 procedure C test for simulating the effects of solar radiation at ground level is chosen since it produces continuous irradiation thus allowing assessment of photodegradation effects. The severity of this class is 1 120 W/m² which corresponds to the test condition contained in IEC 60068-2-5:Sa.

Solar tests are not considered satisfactory, since it is difficult to replicate the actual radiation experienced in practice. It is recommended that this condition should be evaluated by increasing the temperature of the dry heat

test by 15 °C and evaluating materials and components for photochemical reactions. For more information see IEC 60721-4-0.

Equipment may be protected against the effect of solar radiation, for example, by the fitting of efficient heat shields, in which case the elevated temperature for the dry heat test can be omitted or reduced in severity depending on the effectiveness of the precautions. It should be normal practice to model such precautions in order to give confidence in the ability of the equipment to resist the effect of solar radiation.

With this level of solar radiation, surface temperatures may be as high as 25 °C above ambient. Surface temperature can also fall at night due to heat irradiation (see IEC 60721-2-4). These effects should be taken into account when selecting materials and a reduced temperature test should be considered for the low temperature test (test Ab/Ad).

- 16) No test is recommended. There is no IEC 60068-2 test method for this condition. The effect of this condition is considered to be included in the dry heat test (see table line 'c' or 'd'). For equipment mounted near sources of high heat radiation, special precautions may be necessary or an additional elevated temperature test may be required.
- 17) The source of water is not given in IEC 60721-3-5. The user will have to select the appropriate test together with the duration and test severity from IEC 60068-2-18. As a guide the following may assist the user in the selection of a suitable test:
- a) **Dripping water:** If the equipment is normally protected from rain, but likely to be exposed to falling drops from condensation or leakage from upper surfaces, IEC 60068-2-18: Ra 2 - drip box with a 2 m drop height, a tilt angle of 0°, and a 1 h duration - is the preferred method.
 - b) **Spraying water:** If the equipment is likely to be exposed to water spray from wheels, IEC 60068-2-18 tests Rb 2.1 - oscillating tube - or Rb 2.2 hand-held shower, 1 min/m², 30 min maximum - are the preferred methods.
 - c) **Splashing water:** If the equipment is likely to be exposed to flushing or sluicing water, IEC 60068-2-18: Rb 3 - hosing - is the preferred method.
 - d) **Water jets:** If jets of water are likely to strike the equipment, choose from either IEC 60068-2-18: Ra or Rb test to demonstrate that the equipment is designed to function under these conditions.
- 18) No test is recommended as no value is available in IEC 60721-3-5 for wet surfaces. The effect of wet surfaces is partially produced by several other tests in this class (see for example table line 's' rain test) and should be taken into account when selecting materials. It is not possible to give any values to wet surfaces. The effect can be more severe than the effect of rain because it may be continuous and the oxygen concentration difference increases the corrosion in a surface that is in contact with another surface. This can accelerate electrochemical corrosion reactions, especially if the two surfaces are of different metals.

Tableau A.4 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-5 – Catégorie 5K4L

(compartiments fermés ou partiellement ouverts – climats du monde entier avec des températures élevées limitées, comme pour la catégorie 3.2)

CEI 60721-3-5 – Conditions climatiques		CEI 60068-2 – Essais climatiques				
Agent d'environnement	Catégorie 5K4L	Essai de la CEI 60068-2 le plus approchant		Essai recommandé		Notes n°
		Méthode d'essai	Sévérité	Méthode d'essai	Sévérité	
a) Basse température de l'air	-65 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-1: Ab	-65 °C, 16 h	1)
b) Haute température de l'air dans des compartiments ventilés (sauf les compartiments moteur) ou air extérieur	+40 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-2: Bb	+40 °C, 16 h	2)
c) Haute température de l'air dans des compartiments non ventilés, sauf les compartiments moteur	+70 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-2: Bb	+70 °C, 16 h	2)
d) Température élevée, air dans les compartiments moteur	+70 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-2: Bb	+70 °C, 16 h	2)
e) Variation de température: air/air	-65 °C/ +30 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-14: Na	-65 °C jusqu'à la température ambiante, 5 cycles, $t_1 = 3$ h, $t_2 < 3$ min	3)
f) Variation progressive de la température, air/air, sauf dans les compartiments moteur	-65 °C/ +30 °C 5 °C/min	60068-2-14: Nb	-65 °C à +30 °C, 5 °C/min 2 cycles $t_1 = 3$ h	Essai normalement non requis – voir note 4)		4)
g) Variation progressive de la température air/air, dans les compartiments moteur	-65 °C/ +70 °C 10 °C/min	60068-2-14: Nb	-65 °C à +70 °C, 5 °C/min 2 cycles $t_1 = 3$ h	60068-2-14: Nb	-65 °C à +70 °C, 10 °C/min 2 cycles $t_1 = 3$ h	5)
h) Variation de la température, air/eau, sauf dans les compartiments moteur	+40 °C/ +5 °C	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis – voir note 6)		6)
i) Variation de la température, air/eau, dans les compartiments moteur	+70 °C/ +5 °C	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis – voir note 6)		6)
j) Variation de la température, air/neige, dans les compartiments moteur	+70 °C/ -5 °C	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis – voir note 6)		6)
k) Humidité relative, non associée avec des variations rapides de température, sauf dans les compartiments moteur des véhicules alimentés par des moteurs à combustion interne	95 %, +45 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-56: Cb	+40 °C, 93 % HR, 96 h	7)
l) Humidité relative, non associée avec des variations rapides de température, dans les compartiments moteur des véhicules alimentés par des moteurs à combustion interne	95 %, +70 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-56: Cb	+55 °C, 93 % HR, 21 jours	8)

suite

Notes explicatives pour le Tableau A.4 – Catégorie 5K4L

- 1) La température d'essai est équivalente à l'agent d'environnement de la CEI 60721-3-5 pour cette catégorie ; cependant il convient de prendre également en compte les effets du rayonnement solaire (voir la note 15). Le choix de la durée de 16 h est considéré comme suffisant pour la plupart des matériels dissipateurs d'énergie pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner à cette température.
- 2) La température d'essai est équivalente à l'agent d'environnement de la CEI 60721-3-5 pour cette catégorie. Le choix de la durée de 16 h est considéré comme suffisant pour la plupart des matériels dissipateurs d'énergie pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner à cette température.
- 3) L'essai de variation de la température est normalement utilisé pour vérifier les tolérances de la conception, et que la gamme de températures n'est pas importante. Cependant pour cette catégorie de la condensation peut se former, c'est pourquoi une gamme de températures est proposée qui englobe les températures inférieures dans le but de favoriser la condensation pour les matériels à faible dissipation d'énergie. Les conditions ambiantes, telles que décrites dans l'introduction de ce rapport technique, sont proposées comme températures supérieures pour permettre l'utilisation de la méthode avec une seule étuve, permettant ainsi de réaliser l'essai à moindres coûts.
- 4) L'essai de variation de la température est normalement utilisé pour vérifier la robustesse de la conception, et la gamme de températures n'est pas importante. Cependant, pour cette catégorie, de la condensation peut se former, c'est pourquoi une gamme de températures est proposée qui englobe les températures inférieures dans le but de favoriser la condensation pour les matériels à faible dissipation d'énergie. Pour la plupart des matériels cette condition n'est pas aussi sévère que la variation rapide de la température (voir la ligne 'e' du tableau), et par conséquent si l'essai de variation rapide de la température est réalisé, cet essai peut être omis.
- 5) La valeur de la vitesse de variation de la température spécifiée dans la CEI 60721-3-5 est de 10 °C/min ; cependant la valeur préférentielle la plus élevée de la CEI 60068-2-14 est de 5 °C/min. Il est recommandé d'utiliser la valeur d'essai de 10 °C/min, conformément à l'agent d'environnement.
- 6) Il n'existe pas d'essai spécifié dans la CEI 60068-2. L'effet de la variation rapide de température qui est subi par le matériel quand il pleut ou quand il neige en des lieux chauds, est partiellement couvert par l'essai de variation de température air/air (essai Na) et par conséquent il n'est pas recommandé d'essai supplémentaire.
- 7) Ces sévérités sont les valeurs préférentielles les plus proches de la CEI 60068-2-56 et les légères différences à la fois de température et d'humidité sont considérées comme insignifiantes. La durée de 96 h est considérée comme suffisante pour la plupart des matériels dissipateurs d'énergie afin de démontrer que la conception du matériel entre correctement dans les tolérances pour fonctionner avec cette humidité.
- 8) Il a été choisi la sévérité d'essai préférentielle la plus élevée concernant l'essai continu de chaleur humide même si les conditions de cet agent sont plus sévères. Il est par conséquent recommandé de choisir les composants en se souvenant de cette condition et en choisissant la durée la plus élevée correspondant à 21 jours.

Table A.4 – Recommended tests for IEC 60721-3-5 – Class 5K4L

(enclosed or partly open compartments – worldwide climates with restricted high temperatures, as for class 3.2)

IEC 60721-3-5 – Climatic conditions		IEC 60068-2 – Climatic tests				
Environmental parameter	Class 5K4L	Nearest IEC 60068-2		Recommended test		Note n°
		Test method	Severity	Test method	Severity	
a) Low air temperature	–65 °C	As recommended test		60068-2-1: Ab	–65 °C, 16 h	1)
b) High temperature, air in ventilated compartments (except engine compartments) or outdoor air	+40 °C	As recommended test		60068-2-2: Bb	+40 °C, 16 h	2)
c) High temperature, air in unventilated compartments except engine compartments	+70 °C	As recommended test		60068-2-2: Bb	+70 °C, 16 h	2)
d) High temperature, air in engine compartments	+70 °C	As recommended test		60068-2-2: Bb	+70 °C, 16 h	2)
e) Change of temperature: air/air	–65 °C/ +30 °C	As recommended test		60068-2-14: Na	–65 °C to ambient, 5 cycles $t_1 = 3 \text{ h}, t_2 < 3 \text{ min}$	3)
f) Gradual change of temperature, air/air, except engine compartments	–65 °C/ +30 °C 5 °C/min	60068-2-14: Nb	–65 °C to +30 °C, 5 °C/min 2 cycles $t_1 = 3 \text{ h}$	Test normally not required - see note 4)		4)
g) Gradual change of temperature, air/air, in engine compartments	–65 °C/ +70 °C 10 °C/min	60068-2-14: Nb	–65 °C to +70 °C 5 °C/min 2 cycles $t_1 = 3 \text{ h}$	60068-2-14: Nb	–65 °C to +70 °C, 10 °C/min 2 cycles $t_1 = 3 \text{ h}$	5)
h) Change of temperature, air/water, except in engine compartments	+40 °C/ +5 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 6)		6)
i) Change of temperature, air/water, in engine compartments	+70 °C/ +5 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 6)		6)
j) Change of temperature, air/snow, in engine compartments	+70 °C/ –5 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 6)		6)
k) Relative humidity, not combined with rapid temperature changes, except in engine compartment of vehicles powered by internal combustion engines	95 %, +45 °C	As recommended test		60068-2-56: Cb	+40 °C, 93 % RH, 96 h	7)
l) Relative humidity, not combined with rapid temperature changes, in engine compartment of vehicles powered by internal combustion engines	95 %, +70 °C	As recommended test		60068-2-56: Cb	+55 °C, 93 % RH 21 days	8)

continued

Explanatory notes for Table A.4 – Class 5K4L

- 1) The test temperature is equivalent to the environmental parameter of IEC 60721-3-5 for this class; however, the effects of solar irradiation should also be taken into account (see note 15). The choice of the duration of 16 h is considered to be sufficient for most heat-dissipating equipment to demonstrate that their design is adequately tolerated to function at this temperature.
- 2) The test temperature is equivalent to the environmental parameter of IEC 60721-3-5 for this class. The choice of the duration of 16 h is considered to be sufficient for most heat-dissipating equipment to demonstrate that their design is adequately tolerated to function at this temperature.
- 3) The change of temperature test is normally used to check design tolerancing and the range is not important. However, in this class condensation may occur, so a range is proposed which encompasses the lower temperatures in order to promote condensation for low heat-dissipating equipment. Ambient conditions as described in the introduction section of this technical report are proposed as the upper temperature to allow the single chamber method to be used, thus making the test economical to perform.
- 4) The change of temperature test is normally used to check design tolerancing and the range is not important. However, in this class condensation may occur, so a range is proposed which encompasses the lower temperatures in order to promote condensation for low heat-dissipating equipment. For most equipment, this condition is not as severe as the rapid temperature change (see table line 'e') and so if the rapid change of temperature test is performed, this test can be omitted.
- 5) The specified IEC 60721-3-5 value of rate of change is 10 °C/min; however, the highest preferred value in IEC 60068-2-14 is 5 °C/min. It is recommended that the test value of 10 °C/min be used, according to the environmental parameter.
- 6) No specified IEC 60068-2 test exists. The effect of rapid temperature change which is experienced by equipment when it either rains or snows in a warm location is partially covered by the change of temperature air/air (test Na) and therefore no additional testing is recommended.
- 7) These severities are the nearest preferred values in IEC 60068-2-56 and the minor changes in both temperature and humidity are considered to be insignificant. The duration of 96 h is considered to be sufficient for most heat-dissipating equipment to demonstrate that their design is adequately tolerated to function at this humidity.
- 8) The highest preferred test severity of the damp heat, steady-state test has been chosen, although the conditions in this parameter are more severe. It is therefore recommended that components are chosen with this condition in mind and that the highest duration of 21 days is chosen.

Tableau A.4 – Catégorie 5K4L (suite)

CEI 60721-3-5 – Conditions climatiques		CEI 60068-2 – Essais climatiques				
Agent d'environnement	Catégorie 5K4L	Essai de la CEI 60068-2 le plus approchant		Essai recommandé		Notes n°
		Méthode d'essai	Sévérité	Méthode d'essai	Sévérité	
m) Humidité relative, associée à des variations rapides de température, air/air, avec des taux d'humidité relative élevés. Non à proximité des systèmes de climatisation à air réfrigéré	95 %, -65 °C/ +30 °C	Selon l'essai recommandé		Chaleur humide, essai continu (essai Cb dans ce tableau) immédiatement suivi par l'essai de variation rapide de la température (essai Na)		9)
n) Humidité relative, associée à des variations rapides de température, air/air, avec des taux d'humidité relative élevés. A proximité des systèmes de climatisation à air réfrigéré	95 %, +10 °C/ +70 °C	Selon l'essai recommandé		Chaleur humide, essai continu (essai Cb dans ce tableau) immédiatement suivi par l'essai de variation rapide de la température (essai Na)		9)
o) Humidité absolue, associée avec des variations rapides de température, air/air avec une forte teneur en eau	60 g/m ³ +70 °C/ +15 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-30: Db variante 2	+55 °C, 90 à 100 %HR 2 cycles	10)
p) Faible humidité relative	10 % +30 °C	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 11)		11)
q) Basse pression atmosphérique	70 kPa	60068-2-13: M	70 kPa, 30 min	Essai normalement non requis - voir note 12)		12)
r) Mouvement du milieu avoisinant, air	30 m/s	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 13)		13)
s) Précipitations, pluie	6 mm/min	Selon l'essai recommandé		60068-2-18: Rb méthode 2.2	Exposition: 1 min/m ² Durée: 5 min minimum	14)
t) Rayonnement solaire	1 120 W/m ²	60068-2-5: Sa Procédure C	1 120 W/m ² , 72 h, 40 °C	Ajouter 15 °C à l'essai de chaleur sèche et évaluer les matériaux par rapport aux réactions photochimiques		15)
u) Rayonnement, chaleur, autre que dans les compartiments moteur	600 W/m ²	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 16)		16)
v) Rayonnement, chaleur, dans les compartiments moteur	1 200 W/m ²	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 16)		16)
w) Eau provenant de sources autres que la pluie	3,0 m/s	Pas d'essai de la CEI 60068-2		60068-2-18: Ra/Rb	Voir note 17)	17)
x) Mouillure - Conditions de surfaces humides		Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 18)		18)

Notes explicatives pour le Tableau A.4 – Catégorie 5K4L (suite)

- 9) Cette condition ne peut pas être vérifiée dans la pratique en raison de contraintes physiques. Cependant, elle peut être approchée en effectuant un essai d'humidité composite avec l'essai d'humidité continu, immédiatement suivi de l'essai de variation rapide de température avec omission des périodes de pré et post conditionnement existant entre les deux essais. En réalisant l'essai composite de cette manière, les effets de la condition sont considérés comme correctement démontrés. Si cet essai composite est réalisé, l'utilisateur peut décider que les essais individuels (voir les lignes 'e' et 'k/l' du tableau) peuvent être omis. Ceci serait particulièrement recommandé si le matériel était contrôlé tout au long de l'essai.
- 10) Ceci est la condition maximale préférentielle d'essai cyclique de chaleur humide et elle est considérée comme satisfaisante pour démontrer les effets de cette condition, (la condition d'essai d'humidité absolue étant plus importante et la température étant inférieure). La durée des deux cycles (48 h) est considérée comme satisfaisante pour la plupart des matériels. La variante 2 de l'essai Db est choisie car elle vérifie correctement la condition et elle est plus simple à réaliser que la variante 1.
- 11) Il n'existe pas d'essai adapté dans la série CEI 60068-2. Les effets principaux de la faible humidité relative sont la fragilité, le retrait, la diminution de la résistance mécanique, l'augmentation de l'usure des surfaces de contact et le développement de charges électrostatiques. Les défauts typiques provoqués par le séchage sont les défauts mécaniques des parties non métalliques, les craquelures et les défauts électriques. Une faible humidité relative peut attirer des particules de poussière provoquant, par exemple, l'usure des surfaces de contact. Cet effet est à considérer lors du choix des matériaux et des composants destinés aux matériels de cette catégorie.
- 12) Pour les matériels hermétiquement fermés ou pour les matériels contenant ou traitant des liquides, l'essai M de la CEI 60068-2-13 est recommandé. Pour des applications normales dans lesquelles l'effet de la pression atmosphérique est évalué au niveau du composant, il n'est pas recommandé d'essai.
- 13) Il n'existe pas d'essai adapté dans la CEI 60068-2, cependant il convient de prendre des précautions particulières, notamment pour les matériels de grandes dimensions, et l'utilisateur peut être amené à développer sa propre méthodologie si la condition est à évaluer.
- 14) La CEI 60268-2-18 recommande l'essai Ra 1 pour les matériels exposés à la pluie. Cependant cet essai ne correspond pas à l'intensité de la pluie de cette catégorie de la CEI 60721 et cet essai n'est pas faisable pour les articles de grandes dimensions. L'essai Rb 2.2 est par conséquent recommandé car c'est un essai simple, reproductible et qui peut être réalisé sur des matériels de toutes les tailles.
- 15) La procédure d'essai C de la CEI 60068-2-5 destinée à simuler les effets du rayonnement solaire au niveau du sol est choisie car elle produit un rayonnement continu permettant l'évaluation des effets de la photodégradation. La sévérité de cette catégorie est de 1 120 W/m², ce qui correspond à la condition d'essai contenue dans l'essai Sa de la CEI 60068-2-5.

Les essais d'exposition solaire ne sont pas considérés comme satisfaisants, car il est difficile de reproduire le rayonnement réel constaté dans la pratique. Il est recommandé que cette condition soit évaluée en augmentant la température de

l'essai de chaleur sèche de 15 °C et en évaluant les matériaux et les composants par rapport aux réactions photochimiques. Pour plus d'informations, voir la CEI 60721-4-0.

Les matériels peuvent être protégés contre les effets du rayonnement solaire, par exemple en adaptant des écrans thermiques efficaces, auquel cas l'essai à température élevée de chaleur sèche peut être omis ou réduit en sévérité selon l'efficacité des précautions prises. Il serait de bonne pratique de modéliser de telles précautions pour donner confiance en l'aptitude du matériel à résister aux effets du rayonnement solaire.

Avec ce niveau de rayonnement solaire, les températures de surface peuvent être supérieures de 25 °C par rapport à la température ambiante. La température de surface peut également chuter pendant la nuit en raison du rayonnement calorifique (CEI 60721-2-4). Il convient de prendre ces effets en compte quand on choisit les matériaux et il convient de tenir compte d'un essai réduit de température pour l'essai à basse température (essai Ab/Ad).

- 16) Il n'est pas recommandé d'essai. Il n'existe pas de méthode d'essai dans la CEI 60068-2 pour cette condition. L'effet de cette condition est considéré comme inclus dans l'essai de chaleur sèche (voir les lignes 'c' ou 'd' du tableau). Pour les matériels installés à proximité de sources de forts rayonnements thermiques, des précautions particulières peuvent être nécessaires, ou un essai supplémentaire à température élevée peut être requis.
- 17) La source d'eau n'est pas donnée dans la CEI 60721-3-5. L'utilisateur aura à choisir dans la CEI 60068-2-18 l'essai approprié en même temps que la durée et la sévérité d'essai. A titre de guide, ce qui suit peut aider l'utilisateur dans le choix d'un essai adapté :
 - a) **Chute de gouttes d'eau** : Si le matériel est normalement protégé contre la pluie, mais qu'il peut être exposé aux gouttes d'eau issues de la condensation ou de fuites en provenance des surfaces supérieures, la CEI 60068-2-18: Ra 2 est la méthode préférentielle (Dispositif générateur de gouttes d'eau, avec une hauteur de chute des gouttes de 2 m, un angle d'oscillation de 0°, et une durée de 1 h).
 - b) **Projections d'eau** : Si le matériel peut être exposé à des projections provenant des roues, les méthodes préférentielles sont les méthodes Rb 2.1 et Rb 2.2 de la CEI 60068-2-18 (Essais Rb 2.1 - Tube oscillant ou Rb - 2.2 - Appareil d'arrosage portatif - 1 min/m², 30 min maximum)
 - c) **Ruissellement** : Si le matériel peut être exposé à des chasses d'eau ou des évacuations d'eau, la CEI 60068-2-18: Rb 3 est la méthode préférentielle (arrosage à la lance).
 - d) **Jets d'eau** : Si des jets d'eau peuvent se produire sur le matériel, choisir la CEI 60068-2-18: Essais Ra ou Rb pour démontrer que le matériel est conçu pour fonctionner dans ces conditions.
- 18) On ne recommande pas d'essai. Il n'existe pas de valeur dans la CEI 60721-3-5 pour les surfaces humides. L'effet de surfaces humides est partiellement produit par plusieurs autres essais faisant partie de cette catégorie (voir par exemple l'essai de pluie à la ligne 's' du tableau), et il convient d'en tenir compte lors du choix des matériaux. Il n'est pas possible de donner une valeur pour les surfaces humides. L'effet peut être plus sévère que l'effet de pluie car il peut être continu et la différence de concentration en oxygène augmente la corrosion sur une surface qui se trouve au contact d'une autre surface. Ceci peut accélérer les réactions de corrosion électrochimique, en particulier si les deux surfaces sont faites de métaux différents.

Table A.4 – Class 5K4L (continued)

IEC 60721-3-5 – Climatic conditions		IEC 60068-2 – Climatic tests				
Environmental parameter	Class 5K4L	Nearest IEC 60068-2		Recommended test		Note n°
		Test method	Severity	Test method	Severity	
m) Relative humidity, combined with rapid temperature changes: air/air at high relative humidities. Not in close proximity to refrigerated air conditioning systems	95 %, –65 °C/ +30 °C	As recommended test		Damp heat, steady-state test (test Cb in this table) followed immediately by the rapid change of temperature test (test Na)		9)
n) Relative humidity, combined with rapid temperature changes: air/air at high relative humidities. In close proximity to refrigerated air conditioning systems.	95 %, +10 °C/ +70 °C	As recommended test		Damp heat, steady-state test (test Cb in this table) followed immediately by the rapid change of temperature test (test Na)		9)
o) Absolute humidity, combined with rapid temperature changes: air/air with high water content	60 g/m ³ +70 °C/ +15 °C	As recommended test		60068-2-30: Db variant 2	+55 °C, 90-100 % RH 2 cycles	10)
p) Low relative humidity	10 % +30 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 11)		11)
q) Low air pressure	70 kPa	60068-2-13: M	70 kPa, 30 min	Test normally not required - see note 12)		12)
r) Movement of surrounding medium, air	30 m/s	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 13)		13)
s) Precipitation, rain	6 mm/min	As recommended test		60068-2-18: Rb method 2.2	Exposure: 1 min/m ² Duration: 5 min minimum	14)
t) Solar radiation	1 120 W/m ²	60068-2-5: Sa Procedure C	1 120 W/m ² , 72 h, 40 °C	Add 15 °C to the dry heat test and evaluate materials for photochemical reactions		15)
u) Radiation: heat, not in engine compartments	600 W/m ²	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 16)		16)
v) Radiation: heat, in engine compartments	1 200 W/m ²	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 16)		16)
w) Water from sources other than rain	3,0 m/s	No IEC 60068-2 test		60068-2-18: Ra/Rb	See note 17)	17)
x) Wetness - conditions of wet surfaces		No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 18)		18)

Explanatory notes for Table A.4 – Class 5K4L (continued)

- 9) This condition cannot be practically tested due to constraints of physics. However, it may be approximated by conducting a composite test with the steady-state humidity test followed immediately by the rapid change in temperature test, with the pre- and post-conditioning periods omitted between the two tests. By conducting a composite test in this way, the effects of the condition are considered to be adequately demonstrated. If this composite test is performed, the user may decide that the individual tests (table line 'e' and 'k/l') may be omitted. This would be particularly recommended if the equipment is monitored throughout the test.
- 10) This is the maximum preferred damp heat cyclic test severity and is considered to be adequate to demonstrate the effects of this condition (the test severity's absolute humidity being higher and the temperature lower). The duration of two cycles (48 h) is considered adequate for most equipment. Variant 2 of test Db is chosen since it adequately tests the condition and is simpler to perform than variant 1.
- 11) No suitable IEC test available in the IEC 60068-2 series. The main effects of low relative humidity are embrittlement, shrinking and impairment of mechanical strength, increase in wearing of contact surfaces and development of electrostatic charge. Typical faults caused by drying are mechanical faults of non-metallic parts, cracking and electrical faults. Low relative humidity may attract dust particles which cause, for example, wearing of contact surfaces. This effect has to be considered when selecting materials and components for equipment for this class.
- 12) For sealed equipment or for equipment containing or processing liquids, test M of IEC 60068-2-13 is recommended. For normal applications where the effect of air pressure is evaluated at the component level, no test is recommended.
- 13) No suitable test exists in IEC 60068-2, however special precautions should be taken, especially for large equipment, and the user may have to develop his own methodology if the condition is to be evaluated.
- 14) IEC 60068-2-18 recommends test Ra 1 for equipment exposed to rain. However, this does not correspond to the rain intensity of this IEC 60721 class and is not practicable for large items. Test Rb 2.2 is therefore recommended since it is a simple, repeatable test, which can be performed on equipment of all sizes.
- 15) The IEC 60068-2-5 procedure C test for simulating the effects of solar radiation at ground level is chosen since it produces continuous irradiation thus allowing assessment of photodegradation effects. The severity of this class is 1 120 W/m² which corresponds to the test condition contained in IEC 60068-2-5: Sa.

Solar tests are not considered satisfactory, since it is difficult to replicate the actual radiation experienced in practice. It is recommended that this condition should be evaluated by increasing the temperature of the dry heat test by 15 C and evaluating materials and components for photochemical reactions. For more information see IEC 60721-4-0.

Equipment may be protected against the effect of solar radiation, for example, by the fitting of efficient heat shields, in which case the elevated temperature for the dry heat test can be omitted or reduced in severity, depending on the effectiveness of the precautions. It should be normal practice to model such precautions in order to give confidence in the ability of the equipment to resist the effect of solar radiation.

With this level of solar radiation, surface temperatures may be as high as 25 °C above ambient. Surface temperature can also fall at night due to heat irradiation (see IEC 60721-2-4). These effects should be taken into account when selecting materials and a reduced temperature test should be considered for the low temperature test (test Ab/Ad).

- 16) No test is recommended. There is no IEC 60068-2 test method for this condition. The effect of this condition is considered to be included in the dry heat test (see table line 'c' or 'd'). For equipment mounted near sources of high heat radiation, special precautions may be necessary or an additional elevated temperature test may be required.
- 17) The source of water is not given in IEC 60721-3-5. The user will have to select the appropriate test together with the duration and test severity from IEC 60068-2-18. As a guide, the following may assist the user in the selection of a suitable test:
 - a) **Dripping water:** If the equipment is normally protected from rain, but likely to be exposed to falling drops from condensation or leakage from upper surfaces, IEC 60068-2-18: Ra 2 - drip box with a 2 m drop height, a tilt angle of 0°, and a 1 h duration is the preferred method.
 - b) **Spraying water:** If the equipment is likely to be exposed to water spray from wheels, IEC 60068-2-18 tests Rb 2.1 - oscillating tube - or Rb 2.2 hand-held shower, 1min/m², 30 min maximum, are the preferred methods.
 - c) **Splashing water:** If the equipment is likely to be exposed to flushing or sluicing water, IEC 60068-2-18: Rb 3 - hosing - is the preferred method.
 - d) **Water jets:** If jets of water are likely to strike the equipment, choose from either IEC 60068-2-18: Ra or Rb test to demonstrate that the equipment is designed to function under these conditions.
- 18) No test is recommended as no value is available in IEC 60721-3-5 for wet surfaces. The effect of wet surfaces is partially produced by several other tests in this class (see for example table line 's' rain test) and should be taken into account when selecting materials. It is not possible to give any values to wet surfaces. The effect can be more severe than the effect of rain because it may be continuous and the oxygen concentration difference increases the corrosion in a surface that is in contact with another surface. This can accelerate electrochemical corrosion reactions, especially if the two surfaces are of different metals.

Tableau A.5 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-5 – Catégorie 5K5

(compartiments fermés ou partiellement ouverts – climats tropicaux humides)

CEI 60721-3-5 – Conditions climatiques		CEI 60068-2 – Essais climatiques				
Agent d'environnement	Catégorie 5K5	Essai de la CEI 60068-2 le plus approchant		Essai recommandé		Notes n°
		Méthode d'essai	Sévérité	Méthode d'essai	Sévérité	
a) Basse température de l'air	+5 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-1: Ab	+5 °C, 16 h	1)
b) Haute température de l'air dans des compartiments ventilés (sauf les compartiments moteur) ou air extérieur	+40 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-2: Bb	+40 °C, 16 h	2)
c) Haute température de l'air dans des compartiments non ventilés, sauf les compartiments moteur	+70 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-2: Bb	+70 °C, 16 h	2)
d) Température élevée, air dans les compartiments moteur	+70 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-2: Bb	+70 °C, 16 h	2)
e) Variation de température: air/air	+5 °C/ +30 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-14: Na	+5 °C jusqu'à la température ambiante, 2 cycles $t_1 = 3 \text{ h}, t_2 < 3 \text{ min}$	3)
f) Variation progressive de la température, air/air, sauf dans les compartiments moteur	+5 °C/ +30 °C 5 °C/min	60068-2-14: Nb	+5 °C à +30 °C, 5 °C/min 2 cycles $t_1 = 3 \text{ h}$	Essai normalement non requis - voir note 4)		4)
g) Variation progressive de la température air/air, dans les compartiments moteur	+5 °C/ +70 °C 10 °C/min	60068-2-14: Nb	+5 °C à +70 °C, 5 °C/min 2 cycles $t_1 = 3 \text{ h}$	60068-2-14: Nb	+5 °C à +70 °C, 10 °C/min 2 cycles $t_1 = 3 \text{ h}$	5)
h) Variation de la température, air/eau, sauf dans les compartiments moteur	+40 °C/ +5 °C	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 6)		6)
i) Variation de la température, air/eau, dans les compartiments moteur	+70 °C/ +5 °C	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 6)		6)
j) Variation de la température, air/neige, dans les compartiments moteur	+70 °C/ -5 °C	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 6)		6)
k) Humidité relative, non associée avec des variations rapides de température, sauf dans les compartiments moteur des véhicules alimentés par des moteurs à combustion interne	95 %, +45 °C	Pas d'essai de la CEI 60068-2		60068-2-56: Cb	+40 °C, 93 % HR, 96 h	7)
l) Humidité relative, non associée avec des variations rapides de température, dans les compartiments moteur des véhicules alimentés par des moteurs à combustion interne	95 %, +85 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-56: Cb	+55 °C, 93 % HR, 21 jours	8)

suite

Notes explicatives pour le Tableau A.5 – Catégorie 5K5

- 1) La température d'essai est équivalente à l'agent d'environnement de la CEI 60721-3-5 pour cette catégorie; cependant il convient de prendre également en compte les effets du rayonnement solaire (voir la note 15). Le choix de la durée de 16 h est considéré comme suffisant pour la plupart des matériels dissipateurs d'énergie pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner à cette température.
- 2) La température d'essai est équivalente à l'agent d'environnement de la CEI 60721-3-5 pour cette catégorie. Le choix de la durée de 16 h est considéré comme suffisant pour la plupart des matériels dissipateurs d'énergie pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner à cette température.
- 3) L'essai de variation de la température est normalement utilisé pour vérifier les tolérances de la conception, et que la gamme de températures n'est pas importante. Cependant pour cette catégorie de la condensation peut se former, c'est pourquoi une gamme de températures est proposée qui englobe les températures inférieures dans le but de favoriser la condensation pour les matériels à faible dissipation d'énergie. Les conditions ambiantes, telles que décrites dans l'introduction de ce rapport technique, sont proposées comme températures supérieures pour permettre l'utilisation de la méthode avec une seule étuve, permettant ainsi de réaliser l'essai à moindres coûts.
- 4) L'essai de variation de la température est normalement utilisé pour vérifier la robustesse de la conception, et que la gamme de températures n'est pas importante. Cependant, pour cette catégorie, de la condensation peut se former, c'est pourquoi une gamme de températures est proposée qui englobe les températures inférieures dans le but de favoriser la condensation pour les matériels à faible dissipation d'énergie. Pour la plupart des matériels cette condition n'est pas aussi sévère que la variation rapide de la température (voir la ligne 'e' du tableau), et par conséquent si l'essai de variation rapide de la température est réalisé, cet essai peut être omis.
- 5) La valeur de la vitesse de variation de la température spécifiée dans la CEI 60721-3-5 est de 10 °C/min ; cependant la valeur préférentielle la plus élevée de la CEI 60068-2-14 est de 5 °C/min. Il est recommandé d'utiliser la valeur d'essai de 10 °C/min, conformément à l'agent d'environnement.
- 6) Il n'existe pas d'essai spécifié dans la CEI 60068-2. L'effet de la variation rapide de température qui est subi par le matériel quand il pleut ou quand il neige en des lieux chauds, est partiellement couvert par l'essai de variation de température air/air (essai Na) et par conséquent il n'est pas recommandé d'essai supplémentaire.
- 7) Ces sévérités sont les valeurs préférentielles les plus proches de la CEI 60068-2-56 et les légères différences à la fois de température et d'humidité sont considérées comme insignifiantes. La durée de 96 h est considérée comme suffisante pour la plupart des matériels dissipateurs d'énergie afin de démontrer que la conception du matériel entre correctement dans les tolérances pour fonctionner avec cette humidité.
- 8) Il a été choisi la sévérité d'essai préférentielle la plus élevée concernant l'essai continu de chaleur humide même si les conditions de cet agent sont plus sévères. Il est par conséquent recommandé de choisir les composants en se souvenant de cette condition et en choisissant la durée la plus élevée correspondant à 21 jours.

Table A.5 – Recommended tests for IEC 60721-3-5 – Class 5K5

(enclosed or partly open compartments – tropical damp climates)

IEC 60721-3-5 – Climatic conditions		IEC 60068-2 – Climatic tests				
Environmental parameter	Class 5K5	Nearest IEC 60068-2		Recommended test		Note n°
		Test method	Severity	Test method	Severity	
a) Low air temperature	+5 °C	As recommended test		60068-2-1: Ab	+5 °C, 16 h	1)
b) High temperature, air in ventilated compartments (except engine compartments) or outdoor air	+40 °C	As recommended test		60068-2-2: Bb	+40 °C, 16 h	2)
c) High temperature, air in unventilated compartments except engine compartments	+70 °C	As recommended test		60068-2-2: Bb	+70 °C, 16 h	2)
d) High temperature, air in engine compartments	+70 °C	As recommended test		60068-2-2: Bb	+70 °C, 16 h	2)
e) Change of temperature: air/air	+5 °C/ +30 °C	As recommended test		60068-2-14: Na	+5 °C to ambient, 2 cycles $t_1 = 3 \text{ h}, t_2 < 3 \text{ min}$	3)
f) Gradual change of temperature, air/air, except engine compartments	+5 °C/ +30 °C 5 °C/min	60068-2-14: Nb	+5 °C to +30 °C 5 °C/min 2 cycles $t_1 = 3 \text{ h}$	Test normally not required - see note 4)		4)
g) Gradual change of temperature, air/air, in engine compartments	+5 °C/ +70 °C 10 °C/min	60068-2-14: Nb	+5 °C to +70 °C 5 °C/min 2 cycles $t_1 = 3 \text{ h}$	60068-2-14: Nb	+5 °C to +70 °C 10 °C/min 2 cycles $t_1 = 3 \text{ h}$	5)
h) Change of temperature, air/water, except in engine compartments	+40 °C/ +5 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 6)		6)
i) Change of temperature, air/water, in engine compartments	+70 °C/ +5 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 6)		6)
j) Change of temperature, air/snow, in engine compartments	+70 °C/ -5 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 6)		6)
k) Relative humidity, not combined with rapid temperature changes, except in engine compartment of vehicles powered by internal combustion engines	95 %, +45 °C	As recommended test		60068-2-56: Cb	+40 °C, 93 % RH, 96 h	7)
l) Relative humidity, not combined with rapid temperature changes, in engine compartment of vehicles powered by internal combustion engines	95 %, +85 °C	As recommended test		60068-2-56: Cb	+55 °C, 93 % RH 21 days	8)

continued

Explanatory notes for Table A.5 – Class 5K5

- 1) The test temperature is equivalent to the environmental parameter of IEC 60721-3-5 for this class; however, the effects of solar irradiation should also be taken into account (see note 15). The choice of the duration of 16 h is considered to be sufficient for most heat-dissipating equipment to demonstrate that their design is adequately tolerated to function at this temperature.
- 2) The test temperature is equivalent to the environmental parameter of IEC 60721-3-5 for this class. The choice of the duration of 16 h is considered to be sufficient for most heat-dissipating equipment to demonstrate that their design is adequately tolerated to function at this temperature.
- 3) The change of temperature test is normally used to check design tolerancing and the range is not important. However, in this class condensation may occur, so a range is proposed which encompasses the lower temperatures in order to promote condensation for low heat-dissipating equipment. Ambient conditions as described in the introduction section of this technical report are proposed as the upper temperature to allow the single chamber method to be used, thus making the test economical to perform.
- 4) The change of temperature test is normally used to check design tolerancing and the range is not important. However, in this class condensation may occur, so a range is proposed which encompasses the lower temperatures in order to promote condensation for low heat-dissipating equipment. For most equipment, this condition is not as severe as the rapid temperature change (see table line 'e') and so if the rapid change of temperature test is performed, this test can be omitted.
- 5) The specified IEC 60721-3-5 value of rate of change is 10 °/min, however the highest preferred value in IEC 60068-2-14 is 5 °C/min. It is recommended that the test value of 10 °C/min is used, according to the environmental parameter.
- 6) No specified IEC 60068-2 test exists. The effect of rapid temperature change which is experienced by equipment when it either rains or snows in a warm location is partially covered by the change of temperature air/air (test Na) and therefore no additional testing is recommended.
- 7) These severities are the nearest preferred values in IEC 60068-2-56 and the minor changes in both temperature and humidity are considered to be insignificant. The duration of 96 h is considered to be sufficient for most heat-dissipating equipment to demonstrate that their design is adequately tolerated to function at this humidity.
- 8) The highest preferred test severity of the damp heat, steady-state test has been chosen, although the conditions in this parameter are more severe. It is therefore recommended that components are chosen with this condition in mind and that the highest duration of 21 days is chosen.

Tableau A.5 – Catégorie 5K5 (suite)

CEI 60721-3-5 – Conditions climatiques		CEI 60068-2 – Essais climatiques				
Agent d'environnement	Catégorie 5K5	Essai de la CEI 60068-2 le plus approchant		Essai recommandé		Notes n°
		Méthode d'essai	Sévérité	Méthode d'essai	Sévérité	
m) Humidité relative, associée à des variations rapides de température, air/air, avec des taux d'humidité relative élevés. Non à proximité des systèmes de climatisation à air réfrigéré	95 %, +5 °C/ +30 °C	Selon l'essai recommandé		Chaleur humide, essai continu (essai Cb dans ce tableau) immédiatement suivi par l'essai de variation rapide de la température (essai Na)		9)
n) Humidité relative, associée à des variations rapides de température, air/air, avec des taux d'humidité relative élevés. A proximité des systèmes de climatisation à air réfrigéré	95 %, +10 °C/ +85 °C	Selon l'essai recommandé		Chaleur humide, essai continu (essai Cb dans ce tableau) immédiatement suivi par l'essai de variation rapide de la température (essai Na)		9)
o) Humidité absolue, associée avec des variations rapides de température, air/air avec une forte teneur en eau	60 g/m ³ +70 °C/ +15 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-30: Db variante 2	+55 °C, 90 à 100 % HR 2 cycles	10)
p) Faible humidité relative	10 % +30 °C	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 11)		11)
q) Basse pression atmosphérique	70 kPa	60068-2-13: M	70 kPa, 30 min	Essai normalement non requis - voir note 12)		12)
r) Mouvement du milieu avoisinant, air	30 m/s	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 13)		13)
s) Précipitations, pluie	15 mm/min	Selon l'essai recommandé		60068-2-18: Rb méthode 2.2	Exposition: 3 min/m ² Durée: 15 min minimum	14)
t) Rayonnement solaire	1 120 W/m ²	60068-2-5: Sa Procédure C	1 120 W/m ² , 72 h, 40 °C	Ajouter 15 °C à l'essai de chaleur sèche et évaluer les matériaux par rapport aux réactions photochimiques		15)
u) Rayonnement, chaleur, autre que dans les compartiments moteur	600 W/m ²	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 16)		16)
v) Rayonnement, chaleur, dans les compartiments moteur	1 200 W/m ²	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 16)		16)
w) Eau provenant de sources autres que la pluie	3,0 m/s	Pas d'essai de la CEI 60068-2		60068-2-18: Ra/Rb	Voir note 17)	17)
x) Mouillure - Conditions de surfaces humides		Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 18)		18)

Notes explicatives pour le Tableau A.5 – Catégorie 5K5 (suite)

- 9) Cette condition ne peut pas être vérifiée dans la pratique en raison de contraintes physiques. Cependant, elle peut être approchée en effectuant un essai d'humidité composite avec l'essai d'humidité continu, immédiatement suivi de l'essai de variation rapide de température avec omission des périodes de pré et post conditionnement existant entre les deux essais. En réalisant l'essai composite de cette manière, les effets de la condition sont considérés comme correctement démontrés. Si cet essai composite est réalisé, l'utilisateur peut décider que les essais individuels (voir les lignes 'e' et 'k/l' du tableau) peuvent être omis. Ceci serait particulièrement recommandé si le matériel était contrôlé tout au long de l'essai.
- 10) Ceci est la condition maximale préférentielle d'essai cyclique de chaleur humide et elle est considérée comme satisfaisante pour démontrer les effets de cette condition, (la condition d'essai d'humidité absolue étant plus importante et la température étant inférieure). La durée des deux cycles (48 h) est considérée comme satisfaisante pour la plupart des matériels. La variante 2 de l'essai Db est choisie car elle vérifie correctement la condition et car elle est plus simple à réaliser que la variante 1.
- 11) Il n'existe pas d'essai adapté dans la série CEI 60068-2. Les effets principaux de la faible humidité relative sont la fragilité, le retrait, la diminution de la résistance mécanique, l'augmentation de l'usure des surfaces de contact et le développement de charges électrostatiques. Les défauts typiques provoqués par le séchage sont les défauts mécaniques des parties non métalliques, les craquelures et les défauts électriques. Une faible humidité relative peut attirer des particules de poussière provoquant, par exemple, l'usure des surfaces de contact. Cet effet est à considérer lors du choix des matériaux et des composants destinés aux matériels de cette catégorie.
- 12) Pour les matériels hermétiquement fermés ou pour les matériels contenant ou traitant des liquides, l'essai M de la CEI 60068-2-13 est recommandé. Pour des applications normales dans lesquelles l'effet de la pression atmosphérique est évalué au niveau du composant, il n'est pas recommandé d'essai.
- 13) Il n'existe pas d'essai adapté dans la CEI 60068-2, cependant il convient de prendre des précautions particulières, notamment pour les matériels de grandes dimensions, et l'utilisateur peut être amené à développer sa propre méthodologie si la condition est à évaluer.
- 14) La CEI 60068-2-18 recommande l'essai Ra 1 pour les matériels exposés à la pluie. Cependant cet essai ne correspond pas à l'intensité de la pluie de cette catégorie de la CEI 60721 et cet essai n'est pas faisable pour les articles de grandes dimensions. L'essai Rb 2.2 est par conséquent recommandé car c'est un essai simple, reproductible et qui peut être réalisé sur des matériels de toutes les tailles.
- 15) La méthode d'essai C de la CEI 60068-2-5 destinée à simuler les effets du rayonnement solaire au niveau du sol est choisie car elle produit un rayonnement continu permettant l'évaluation des effets de la photodégradation. La sévérité de cette catégorie est de $1\,120\text{ W/m}^2$, ce qui correspond à la condition d'essai contenue dans l'essai Sa de la CEI 60068-2-5.

Les essais d'exposition solaire ne sont pas considérés comme satisfaisants, car il est difficile de reproduire le rayonnement réel constaté dans la pratique. Il est recommandé que cette condition soit évaluée en augmentant la température de l'essai de chaleur sèche de 15 °C et en évaluant les matériaux et les composants par rapport aux réactions photochimiques. Pour plus d'informations, voir la CEI 60721-4-0.

Les matériels peuvent être protégés contre les effets du rayonnement solaire, par exemple en adaptant des écrans thermiques efficaces, auquel cas l'essai à température élevée de chaleur sèche peut être omis ou réduit en sévérité selon l'efficacité des précautions prises. Il serait de bonne pratique de modéliser de telles précautions pour donner confiance en l'aptitude du matériel à résister aux effets du rayonnement solaire.

Avec ce niveau de rayonnement solaire, les températures de surface peuvent être supérieures de 25 °C par rapport à la température ambiante. La température de surface peut également chuter pendant la nuit en raison du rayonnement calorifique (CEI 60721-2-4). Il convient de prendre ces effets en compte quand on choisit les matériaux et il convient de tenir compte d'un essai réduit de température pour l'essai à basse température (essai Ab/Ad).

- 16) Il n'est pas recommandé d'essai. Il n'existe pas de méthode d'essai dans la CEI 60068-2 pour cette condition. L'effet de cette condition est considéré comme inclus dans l'essai de chaleur sèche (voir les lignes 'c' ou 'd' du tableau). Pour les matériels installés à proximité de sources de forts rayonnements thermiques, des précautions particulières peuvent être nécessaires, ou un essai supplémentaire à température élevée peut être requis.
- 17) La source d'eau n'est pas donnée dans la CEI 60721-3-5. L'utilisateur aura à choisir dans la CEI 60068-2-18 l'essai approprié en même temps que la durée et la sévérité d'essai. A titre de guide, ce qui suit peut aider l'utilisateur dans le choix d'un essai adapté :
- a) **Chute de gouttes d'eau** : Si le matériel est normalement protégé contre la pluie, mais qu'il peut être exposé aux gouttes d'eau issues de la condensation ou de fuites en provenance des surfaces supérieures, la CEI 60068-2-18: Ra 2 est la méthode préférentielle (Dispositif générateur de gouttes d'eau, avec une hauteur de chute des gouttes de 2 m, un angle d'oscillation de 0° , et une durée de 1h).
 - b) **Projections d'eau** : Si le matériel peut être exposé à des projections provenant des roues, les méthodes préférentielles sont les méthodes Rb 2.1 et Rb 2.2 de la CEI 60068-2-18 (Essais Rb 2.1 - Tube oscillant ou Rb - 2.2 - Appareil d'arrosage portatif - 1 min/m^2 , 30 min maximum)
 - c) **Ruissellement** : Si le matériel peut être exposé à des chasses d'eau ou des évacuations d'eau, la CEI 60068-2-18: Rb 3 est la méthode préférentielle (arrosage à la lance).
 - d) **Jets d'eau** : Si des jets d'eau peuvent se produire sur le matériel, choisir la CEI 60068-2-18: Essais Ra ou Rb pour démontrer que le matériel est conçu pour fonctionner dans ces conditions.
- 18) On ne recommande pas d'essai. Il n'existe pas de valeur dans la CEI 60721-3-5 pour les surfaces humides. L'effet de surfaces humides est partiellement produit par plusieurs autres essais faisant partie de cette catégorie (voir par exemple l'essai de pluie à la ligne 's' du tableau), et il convient d'en tenir compte lors du choix des matériaux. Il n'est pas possible de donner une valeur pour les surfaces humides. L'effet peut être plus sévère que l'effet de pluie car il peut être continu et la différence de concentration en oxygène augmente la corrosion sur une surface qui se trouve au contact d'une autre surface. Ceci peut accélérer les réactions de corrosion électrochimique, en particulier si les deux surfaces sont faites de métaux différents.

Table A.5 – Class 5K5 (continued)

IEC 60721-3-5 – Climatic conditions		IEC 60068-2 – Climatic tests				
Environmental parameter	Class 5K5	Nearest IEC 60068-2		Recommended test		Note n°
		Test method	Severity	Test method	Severity	
m) Relative humidity, combined with rapid temperature changes: air/air at high relative humidities. Not in close proximity to refrigerated air conditioning systems	95 %, +5 °C/ +30 °C	As recommended test		Damp heat, steady-state test (test Cb in this table) followed immediately by the rapid change of temperature test (test Na)		9)
n) Relative humidity, combined with rapid temperature changes: air/air at high relative humidities. In close proximity to refrigerated air conditioning systems	95 %, +10 °C/ +85 °C	As recommended test		Damp heat, steady-state test (test Cb in this table) followed immediately by the rapid change of temperature test (test Na)		9)
o) Absolute humidity, combined with rapid temperature changes: air/air with high water content	60 g/m ³ +70 °C/ +15 °C	As recommended test		60068-2-30: Db variant 2	+55 °C, 90-100 % RH 2 cycles	10)
p) Low relative humidity	10 % +30 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 11)		11)
q) Low air pressure	70 kPa	60068-2-13: M	70 kPa, 30 min	Test normally not required - see note 12)		12)
r) Movement of surrounding medium, air	30 m/s	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 13)		13)
s) Precipitation, rain	15 mm/min	As recommended test		60068-2-18: Rb method 2.2	Exposure: 3 min/m ² Duration: 15 min minimum	14)
t) Solar radiation	1 120 W/m ²	60068-2-5: Sa Procedure C	1 120 W/m ² , 72 h, 40 °C	Add 15 °C to the dry heat test and evaluate materials for photochemical reactions		15)
u) Radiation: heat, not in engine compartments	600 W/m ²	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 16)		16)
v) Radiation: heat, in engine compartments	1 200 W/m ²	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 16)		16)
w) Water from sources other than rain	3,0 m/s	No IEC 60068-2 test		60068-2-18: Ra/Rb	See note 17)	17)
x) Wetness - conditions of wet surfaces		No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 18)		18)

Explanatory notes for Table A.5 – Class 5K5 (continued)

- 9) This condition cannot be practically tested due to constraints of physics. However, it may be approximated by conducting a composite test with the steady-state humidity test followed immediately by the rapid change in temperature test, with the pre- and post-conditioning periods omitted between the two tests. By conducting a composite test in this way, the effects of the condition are considered to be adequately demonstrated. If this composite test is performed, the user may decide that the individual tests (table line 'e' and 'k/l') may be omitted. This would be particularly recommended if the equipment is monitored throughout the test.
- 10) This is the maximum preferred damp heat cyclic test severity and is considered to be adequate to demonstrate the effects of this condition (the test severity's absolute humidity being higher and the temperature lower). The duration of two cycles (48 h) is considered adequate for most equipment. Variant 2 of test Db is chosen since it adequately tests the condition and is simpler to perform than variant 1.
- 11) No suitable IEC test available in the IEC 60068-2 series. The main effects of low relative humidity are embrittlement, shrinking, and impairment of mechanical strength, increase in wearing of contact surfaces and development of electrostatic charge. Typical faults caused by drying are mechanical faults of non-metallic parts, cracking and electrical faults. Low relative humidity may attract dust particles, which cause, for example, wearing of contact surfaces. This effect has to be considered when selecting materials and components for equipment for this class.
- 12) For sealed equipment or for equipment containing or processing liquids, test M of IEC 60068-2-13 is recommended. For normal applications where the effect of air pressure is evaluated at the component level, no test is recommended.
- 13) No suitable test exists in IEC 60068-2; however, special precautions should be taken, especially for large equipment and the user may have to develop his own methodology if the condition is to be evaluated.
- 14) IEC 60068-2-18 recommends test Ra 1 for equipment exposed to rain. However, this does not correspond to the rain intensity of this IEC 60721 class and is not practicable for large items. Test Rb 2.2 is therefore recommended since it is a simple, repeatable test, which can be performed on equipment of all sizes.
- 15) The IEC 60068-2-5 procedure C test for simulating the effects of solar radiation at ground level is chosen since it produces continuous irradiation thus allowing assessment of photodegradation effects. The severity of this class is 1 120 W/m² which corresponds to the test condition contained in IEC 60068-2-5:Sa.

Solar tests are not considered satisfactory, since it is difficult to replicate the actual radiation experienced in practice. It is recommended that this condition should be evaluated by increasing the temperature of the dry heat test by 15 °C and evaluating materials and components for photochemical reactions. For more information see IEC 60721-4-0.

Equipment may be protected against the effect of solar radiation, for example, by the fitting of efficient heat shields, in which case the elevated temperature for the dry heat test can be omitted or reduced in severity depending on the effectiveness of the precautions. It should be normal practice to model such precautions in order to give confidence in the ability of the equipment to resist the effect of solar radiation.

With this level of solar radiation, surface temperatures may be as high as 25 °C above ambient. Surface temperature can also fall at night due to heat irradiation (see IEC 60721-2-4). These effects should be taken into account when selecting materials and a reduced temperature test should be considered for the low temperature test (test Ab/Ad).

- 16) No test is recommended. There is no IEC 60068-2 test method for this condition. The effect of this condition is considered to be included in the dry heat test (see table line 'c' or 'd'). For equipment mounted near sources of high heat radiation, special precautions may be necessary or an additional elevated temperature test may be required.
- 16) The source of water is not given in IEC 60721-3-5. The user will have to select the appropriate test together with the duration and test severity from IEC 60068-2-18. As a guide the following may assist the user in the selection of a suitable test:
- a) **Dripping water:** If the equipment is normally protected from rain, but likely to be exposed to falling drops from condensation or leakage from upper surfaces, IEC 60068-2-18: Ra 2 - drip box with a 2 m drop height, a tilt angle of 0°, and a 1 h duration - is the preferred method.
- b) **Spraying water:** If the equipment is likely to be exposed to water spray from wheels, IEC 60068-2-18 tests Rb 2.1 - oscillating tube - or Rb 2.2 hand-held shower, 1min/m², 30 min maximum - are the preferred methods.
- c) **Splashing water:** If the equipment is likely to be exposed to flushing or sluicing water, IEC 60068-2-18: Rb 3 - hosing - is the preferred method.
- d) **Water jets:** If jets of water are likely to strike the equipment, choose from either IEC 60068-2-18: Ra or Rb test to demonstrate that the equipment is designed to function under these conditions.
- 18) No test is recommended, as no value is available in IEC 60721-3-5 for wet surfaces. The effect of wet surfaces is partially produced by several other tests in this class (see for example table line 's' rain test) and should be taken into account when selecting materials. It is not possible to give any values to wet surfaces. The effect can be more severe than the effect of rain because it may be continuous and the oxygen concentration difference increases the corrosion in a surface that is in contact with another surface. This can accelerate electrochemical corrosion reactions especially if the two surfaces are of different metals.

Tableau A.6 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-5 – Catégorie 5K6

(compartiments fermés ou partiellement ouverts – climats tropicaux secs)

CEI 60721-3-5 – Conditions climatiques		CEI 60068-2 – Essais climatiques				
Agent d'environnement	Catégorie 5K6	Essai de la CEI 60068-2 le plus approchant		Essai recommandé		Notes n°
		Méthode d'essai	Sévérité	Méthode d'essai	Sévérité	
a) Basse température de l'air	-20 °C	60068-2-1: Ab	-25 °C, 16 h	60068-2-1: Ab	-20 °C, 16 h	1)
b) Haute température de l'air dans des compartiments ventilés (sauf les compartiments moteur) ou air extérieur	+55 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-2: Bb	+55 °C, 16 h	2)
c) Haute température de l'air dans des compartiments non ventilés, sauf les compartiments moteur	+85 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-2: Bb	+85 °C, 16 h	2)
d) Température élevée, air dans les compartiments moteur	+85 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-2: Bb	+85 °C, 16 h	2)
e) Variation de température: air/air	-20 °C/ +30 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-14: Na	-20 °C jusqu'à la température ambiante, 2 cycles $t_1 = 3 \text{ h}, t_2 < 3 \text{ min}$	3)
f) Variation progressive de la température, air/air, sauf dans les compartiments moteur	-20 °C/ +30 °C 5 °C/min	60068-2-14: Nb	-25 °C à + 30 °C, 5 °C/min 2 cycles $t_1 = 3 \text{ h}$	Essai normalement non requis - voir note 4)		4)
g) Variation progressive de la température air/air, dans les compartiments moteur	-20 °C/ +70 °C 10 °C/min	60068-2-14: Nb	-25 °C à + 70 °C, 5 °C/min 2 cycles $t_1 = 3 \text{ h}$	60068-2-14: Nb	-20 °C à +70 °C, 10 °C/min 2 cycles $t_1 = 3 \text{ h}$	5)
h) Variation de la température, air/eau, sauf dans les compartiments moteur	+55 °C/ +5 °C	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 6)		6)
i) Variation de la température, air/eau, dans les compartiments moteur	+85 °C/ -5 °C	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 6)		6)
j) Variation de la température, air/neige, dans les compartiments moteur	+70 °C/ -5 °C	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 6)		6)
k) Humidité relative, non associée avec des variations rapides de température, sauf dans les compartiments moteur des véhicules alimentés par des moteurs à combustion interne	95 %, +50 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-56: Cb	+40 °C, 93 % HR, 96 h	7)
l) Humidité relative, non associée avec des variations rapides de température, dans les compartiments moteur des véhicules alimentés par des moteurs à combustion interne	95 %, +85 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-56: Cb	+55 °C, 93 % HR, 21 jours	8)

suite

Notes explicatives pour le Tableau A.6 – Catégorie 5K6

- 1) La température d'essai est la valeur préférentielle la plus proche existant dans la CEI 60068-2. Il est recommandé que la valeur d'essai de -20 °C soit utilisée, conformément à l'agent d'environnement de la CEI 60721-3-5 pour cette catégorie ; cependant il convient de prendre également en compte les effets du rayonnement solaire (voir la note 15). Le choix de la durée de 16 h est considéré comme suffisant pour la plupart des matériels dissipateurs d'énergie pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner à cette température.
- 2) La température d'essai est équivalente à l'agent d'environnement de la CEI 60721-3-5 pour cette catégorie. Le choix de la durée de 16 h est considéré comme suffisant pour la plupart des matériels dissipateurs d'énergie pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner à cette température.
- 3) L'essai de variation de la température est normalement utilisé pour vérifier les tolérances de la conception, et que la gamme de températures n'est pas importante. Cependant pour cette catégorie de la condensation peut se former, c'est pourquoi une gamme de températures est proposée qui englobe les températures inférieures dans le but de favoriser la condensation pour les matériels à faible dissipation d'énergie. Les conditions ambiantes, telles que décrites dans l'introduction de ce rapport technique, sont proposées comme températures supérieures pour permettre l'utilisation de la méthode avec une seule étuve, permettant ainsi de réaliser l'essai à moindres coûts.
- 4) L'essai de variation de la température est normalement utilisé pour vérifier la robustesse de la conception, et la gamme de températures n'est pas importante. Cependant, pour cette catégorie, de la condensation peut se former, c'est pourquoi une gamme de températures est proposée qui englobe les températures inférieures dans le but de favoriser la condensation pour les matériels à faible dissipation d'énergie. Pour la plupart des matériels cette condition n'est pas aussi sévère que la variation rapide de la température (voir la ligne 'e' du tableau), et par conséquent si l'essai de variation rapide de la température est réalisé, cet essai peut être omis.
- 5) La valeur de la vitesse de variation de la température spécifiée dans la CEI 60721-3-5 est de 10 °C/min ; cependant la valeur préférentielle la plus élevée de la CEI 60068-2-14 est de 5 °C/min . Il est recommandé d'utiliser la valeur d'essai de 10 °C/min , conformément à l'agent d'environnement.
- 6) Il n'existe pas d'essai spécifié dans la CEI 60068-2. L'effet de la variation rapide de température qui est subi par le matériel quand il pleut ou quand il neige en des lieux chauds, est partiellement couvert par l'essai de variation de température air/air (essai Na) et par conséquent il n'est pas recommandé d'essai supplémentaire.
- 7) Ces sévérités sont les valeurs préférentielles les plus proches de la CEI 60068-2-56 et les légères différences à la fois de température et d'humidité sont considérées comme insignifiantes. La durée de 96 h est considérée comme suffisante pour la plupart des matériels dissipateurs d'énergie afin de démontrer que la conception du matériel entre correctement dans les tolérances pour fonctionner avec cette humidité.
- 8) Il a été choisi la sévérité d'essai préférentielle la plus élevée concernant l'essai continu de chaleur humide même si les conditions de cet agent sont plus sévères. Il est par conséquent recommandé de choisir les composants en se souvenant de cette condition et en choisissant la durée la plus élevée correspondant à 21 jours.

Table A.6 – Recommended tests for IEC 60721-3-5 – Class 5K6

(enclosed or partly open compartments – tropical dry climates)

IEC 60721-3-5 – Climatic conditions		IEC 60068-2 – Climatic tests				
Environmental parameter	Class 5K6	Nearest IEC 60068-2		Recommended test		Note n°
		Test method	Severity	Test method	Severity	
a) Low air temperature	–20 °C	60068-2-1: Ab	–25 °C, 16 h	60068-2-1: Ab	–20 °C, 16 h	1)
b) High temperature, air in ventilated compartments (except engine compartments) or outdoor air	+55 °C	As recommended test		60068-2-2: Bb	+55 °C, 16 h	2)
c) High temperature, air in unventilated compartments except engine compartments	+85 °C	As recommended test		60068-2-2: Bb	+85 °C, 16 h	2)
d) High temperature, air in engine compartments	+85 °C	As recommended test		60068-2-2: Bb	+85 °C, 16 h	2)
e) Change of temperature: air/air	–20 °C/ +30 °C	As recommended test		60068-2-14: Na	–20 °C to ambient, 2 cycles $t_1 = 3 \text{ h}, t_2 < 3 \text{ min}$	3)
f) Gradual change of temperature, air/air, except engine compartments	–20 °C/ +30 °C 5 °C/min	60068-2-14: Nb	–25 °C to + 30 °C, 5 °C/min 2 cycles $t_1 = 3 \text{ h}$	Test normally not required - see note 4)		4)
g) Gradual change of temperature, air/air, in engine compartments	–20 °C/ +70 °C 10 °C/min	60068-2-14: Nb	–25 °C to + 70 °C, 5 °C/min 2 cycles $t_1 = 3 \text{ h}$	60068-2-14: Nb	–20 °C to +70 °C, 10 °C/min 2 cycles $t_1 = 3 \text{ h}$	5)
h) Change of temperature, air/water, except in engine compartments	+55 °C/ +5 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 6)		6)
i) Change of temperature, air/water, in engine compartments	+85 °C/ –5 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 6)		6)
j) Change of temperature, air/snow, in engine compartments	+70 °C/ –5 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 6)		6)
k) Relative humidity, not combined with rapid temperature changes, except in engine compartment of vehicles powered by internal combustion engines	95 %, +50 °C	As recommended test		60068-2-56: Cb	+55 °C, 93 % RH, 96 h	7)
l) Relative humidity, not combined with rapid temperature changes, in engine compartment of vehicles powered by internal combustion engines	95 %, +85 °C	As recommended test		60068-2-56: Cb	+55 °C, 93 % RH 21 days	8)

continued

Explanatory notes for Table A.6 – Class 5K6

- 1) The test temperature is the nearest preferred value in IEC 60068-2. It is recommended that the test value of $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ is used, according to the environmental parameter of IEC 60721-3-5 for this class; however, the effects of solar irradiation should also be taken into account (see note 15). The choice of the duration of 16 h is considered to be sufficient for most heat-dissipating specimens to demonstrate that their design is adequately tolerated to function at this temperature.
- 2) The test temperature is equivalent to the environmental parameter of IEC 60721-3-5 for this class. The choice of the duration of 16 h is considered to be sufficient for most heat-dissipating equipment to demonstrate that their design is adequately tolerated to function at this temperature.
- 3) The change of temperature test is normally used to check design tolerancing and the range is not important. However, in this class condensation may occur, so a range is proposed which encompasses the lower temperatures in order to promote condensation for low heat-dissipating equipment. Ambient conditions as described in the introduction section of this technical report are proposed as the upper temperature to allow the single chamber method to be used, thus making the test economical to perform.
- 4) The change of temperature test is normally used to check design tolerancing and the range is not important. However, in this class condensation may occur, so a range is proposed which encompasses the lower temperatures in order to promote condensation for low heat-dissipating equipment. For most equipment, this condition is not as severe as the rapid temperature change (see table line 'e') and so if the rapid change of temperature test is performed, this test can be omitted.
- 5) The specified IEC 60721-3-5 value of rate of change is $10\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$, however the highest preferred value in IEC 60068-2-14 is $5\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$. It is recommended that the test value of $10\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{min}$ is used, according to the environmental parameter.
- 6) No specified IEC 60068-2 test exists. The effect of rapid temperature change which is experienced by equipment when it either rains or snows in a warm location is partially covered by the change of temperature air/air (test Na) and therefore no additional testing is recommended.
- 7) These severities are the nearest preferred values in IEC 60068-2-56 and the minor changes in both temperature and humidity are considered to be insignificant. The duration of 96 h is considered to be sufficient for most heat-dissipating equipment to demonstrate that their design is adequately tolerated to function at this humidity.
- 8) The highest preferred test severity of the damp heat, steady-state test has been chosen, although the conditions in this parameter are more severe. It is therefore recommended that components are chosen with this condition in mind and that the highest duration of 21 days is chosen.

Tableau A.6 – Catégorie 5K6 (suite)

CEI 60721-3-5 – Conditions climatiques		CEI 60068-2 – Essais climatiques				
Agent d'environnement	Catégorie 5K6	Essai de la CEI 60068-2 le plus approchant		Essai recommandé		Notes n°
		Méthode d'essai	Sévérité	Méthode d'essai	Sévérité	
m) Humidité relative, associée à des variations rapides de température, air/air, avec des taux d'humidité relative élevés. Non à proximité des systèmes de climatisation à air réfrigéré	95 %, -20 °C/ +30 °C	Selon l'essai recommandé		Chaleur humide, essai continu (essai Cb dans ce tableau) immédiatement suivi par l'essai de variation rapide de la température (essai Na)		9)
n) Humidité relative, associée à des variations rapides de température, air/air, avec des taux d'humidité relative élevés. A proximité des systèmes de climatisation à air réfrigéré	95 %, +10 °C/ +85 °C	Selon l'essai recommandé		Chaleur humide, essai continu (essai Cb dans ce tableau) immédiatement suivi par l'essai de variation rapide de la température (essai Na)		9)
o) Humidité absolue, associée avec des variations rapides de température, air/air avec une forte teneur en eau	60 g/m ³ +85 °C/ +15 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-30: Db variante 2	+55 °C, 90 à 100 % HR 2 cycles	10)
p) Faible humidité relative	10 % +30 °C	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 11)		11)
q) Basse pression atmosphérique	70 kPa	60068-2-13: M	70 kPa, 30 min	Essai normalement non requis - voir note 12)		12)
r) Mouvement du milieu avoisinant, air	30 m/s	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 13)		13)
s) Précipitations, pluie	15 mm/min	Selon l'essai recommandé		60068-2-18: Rb méthode 2.2	Exposition: 3 min/m ² Durée: 15 min minimum	14)
t) Rayonnement solaire	1 120 W/m ²	60068-2-5: Sa Procédure C	1 120 W/m ² , 72 h, 40 °C	Ajouter 15 °C à l'essai de chaleur sèche et évaluer les matériaux par rapport aux réactions photochimiques		15)
u) Rayonnement, chaleur, autre que dans les compartiments moteur	600 W/m ²	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 16)		16)
v) Rayonnement, chaleur, dans les compartiments moteur	1 200 W/m ²	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 16)		16)
w) Eau provenant de sources autres que la pluie	3,0 m/s	Pas d'essai de la CEI 60068-2		60068-2-18: Ra/Rb	Voir note 17)	17)
x) Mouillure - conditions de surfaces humides		Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 18)		18)

Notes explicatives pour le Tableau A.6 – Catégorie 5K6 (suite)

- 9) Cette condition ne peut pas être vérifiée dans la pratique en raison de contraintes physiques. Cependant, elle peut être approchée en effectuant un essai d'humidité composite avec l'essai d'humidité continu, immédiatement suivi de l'essai de variation rapide de température avec omission des périodes de pré et post conditionnement existant entre les deux essais. En réalisant l'essai composite de cette manière, les effets de la condition sont considérés comme correctement démontrés. Si cet essai composite est réalisé, l'utilisateur peut décider que les essais individuels (voir les lignes 'e' et 'k/' du tableau) peuvent être omis. Ceci serait particulièrement recommandé si le matériel était contrôlé tout au long de l'essai.
- 10) Ceci est la condition maximale préférentielle d'essai cyclique de chaleur humide et elle est considérée comme satisfaisante pour démontrer les effets de cette condition, (la condition d'essai d'humidité absolue étant plus importante et la température étant inférieure). La durée des deux cycles (48 h) est considérée comme satisfaisante pour la plupart des matériels. La variante 2 de l'essai Db est choisie car elle vérifie correctement la condition et elle est plus simple à réaliser que la variante 1.
- 11) Il n'existe pas d'essai adapté dans la série CEI 60068-2. Les effets principaux de la faible humidité relative sont la fragilité, le retrait, la diminution de la résistance mécanique, l'augmentation de l'usure des surfaces de contact et le développement de charges électrostatiques. Les défauts typiques provoqués par le séchage sont les défauts mécaniques des parties non métalliques, les craquelures et les défauts électriques. Une faible humidité relative peut attirer des particules de poussière provoquant, par exemple, l'usure des surfaces de contact. Cet effet est à considérer lors du choix des matériaux et des composants destinés aux matériels de cette catégorie.
- 12) Pour les matériels hermétiquement fermés ou pour les matériels contenant ou traitant des liquides, l'essai M de la CEI 60068-2-13 est recommandé. Pour des applications normales dans lesquelles l'effet de la pression atmosphérique est évalué au niveau du composant, il n'est pas recommandé d'essai.
- 13) Il n'existe pas d'essai adapté dans la CEI 60068-2, cependant il convient de prendre des précautions particulières, notamment pour les matériels de grandes dimensions, et l'utilisateur peut être amené à développer sa propre méthodologie si la condition est à évaluer.
- 14) La CEI 60068-2-18 recommande l'essai Ra 1 pour les matériels exposés à la pluie. Cependant cet essai ne correspond pas à l'intensité de la pluie de cette catégorie de la CEI 60721 et cet essai n'est pas faisable pour les articles de grandes dimensions. L'essai Rb 2.2 est par conséquent recommandé car c'est un essai simple, reproductible et qui peut être réalisé sur des matériels de toutes les tailles.
- 15) La méthode d'essai C de la CEI 60068-2-5 destinée à simuler les effets du rayonnement solaire au niveau du sol est choisie car elle produit un rayonnement continu permettant l'évaluation des effets de la photodégradation. La sévérité de cette catégorie est de $1\ 120\ \text{W/m}^2$, ce qui correspond à la condition d'essai contenue dans l'essai Sa de la CEI 60068-2-5.

Les essais d'exposition solaire ne sont pas considérés comme satisfaisants, car il est difficile de reproduire le rayonnement réel constaté dans la pratique. Il est recommandé que cette condition soit évaluée en augmentant la température de l'essai de chaleur sèche de $15\ ^\circ\text{C}$ et en évaluant les matériaux et les composants

par rapport aux réactions photochimiques. Pour plus d'informations, voir la CEI 60721-4-0.

Les matériels peuvent être protégés contre les effets du rayonnement solaire, par exemple en adaptant des écrans thermiques efficaces, auquel cas l'essai à température élevée de chaleur sèche peut être omis ou réduit en sévérité selon l'efficacité des précautions prises. Il serait de bonne pratique de modéliser de telles précautions pour donner confiance en l'aptitude du matériel à résister aux effets du rayonnement solaire.

Avec ce niveau de rayonnement solaire, les températures de surface peuvent être supérieures de $25\ ^\circ\text{C}$ par rapport à la température ambiante. La température de surface peut également chuter pendant la nuit en raison du rayonnement calorifique (CEI 60721-2-4). Il convient de prendre ces effets en compte quand on choisit les matériaux et il convient de tenir compte d'un essai réduit de température pour l'essai à basse température (essai Ab/Ad).

- 16) Il n'est pas recommandé d'essai. Il n'existe pas de méthode d'essai dans la CEI 60068-2 pour cette condition. L'effet de cette condition est considéré comme inclus dans l'essai de chaleur sèche (voir les lignes 'c' ou 'd' du tableau). Pour les matériels installés à proximité de sources de forts rayonnements thermiques, des précautions particulières peuvent être nécessaires, ou un essai supplémentaire à température élevée peut être requis.
- 17) La source d'eau n'est pas donnée dans la CEI 60721-3-5. L'utilisateur aura à choisir dans la CEI 60068-2-18 l'essai approprié en même temps que la durée et la sévérité d'essai. A titre de guide, ce qui suit peut aider l'utilisateur dans le choix d'un essai adapté :
- a) **Chute de gouttes d'eau** : Si le matériel est normalement protégé contre la pluie, mais qu'il peut être exposé aux gouttes d'eau issues de la condensation ou de fuites en provenance des surfaces supérieures, la CEI 60068-2-18: Ra 2 est la méthode préférentielle (Dispositif générateur de gouttes d'eau, avec une hauteur de chute des gouttes de 2 m, un angle d'oscillation de 0° , et une durée de 1 h).
 - b) **Projections d'eau** : Si le matériel peut être exposé à des projections provenant des roues, les méthodes préférentielles sont les méthodes Rb 2.1 et Rb 2.2 de la CEI 60068-2-18 (Essais Rb 2.1 - Tube oscillant ou Rb - 2.2 - Appareil d'arrosage portatif – $1\ \text{min/m}^2$, 30 min maximum)
 - c) **Ruissellement** : Si le matériel peut être exposé à des chasses d'eau ou des évacuations d'eau, la CEI 60068-2-18: Rb 3 est la méthode préférentielle (arrosage à la lance).
 - d) **Jets d'eau** : Si des jets d'eau peuvent se produire sur le matériel, choisir la CEI 60068-2-18: Essais Ra ou Rb pour démontrer que le matériel est conçu pour fonctionner dans ces conditions.
- 18) On ne recommande pas d'essai. Il n'existe pas de valeur dans la CEI 60721-3-5 pour les surfaces humides. L'effet de surfaces humides est partiellement produit par plusieurs autres essais faisant partie de cette catégorie (voir par exemple l'essai de pluie à la ligne 's' du tableau), et il convient d'en tenir compte lors du choix des matériaux. Il n'est pas possible de donner une valeur pour les surfaces humides. L'effet peut être plus sévère que l'effet de pluie car il peut être continu et la différence de concentration en oxygène augmente la corrosion sur une surface qui se trouve au contact d'une autre surface. Ceci peut accélérer les réactions de corrosion électrochimique, en particulier si les deux surfaces sont faites de métaux différents.

Table A.6 – Class 5K6 (continued)

IEC 60721-3-5 – Climatic conditions		IEC 60068-2 – Climatic tests				
Environmental parameter	Class 5K6	Nearest IEC 60068-2		Recommended test		Note n°
		Test method	Severity	Test method	Severity	
m) Relative humidity, combined with rapid temperature changes: air/air at high relative humidities. Not in close proximity to refrigerated air conditioning systems	95 %, –20 °C/ +30 °C	As recommended test		Damp heat, steady-state test (test Cb in this table) followed immediately by the rapid change of temperature test (test Na)		9)
n) Relative humidity, combined with rapid temperature changes: air/air at high relative humidities. In close proximity to refrigerated air conditioning systems	95 %, +10 °C/ +85 °C	As recommended test		Damp heat, steady-state test (test Cb in this table) followed immediately by the rapid change of temperature test (test Na)		9)
o) Absolute humidity, combined with rapid temperature changes: air/air with high water content	60 g/m ³ +85 °C/ +15 °C	As recommended test		60068-2-30: Db variant 2	+55 °C, 90-100 % RH 2 cycles	10)
p) Low relative humidity	10 % +30 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 11)		11)
q) Low air pressure	70 kPa	60068-2-13: M	70 kPa, 30 min	Test normally not required - see note 12)		12)
r) Movement of surrounding medium, air	30 m/s	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 13)		13)
s) Precipitation, rain	15 mm/min	As recommended test		60068-2-18: Rb method 2.2	Exposure: 3 min/m ² Duration: 15 min minimum	14)
t) Solar radiation	1 120 W/m ²	60068-2-5: Sa Procedure C	1 120 W/m ² , 72 h, 40 °C	Add 15 °C to the dry heat test and evaluate materials for photochemical reactions		15)
u) Radiation: heat, not in engine compartments	600 W/m ²	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 16)		16)
v) Radiation: heat, in engine compartments	1 200 W/m ²	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 16)		16)
w) Water from sources other than rain	3,0 m/s	No IEC 60068-2 test		60068-2-18: Ra/Rb	See note 17)	17)
x) Wetness - conditions of wet surfaces		No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 18)		18)

Explanatory notes for Table A.6 – Class 5K6 (continued)

- 9) This condition cannot be practically tested due to constraints of physics. However, it may be approximated by conducting a composite test with the steady-state humidity test followed immediately by the rapid change in temperature test, with the pre- and post-conditioning periods omitted between the two tests. By conducting a composite test in this way, the effects of the condition are considered to be adequately demonstrated. If this composite test is performed, the user may decide that the individual tests (table line 'e' and 'k/l') may be omitted. This would be particularly recommended if the equipment is monitored throughout the test.
- 10) This is the maximum preferred damp heat cyclic test severity and is considered to be adequate to demonstrate the effects of this condition (the test severity's absolute humidity being higher and the temperature lower). The duration of two cycles (48 h) is considered adequate for most equipment. Variant 2 of test Db is chosen since it adequately tests the condition and is simpler to perform than variant 1.
- 11) No suitable IEC test available in the IEC 60068-2 series. The main effects of low relative humidity are embrittlement, shrinking, and impairment of mechanical strength, increase in wearing of contact surfaces and development of electrostatic charge. Typical faults caused by drying are mechanical faults of non-metallic parts, cracking and electrical faults. Low relative humidity may attract dust particles, which cause, for example, wearing of contact surfaces. This effect has to be considered when selecting materials and components for equipment for this class.
- 12) For sealed equipment or for equipment containing or processing liquids, test M of IEC 60068-2-13 is recommended. For normal applications where the effect of air pressure is evaluated at the component level, No test is recommended.
- 13) No suitable test exists in IEC 60068-2; however, special precautions should be taken, especially for large equipment and the user may have to develop his own methodology if the condition is to be evaluated.
- 14) IEC 60068-2-18 recommends test Ra 1 for equipment exposed to rain. However this does not correspond to the rain intensity of this IEC 60721 class and is not practicable for large items. Test Rb 2.2 is therefore recommended since it is a simple, repeatable test, which can be performed on equipment of all sizes.
- 15) The IEC 60068-2-5 procedure C test for simulating the effects of solar radiation at ground level is chosen since it produces continuous irradiation thus allowing assessment of photodegradation effects. The severity of this class is 1 120 W/m² which corresponds to the test condition contained in IEC 60068-2-5:Sa.

Solar tests are not considered satisfactory, since it is difficult to replicate the actual radiation experienced in practice. It is recommended that this condition should be evaluated by increasing the temperature of the dry heat test by 15 °C and evaluating materials and components for photochemical reactions. For more information see IEC 60721-4-0.

Equipment may be protected against the effect of solar radiation, for example, by the fitting of efficient heat shields, in which case the elevated temperature for the

dry heat test can be omitted or reduced in severity depending on the effectiveness of the precautions. It should be normal practice to model such precautions in order to give confidence in the ability of the equipment to resist the effect of solar radiation.

With this level of solar radiation, surface temperatures may be as high as 25 °C above ambient. Surface temperature can also fall at night due to heat irradiation (see IEC 60721-2-4). These effects should be taken into account when selecting materials and a reduced temperature test should be considered for the low temperature test (test Ab/Ad).

- 16) No test is recommended. There is no IEC 60068-2 test method for this condition. The effect of this condition is considered to be included in the dry heat test (see table line 'c' or 'd'). For equipment mounted near sources of high heat radiation, special precautions may be necessary or an additional elevated temperature test may be required.
- 17) The source of water is not given in IEC 60721-3-5. The user will have to select the appropriate test together with the duration and test severity from IEC 60068-2-18. As a guide the following may assist the user in the selection of a suitable test:
- Dripping water:** If the equipment is normally protected from rain, but likely to be exposed to falling drops from condensation or leakage from upper surfaces, IEC 60068-2-18: Ra 2 - drip box with a 2 m drop height, a tilt angle of 0°, and a 1 h duration - is the preferred method.
 - Spraying water:** If the equipment is likely to be exposed to water spray from wheels, IEC 60068-2-18 tests Rb 2.1 - oscillating tube - or Rb 2.2 - hand-held shower, 1min/m², 30 min maximum - are the preferred methods.
 - Splashing water:** If the equipment is likely to be exposed to flushing or sluicing water, IEC 60068-2-18: Rb 3 - hosing - is the preferred method.
 - Water jets:** If jets of water are likely to strike the equipment, choose from either IEC 60068-2-18: Ra or Rb test to demonstrate that the equipment is designed to function under these conditions.
- 18) No test is recommended, as no value is available in IEC 60721-3-5 for wet surfaces. The effect of wet surfaces is partially produced by several other tests in this class (see for example table line 's' rain test) and should be taken into account when selecting materials. It is not possible to give any values to wet surfaces. The effect can be more severe than the effect of rain because it may be continuous and the oxygen concentration difference increases the corrosion in a surface, which is in contact with another surface. This can accelerate electrochemical corrosion reactions especially if the two surfaces are of different metals.

ISBN 2-8318-7075-5



9 782831 870755

ICS 19.040
