

RAPPORT  
TECHNIQUE  
TECHNICAL  
REPORT

CEI  
IEC

TR 60721-4-6

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

**Classification of environmental conditions –**

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



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC/TR 60721-4-6:2001+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](http://www.iec.ch))
- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI ([www.iec.ch/searchpub](http://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](http://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](mailto: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](http://www.iec.ch))
- **Catalogue of IEC publications**

The on-line catalogue on the IEC web site ([www.iec.ch/searchpub](http://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](http://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](mailto:custserv@iec.ch)  
Tel: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00

RAPPORT  
TECHNIQUE  
TECHNICAL  
REPORT

CEI  
IEC  
TR 60721-4-6

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

**Classification of environmental conditions –**

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

© 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 **CH**

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

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	4
INTRODUCTION .....	8
1 Domaine d'application et objet.....	10
2 Documents de référence .....	10
3 Vue d'ensemble .....	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 l'environnement des navires.....	14
3.6 Durées des essais .....	14
3.7 Conditions ambiantes.....	14
4 Conditions climatiques .....	16
5 Conditions dynamiques .....	36
Annexe A Environnement des navires – Conditions climatiques .....	48
Annexe B Environnement des navires – Conditions dynamiques .....	76
Tableau 1 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-6 – Catégorie 6K1 .....	16
Tableau 2 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-6 – Catégorie 6K4 .....	20
Tableau 3 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-6 – Catégorie 6K5 .....	28
Tableau 4 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-6 – Catégorie 6M2 .....	36
Tableau 5 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-6 – Catégorie 6M3 .....	40
Tableau 6 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-6 – Catégorie 6M4 .....	44
Tableau A.1 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-6 – Catégorie 6K2 .....	48
Tableau A.2 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-6 – Catégorie 6K3 .....	52
Tableau A.3 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-6 – Catégorie 6K6 .....	60
Tableau A.4 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-6 – Catégorie 6K7 .....	68
Tableau B.1 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-6 – Catégorie 6M1 .....	76

## 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 ship environment .....	15
3.6 Test durations.....	15
3.7 Ambient .....	15
4 Climatic conditions .....	18
5 Dynamic conditions .....	38
Annex A Ship environment – Climatic conditions.....	50
Annex B Ship environment – Dynamic conditions.....	78
Table 1 – Recommended tests for IEC 60721-3-6 – Class 6K1.....	18
Table 2 – Recommended tests for IEC 60721-3-6 – Class 6K4.....	24
Table 3 – Recommended tests for IEC 60721-3-6 – Class 6K5.....	32
Table 4 – Recommended tests for IEC 60721-3-6 – Class 6M2 .....	38
Table 5 – Recommended tests for IEC 60721-3-6 – Class 6M3 .....	42
Table 6 – Recommended tests for IEC 60721-3-6 – Class 6M4 .....	46
Table A.1 – Recommended tests for IEC 60721-3-6 – Class 6K2 .....	50
Table A.2 – Recommended tests for IEC 60721-3-6 – Class 6K3 .....	56
Table A.3 – Recommended tests for IEC 60721-3-6 – Class 6K6 .....	64
Table A.4 – Recommended tests for IEC 60721-3-6 – Class 6K7 .....	72
Table B.1 – Recommended tests for IEC 60721-3-6 – Class 6M1.....	78

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

---

### CLASSIFICATION DES CONDITIONS D'ENVIRONNEMENT –

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

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

## 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 60721-4-6, 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 60721-4-6 est issue de la première édition (2001) [documents 104/62/CDV et 104/112/RVC] et de son amendement 1 (2003) [documents 104/199/DTR et 104/260A/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 la 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 60721-4-6 is based on the first edition (2001) [documents 104/62/CDV and 104/112/RVC] and its amendment 1 (2003) [documents 104/199/DTR and 104/260A/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 document 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 60721-3-6 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 60721-3-6 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 60721-3-6 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 60721-3-6 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 4-6: Guide pour la corrélation et la transformation des classes de conditions d'environnement de la CEI 60721-3 en essais d'environnement de la CEI 60068 – Environnement des navires

#### 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 60721-3-6 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 60068-2-7:1983, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Ga: Accélération constante*

CEI 60068-2-9:1975, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Guide pour l'essai de rayonnement solaire*

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*

## CLASSIFICATION OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS –

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

#### 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 60721-3-6 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 60068-2-7:1983, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ga: Acceleration, steady state*

IEC 60068-2-9:1975, *Environmental testing – Part 2: Tests – Guidance for solar radiation testing*

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*

CEI 60068-2-29:1987, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essai Eb et guide: Secousses*

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)*

CEI 60068-2-52:1996, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Kb: Brouillard salin, essai cyclique (solution de chlorure de sodium)*

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

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 60721-2-6:1990, *Classification des conditions d'environnement – Deuxième partie: Conditions d'environnement présentes dans la nature – Vibrations et chocs sismiques*

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

CEI 60721-4-0, *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 – Introduction<sup>1)</sup>*

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 60721-3-6 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.

<sup>1)</sup> A publier.

IEC 60068-2-29:1987, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Eb and guidance: Bump*

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

IEC 60068-2-52:1996, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Kb: Salt mist, cyclic (sodium chloride solution)*

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

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 60721-2-6:1990, *Classification of environmental conditions – Part 2: Environmental conditions appearing in nature – Earthquake vibration and shock*

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

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 – Introduction*<sup>1)</sup>

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 60721-3-6 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.

---

<sup>1)</sup> To be published.

### 3.3 Sévérités

La CEI 60721-3-6 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 correspondants 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 l'environnement des navires

Les catégories relatives à l'environnement des navires spécifient les conditions d'environnement auxquelles sont exposés un produit dans ses conditions d'utilisation quand il est installé à bord des navires. 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.

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 6 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/m<sup>3</sup> 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 60721-3-6 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 standard 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 ship environment

The ship environment classes specify the environmental conditions to which a product is exposed under its conditions of use when installed aboard ships. Environmental conditions created by co-located products within an enclosure are not included in these classes.

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 6 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 a specific application 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/m<sup>3</sup> and at air pressure between 86 kPa and 106 kPa. Details of the standard atmospheric 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 60721-3-6 – Catégorie 6K1**  
(endroits complètement protégés contre les intempéries, chauffés et ventilés)

CEI 60721-3-6 – Conditions climatiques		CEI 60068-2 – Essais climatiques				
Agent d'environnement <sup>a</sup>	Catégorie 6K1	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/Ad	+5 °C, 16 h	1)
b) Basse température de l'air, l'eau: Point de congélation de l'eau		Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis – Voir note 2)		2)
c) Haute température de l'air	+40 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-2: Bb/Bd	+40 °C, 16 h	3)
d) Haute température de surface	Non					
e) Haute température de l'eau	+30 °C	Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis – Voir note 4)		4)
f) Variation progressive de la température, air/air	Non					
g) Variation de la température, air/eau	Non					
h) Humidité relative, non associée à des variations rapides de température	95% +30 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-56: Cb	+30 °C, HR 93 %, 10 jours	5)
i) Humidité relative, associée à des variations rapides de température: air/air pour des humidités relatives élevées	Non					
j) Humidité relative associée à des variations rapides de température: air/air pour des teneurs en eau élevées	Non					
k) Faible humidité relative	10 % +30 °C	Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis – Voir note 6)		6)
l) Mouvement du milieu ambiant, air	Négligeable					
m) Précipitations, pluie	Non					
n) Rayonnement solaire	Négligeable					
o) Rayonnement de chaleur	Négligeable					
p) Eau d'autre origine que la pluie	Non					
q) Mouillure	Non					

<sup>a</sup> Il n'y a pas de climatogramme proposé pour les classes climatiques, car ils ne font pas parties de la CEI 60721-3-6.

NOTE «Non» dans la colonne catégorie signifie qu'il n'y a pas de condition spécifiée dans la CEI 60721-3-6.

### Notes explicatives pour le tableau 1 – Catégorie 6K1

- 1) La condition d'environnement et la sévérité d'essai sont les mêmes et par conséquent il n'est pas nécessaire de donner des explications détaillées sur le choix; cependant, il convient de tenir compte des effets du rayonnement solaire (voir la note 14) relative au tableau 2). Le choix de la durée de 16 h est considéré comme suffisant pour la plupart des spécimens dissipateurs d'énergie pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner à cette température.
- 2) Il n'existe pas d'essai CEI 60068-2 adapté. Pour les produits pouvant être influencés par la formation de glace en mer, il convient d'envisager un essai séquentiel selon la méthode 2.2 de l'essai Rb de la CEI 60068-2-18, suivi de l'essai Ab/Ad de la CEI 60068-2-1 mentionné dans ce tableau 1. Un exemple est celui où de la glace peut se former dans les joints ou les espaces étroits de la structure, provoquant des défauts mécaniques ou d'isolation, des craquelures ou des fuites. Il convient cependant que l'utilisateur note que l'essai ne peut pas reproduire la masse réelle de glace qu'on est susceptible de rencontrer dans cette catégorie.
- 3) La condition d'environnement et la sévérité d'essai sont les mêmes et par conséquent il n'est pas nécessaire de donner des explications détaillées. Le choix de la durée de 16 h est considéré comme suffisant pour la plupart des spécimens dissipateurs d'énergie pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner à cette température.
- 4) Il n'existe pas d'essai CEI 60068-2 adapté. Il convient de tenir compte de cette condition en choisissant les matériaux destinés aux produits.
- 5) La sévérité d'essai préférentielle la plus proche de l'essai continu de chaleur humide a été choisie, même si l'humidité relative est légèrement inférieure à la valeur de la sévérité caractéristique. Le choix de la durée de 10 jours est considéré comme suffisant pour la plupart des spécimens dissipateurs d'énergie, pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner dans cette condition.
- 6) Il n'existe pas d'essai CEI adapté dans la série 60068-2. Les effets principaux d'une faible humidité relative sont le retrait, la diminution de la résistance mécanique, l'augmentation de l'usure des surfaces de contact et création d'une charge électrostatique. 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. Ces effets sont à considérer lors du choix des matériaux et des composants destinés aux produits de cette catégorie.

## 4 Climatic conditions

**Table 1 – Recommended tests for IEC 60721-3-6 – Class 6K1**  
(totally weatherprotected, heated and ventilated locations)

IEC 60721-3-6 – Climatic conditions		IEC 60068-2 – Climatic tests				
Environmental parameter <sup>a</sup>	Class 6K1	Nearest IEC 60068-2		Recommended test		Note No.
		Test method	Severity	Test method	Severity	
a) Low air temperature, air	+5 °C	As recommended test		60068-2-1: Ab/Ad	+5 °C, 16 h	1)
b) Low air temperature, water:freezing point of water		No IEC 60068-2 test		Test normally not required – See note 2)		2)
c) High temperature, air	+40 °C	As recommended test		60068-2-2: Bb/Bd	+40 °C, 16 h	3)
d) High temperature, surfaces	No					
e) High temperature, water	+30 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required – See note 4)		4)
f) Gradual change of temperature, air/air	No					
g) Change of temperature, air/water	No					
h) Relative humidity, not combined with rapid temperature changes	95 % +30 °C	As recommended test		60068-2-56: Cb	+30 °C, 93 % RH, 10 days	5)
i) Relative humidity, combined with rapid temperature changes: air/air at high relative humidities	No					
j) Relative humidity, combined with rapid temperature changes: air/air at high water contents	No					
k) Low relative humidity	10 % +30 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required – See note 6)		6)
l) Movement of surrounding medium, air	Negligible					
m) Precipitation, rain	No					
n) Solar radiation	Negligible					
o) Radiation: heat,	Negligible					
p) Water from sources other than rain	No					
q) Wetness	No					

<sup>a</sup> No climatograms are shown for the climatic classes since they are not included in IEC 60721-3-6.

NOTE "No" in the class column means that no IEC 60721-3-6 condition is specified.

### Explanatory notes for table 1 – Class 6K1

- 1) The environmental condition and test severity are the same, and therefore no detailed explanation of the choice is necessary; however, the effects of solar irradiation should also be taken into account (see note 14) of table 2. 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) No suitable IEC 60068-2 test exists. For products which may be influenced by the formation of sea ice, a sequence test of IEC 60068-2-18 Rb method 2.2 followed by IEC 60068-2-1 Ab/Ad in table 1 should be considered. An example of such is where the ice can form in joints or narrow places in the structure, causing mechanical and insulation faults, cracking and leaking. The user should, however, note that this test cannot replicate the actual ice mass which is likely to be experienced in this class.
- 3) The environmental condition and test severity are the same, and therefore no detailed explanation of the choice is necessary. 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.
- 4) No suitable IEC 60068-2 test exists. This condition should be taken into account when selecting material for the product.
- 5) The nearest preferred test severity of the damp heat steady-state test has been chosen, although the relative humidity is slightly lower than the value of the characteristic severity. The choice of the duration of 10 days is considered to be sufficient for most heat-dissipating specimens to demonstrate that their design is adequately tolerated to function at this condition.
- 6) No suitable test is 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 developing 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. These effects have to be considered when selecting materials and components for products for this class.

**Tableau 2 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-6 – Catégorie 6K4**

*(endroits non ventilés avec rayonnement solaire, pluie et jets d'eau)*

CEI 60721-3-6 – Conditions climatiques		CEI 60068-2 – Essais climatiques				
Agent d'environnement <sup>a</sup>	Catégorie 6K4	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/Ad	-25 °C, 16 h	1)
b) Basse température de l'air, de l'eau: point de congélation de l'eau		Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis – Voir note 2)		2)
c) Haute température de l'air	+70 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-2: Bb/Bd	+70 °C, 16 h	3)
d) Haute température de surface	+70 °C	Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis – Voir note 4)		4)
e) Haute température de l'eau	+35 °C	Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis – Voir note 5)		5)
f) Variation progressive de la température, air/air	-25 °C +40 °C 3 °C/min	Selon l'essai recommandé		60068-2-14: Nb	-25 °C jusqu'à +40 °C Vitesse: 3 °C/min, deux cycles	6)
g) Variation de la température, air/eau	+40 °C +5 °C	Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis – Voir note 7)		7)
h) Humidité relative, non associée avec des variations rapides de température	95 % +45 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-56: Cb	+40 °C, HR 93 %, 10 jours	8)
i) Humidité relative, associée avec des variations rapides de température: air/air pour des humidités relatives élevées	95 % -25 °C +35 °C	Selon l'essai recommandé		Essai continu d'humidité (Essai Cb) suivi immédiatement par l'essai de variation rapide de température (Essai Na)		9)
j) Humidité absolue, associée avec des variations rapides de température: air/air pour des teneurs en eau élevées	60 g/m <sup>3</sup> +70 °C +15 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-30: Db Variante 2	+55 °C, HR 90 % à 100 % Deux cycles	10)
k) Faible humidité relative	10 % 30 °C	Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis – Voir note 11)		11)
l) Mouvement du milieu ambiant, air	30 m/s	Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis – Voir note 12)		12)
m) Précipitations, pluie	6 mm/min	Selon l'essai recommandé		60068-2-18: Rb Méthode 2.2	Exposition: 6 min/mm <sup>2</sup> Durée: 30 min minimum	13)
n) Rayonnement solaire	1 120 W/m <sup>2</sup>	60068-2-5: Sa Procédure C	1 120 W/m <sup>2</sup> trois cycles, 40 °C	Ajouter 15 °C à l'essai de chaleur sèche et évaluer les matériaux par rapport aux réactions photochimiques		14)
o) Rayonnement de chaleur	1 200 W/m <sup>2</sup>	Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis – Voir note 15)		15)
p) Eau d'autre origine que la pluie	3 m/s	Pas d'essai CEI 60068-2		60068-2-18: Ra/Rb	Voir note 16)	16)
q) Mouillure: Surfaces humides		Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis – Voir note 17)		17)

<sup>a</sup> Il n'y a pas de climatogramme proposé pour les classes climatiques, car ils ne font pas partie de la CEI 60721-3-6.

## Notes explicatives pour le tableau 2 – Catégorie 6K4

- 1) La condition d'environnement et la sévérité d'essai sont les mêmes et par conséquent il n'est pas nécessaire de donner des explications détaillées sur le choix, cependant il convient de tenir compte des effets du rayonnement solaire (voir la note 14)). Le choix de la durée de 16 h est considéré comme suffisant pour la plupart des spécimens dissipateurs d'énergie, pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner à cette température.
- 2) Il n'existe pas d'essai CEI 60068-2 adapté. Pour les produits pouvant être influencés par la formation de glace en mer, il convient d'envisager un essai séquentiel selon la méthode 2.2 de l'essai Rb de la CEI 60068-2-18, suivie de l'essai Ab/Ad de la CEI 60068-2-1 mentionné dans le tableau 1. Un exemple est celui où de la glace peut se former dans les joints ou les espaces étroits de la structure, provoquant des défauts mécaniques ou d'isolation, des craquelures ou des fuites. Il convient cependant que l'utilisateur note que l'essai ne peut pas reproduire la masse réelle de glace qu'on est susceptible de rencontrer dans cette catégorie.
- 3) La condition d'environnement et la sévérité d'essai sont les mêmes et par conséquent il n'est pas nécessaire de donner des explications détaillées sur le choix. Le choix de la durée de 16 h est considéré comme suffisant pour la plupart des spécimens dissipateurs d'énergie pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner à cette température.
- 4) Il n'existe pas d'essai CEI 60068-2 adapté. L'essai de la CEI 60068-2-2 ne démontre pas l'effet des variations rapides de température, provoqué quand le produit est en contact avec la surface chaude d'un matériau solide. La condition relative à une surface chaude du produit est démontrée par l'essai Sa de rayonnement solaire ou peut être simulé par des sources de chaleur directionnelles. Il convient de tenir compte de cette condition lors du choix des matériaux, en particulier si le produit doit être encapsulé.
- 5) Il n'existe pas d'essai CEI 60068-2 adapté. Il convient de tenir compte de cette condition en choisissant les matériaux destinés aux produits.
- 6) L'essai de variation de la température est normalement utilisé pour contrôler la maîtrise 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 va au-delà de la limite de 0 °C dans le but de permettre la formation de condensation sur les produits faiblement dissipateurs d'énergie.
- 7) Il n'existe pas d'essai CEI 60068-2 adapté. Il est probable que l'effet de variation de la température, qui est subi par les produits quand il pleut ou quand il neige en un lieu chaud, soit une variation rapide, ce qui est contraire au titre de ce point. S'il est probable que le produit soit censé subir de telles variations rapides, il convient de réaliser l'essai Na de la CEI 60068-2-14, cinq cycles  $t_1 = 3$  h,  $t_2 < 3$  min pour des températures comprises entre +5 °C et +40 °C.
- 8) La sévérité d'essai préférentielle la plus proche de l'essai continu de chaleur humide a été choisie, même si la température et l'humidité relatives sont légèrement inférieures à la valeur de la sévérité caractéristique. Le choix de la durée de 10 jours est considéré comme suffisant pour la plupart des spécimens dissipateurs d'énergie pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner dans cette condition.
- 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 composite avec l'essai continu d'humidité, immédiatement suivi de l'essai de variation rapide de température (voir note 7)) avec omission des périodes de pré et post conditionnement existant entre les deux essais. En réalisant un 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 h) du tableau et note 7)) peuvent être omis.
- 10) Il n'existe pas d'essai CEI adapté dans la série 60068-2. Cependant cette condition peut être approchée en réalisant l'essai cyclique Db de chaleur humide de la CEI 60068-2-13. Elle est la condition maximale préférentielle de l'essai cyclique de chaleur humide et elle est considérée comme satisfaisante pour démontrer les effets de cette condition, (l'humidité absolue de la condition d'essai étant plus élevée et la température plus basse). 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 effectue correctement la vérification de 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 60068-2. Les effets principaux de la faible humidité relative sont le retrait, la diminution, l'affaiblissement de la résistance mécanique, l'augmentation de l'usure des surfaces de contact et le développement d'une charge électrostatique. 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. Ces effets sont à considérer lors du choix des matériaux et des composants destinés aux produits de cette catégorie.
- 12) Il n'existe pas d'essai adapté dans la série de 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 CEI 60068-2-18 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 la catégorie de la CEI 60721 et cet essai n'est pas pratique pour les articles de grandes dimensions. L'essai Rb 2.2 a une sévérité d'essai équivalente et est par conséquent recommandé, car c'est un essai simple, reproductible, qui peut être réalisé sur des produits de toutes tailles.

**Notes explicatives pour le tableau 2 – Catégorie 6K4 (suite)**

- 14) 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. La sévérité de cette catégorie est de 1 120 W/m<sup>2</sup>, 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.

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 (voir CEI 60721-2-4). Il convient de prendre ces effets en compte quand on choisit les matériaux et il convient de procéder à un essai réduit de température pour l'essai à basse température (essai Ab/Ad).

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.

- 15) Il n'existe pas d'essai adapté dans la CEI 60068-2 et aucun essai supplémentaire n'est recommandé car les effets sont normalement inclus dans l'essai de chaleur sèche. Pour les produits installés à proximité de sources de rayonnements thermiques intenses, des précautions particulières telles que des écrans thermiques ou une isolation peuvent être nécessaires, ou un essai supplémentaire à température élevée peut être requis, le degré d'augmentation étant fonction de la sévérité de la source de chaleur.

- 16) La source d'eau n'est pas donnée dans la CEI 60721-3-6. 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 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'inclinaison de 0°, et une durée de 1 h).
- b) Projections d'eau: Si le produit peut être exposé à une pulvérisation 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/m<sup>2</sup>, 30 min maximum).
- c) Ruissellement: Si le produit peut être exposé à des chasses d'eau ou à des évacuations d'eau, en grande quantité, la méthode 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.

Ces essais ne mettent pas en évidence les chocs dynamiques provoqués par les vagues. Dans la série CEI 60068-2, il n'existe pas d'essai adapté, mais il convient de le prendre en compte dans la conception des produits. Il convient de prendre en compte l'effet de l'exposition à l'eau salée en choisissant les matériaux et les composants et en particulier, l'essai Kb de sévérité 1 de la CEI 60068-2-52 est recommandé.

- 17) On ne recommande pas d'essai. Il n'existe pas de valeur dans la CEI 60721-3-6 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 les risques de corrosion des deux surfaces en contact. 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 60721-3-6 – Class 6K4**  
(non-ventilated locations with solar radiation, rain and water jets)

IEC 60721-3-6 – Climatic conditions		IEC 60068-2 – Climatic tests				
Environmental parameter <sup>a</sup>	Class 6K4	Nearest IEC 60068-2		Recommended test		Note No.
		Test method	Severity	Test method	Severity	
a) Low air temperature, air	–25 °C	As recommended test		60068-2-1: Ab/Ad	–25 °C, 16 h	1)
b) Low air temperature, water: freezing point of water		No IEC 60068-2 test		Test normally not required – See note 2)		2)
c) High temperature, air	+70 °C	As recommended test		60068-2-2: Bb/Bd	+70 °C, 16 h	3)
d) High temperature, surfaces	+70 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required – See note 4)		4)
e) High temperature, water	+35 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required – See note 5)		5)
f) Gradual change of temperature, air/air	–25 °C +40 °C 3 °C/min	As recommended test		60068-2-14: Nb	–25 °C to +40 °C Rate: 3 °C/min, two cycles	6)
g) Change of temperature, air/water	+40 °C +5 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required – See note 7)		7)
h) Relative humidity, not combined with rapid temperature changes	95 % +45 °C	As recommended test		60068-2-56: Cb	+40 °C, 93 % RH, 10 days	8)
i) Relative humidity, combined with rapid temperature changes: air/air at high relative humidities	95 % –25 °C +35 °C	As recommended test		Steady-state humidity test (Test Cb) followed immediately by the rapid change of temperature test (Test Na).		9)
j) Absolute humidity, combined with rapid temperature changes: air/air at high water contents	60 g/m <sup>2</sup> +70 °C +15 °C	As recommended test		60068-2-30: Db Variant 2	+55 °C, 90 % to 100 % RH Two cycles	10)
k) Low relative humidity	10 % +30 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required – See note 11)		11)
l) Movement of surrounding medium, air	30 m/s	No IEC 60068-2 test		Test normally not required – See note 12)		12)
m) Precipitation, rain	6 mm/min	As recommended test		60068-2-18: Rb Method 2.2	Exposure: 6 min/mm <sup>2</sup> Duration: 30 min minimum	13)
n) Solar radiation	1 120 W/m <sup>2</sup>	60068-2-5: Sa Procedure C	1 120 W/m <sup>2</sup> three cycles, 40 °C	Add 15 °C to the dry heat test and evaluate materials for photochemical reactions		14)
o) Radiation: heat,	1 200 W/m <sup>2</sup>	No IEC 60068-2 test		Test normally not required – See note 15)		15)
p) Water from sources other than rain	3 m/s	No IEC 60068-2 test		60068-2-18: Ra/Rb	See note 16)	16)
q) Wetness: wet surfaces		No IEC 60068-2 test		Test normally not required – See note 17)		17)

<sup>a</sup> No climatograms are shown for the climatic classes since they are not included in IEC 60721-3-6.

## Explanatory notes for table 2 – Class 6K4

- 1) The environmental condition and test severity are the same, and therefore no detailed explanation of the choice is necessary; however, the effects of solar irradiation should also be taken into account (see note 14)). 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) No suitable IEC 60068-2 test exists. For products which may be influenced by the formation of sea ice, a sequence test of IEC 60068-2-18 Rb method 2.2 followed by IEC 60068-2-1 Ab/Ad in table 1 should be considered. An example of such is where the ice can form in joints or narrow places in the structure, causing mechanical and insulation faults, cracking and leaking. The user should, however, note that this test cannot replicate the actual ice mass which is likely to be experienced in this class.
- 3) The environmental condition and test severity are the same, and therefore no detailed explanation of the choice is necessary. 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.
- 4) No suitable IEC 60068-2 test exists. The IEC 60068-2-2 test does not demonstrate the effect of rapid temperature change caused when the product is in contact with a hot surface of solid material. The condition of the product's surface being hot is demonstrated by the solar radiation test Sa or can be simulated by directional heat sources. This condition should be taken into account when selecting material for the product, especially for its encapsulation.
- 5) No suitable IEC 60068-2 test exists. This condition should be taken into account when selecting material for the product.
- 6) 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 crosses the 0 °C boundary in order to allow condensation to occur for low heat-dissipating products.
- 7) No suitable IEC 60068-2 test exists. The effect of temperature change which is experienced by products when it either rains or snows on a warm location is likely to be a rapid change which contradicts the title of this item. If the product is likely to experience such rapid changes, IEC 60068-2-14 test Na should be performed: five cycles  $t_1 = 3$  h,  $t_2 < 3$  min over a temperature range of +5 °C to +40 °C.
- 8) The nearest preferred test severity of the damp heat steady-state test has been chosen, although the temperature and the relative humidity are slightly lower than the value of the characteristic severity. The choice of the duration of 10 days is considered to be sufficient for most heat-dissipating specimens to demonstrate that their design is adequately tolerated to function at this condition.
- 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 a rapid change in temperature test (see note 7)), the pre- and post-conditioning periods being 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 h) and note 7)) may be omitted.
- 10) No suitable IEC 60068-2 test exists. However, the condition can be approximated by conducting the Db damp heat cyclic test of IEC 60068-2-13. This is the maximum preferred damp heat cyclic test condition and is considered to be adequate to demonstrate the effects of this condition (the test condition's 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.
- 11) No suitable test is available in the 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 developing 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. These effects have to be considered when selecting materials and components for products for this class.
- 12) No suitable test exists in the IEC 60068-2 series; 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) 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 has an equivalent test severity and is therefore recommended since it is a simple, repeatable test which can be performed on products of all sizes.

**Explanatory notes for table 2 – Class 6K4 (continued)**

- 14) The IEC 60068-2-5 procedure C test for simulating the effects of solar radiation at ground level has been chosen since it produces continuous irradiation thus allowing photo-degradation effects to be assessed. The severity of this class is 1 120 W/m<sup>2</sup> 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.

With this level of solar radiation, surface temperatures may be as high as 25 °C above ambient. The 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).

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.

- 15) No suitable test exists in the IEC 60068-2 series and no additional test is recommended as the effect is normally included in the dry heat test. For products mounted near sources of high heat radiation, special precautions such as heat shields or insulation may be necessary or an additional elevated temperature test may be required, the degree of elevation being dependant on the severity of the heat source.

- 16) The source of water is not given in IEC 60721-3-6. 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/m<sup>2</sup>, 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.

These tests do not demonstrate the dynamic shock caused by waves. In the IEC 60068-2 series, there is no suitable test for this but the effect should be considered in the design of products. The effect of salt water exposure should be considered when choosing materials and components and in particular, IEC 60068-2-52: Kb severity 1 test is recommended.

- 17) No test is recommended; no value is available in IEC 60721-3-6 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 difference in oxygen concentration increases the risk of corrosion in two surfaces which are in contact. This can accelerate electrochemical corrosion reactions especially if the two surfaces are of different metals.

– Page blanche –

– Blank page –

**Tableau 3 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-6 – Catégorie 6K5**

*(endroits non protégés contre les intempéries, y compris les opérations à bord des navires dans des zones de pluies anormalement abondantes ou des ouragans)*

CEI 60721-3-6 – Conditions climatiques		CEI 60068-2 – Essais climatiques				
Agent d'environnement <sup>a</sup>	Catégorie 6K5	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/Ad	-40 °C, 16 h	1)
b) Basse température de l'air, de l'eau: point de congélation de l'eau		Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis – Voir note 2)		2)
c) Haute température de l'air	+70 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-2: Bb/Bd	+70 °C, 16 h	3)
d) Haute température de surface	+70 °C	Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis – Voir note 4)		4)
e) Haute température de l'eau	+35 °C	Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis – Voir note 5)		5)
f) Variation progressive de la température, air/air	-25 °C +40 °C 3 °C/min	Selon l'essai recommandé		60068-2-14: Nb	-25 °C jusqu'à +40 °C Vitesse: 3 °C/min, deux cycles	6)
g) Variation de la température, air/eau	+40 °C +5 °C	Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis – Voir note 7)		7)
h) Humidité relative, non associée avec des variations rapides de température	95 % +45 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-56: Cb	+40 °C, HR 93 %, 10 jours	8)
i) Humidité relative, associée avec des variations rapides de température: air/air pour des humidités relatives élevées	95 % -25 °C +35 °C	Selon l'essai recommandé		Essai continu d'humidité (Essai Cb) suivi immédiatement par l'essai de variation rapide de température (Essai Na)		9)
j) Humidité absolue, associée avec des variations rapides de température: air/air pour des teneurs en eau élevées	60 g/m <sup>3</sup> +70 °C +15 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-30: Db Variante 2	+55 °C, HR 90 % à 100 % Deux cycles	10)
k) Faible humidité relative	10 % +30 °C	Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis – Voir note 11)		11)
l) Mouvement du milieu ambiant, air	50 m/s	Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis – Voir note 12)		12)
m) Précipitations, pluie	15 mm/min	Selon l'essai recommandé		60068-2-18: Rb Méthode 2.2	Exposition: 6 min/m <sup>2</sup> Durée: 30 min minimum	13)
n) Rayonnement solaire	1 120 W/m <sup>2</sup>	60068-2-5: Sa Procédure C	1 120 W/m <sup>2</sup> trois cycles, 40 °C	Ajouter 15 °C à l'essai de chaleur sèche et évaluer les matériaux par rapport aux réactions photochimiques		14)
o) Rayonnement de chaleur	1 200 W/m <sup>2</sup>	Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis – Voir note 15)		15)
p) Eau d'autre origine que la pluie	10 m/s	Pas d'essai CEI 60068-2		60068-2-18: Ra/Rb	Voir note 16)	16)
q) Mouillure: Surfaces humides		Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis – Voir note 17)		17)

<sup>a</sup> Il n'y a pas de climatogramme proposé pour les classes climatiques, car ils ne font pas partie de la CEI 60721-3-6.

### Notes explicatives pour le tableau 3 – Catégorie 6K5

- 1) La condition d'environnement et la sévérité d'essai sont les mêmes et par conséquent il n'est pas nécessaire de donner des explications détaillées sur le choix; cependant il convient de tenir compte également des effets du rayonnement solaire (voir la note 14)). Le choix de la durée de 16 h est considéré comme suffisant pour la plupart des spécimens dissipateurs d'énergie pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner à cette température.
- 2) Il n'existe pas d'essai CEI 60068-2 adapté. Pour les produits pouvant être influencés par la formation de glace en mer, il convient d'envisager un essai séquentiel selon la méthode 2.2 de l'essai Rb de la CEI 60068-2-18, suivie de l'essai Ab/Ad de la CEI 60068-2-1 mentionné dans le tableau 1. Un exemple est celui où de la glace peut se former dans les joints ou les espaces étroits de la structure, provoquant des défauts mécaniques ou d'isolation, des craquelures ou des fuites. Il convient cependant que l'utilisateur note que l'essai ne peut pas reproduire la masse réelle de glace qu'on est susceptible de rencontrer dans cette catégorie.
- 3) La condition d'environnement et la sévérité d'essai sont les mêmes et par conséquent il n'est pas nécessaire de donner des explications détaillées sur le choix. Le choix de la durée de 16 h est considéré comme suffisant pour la plupart des spécimens dissipateurs d'énergie pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner à cette température.
- 4) Il n'existe pas d'essai CEI 60068-2 adapté. L'essai de la CEI 60068-2-2 ne démontre pas l'effet des variations rapides de température, provoquées par le contact du produit avec la surface chaude d'un matériau solide. La condition relative à une surface chaude du produit est démontrée par l'essai Sa de rayonnement solaire, ou peut être simulée par des sources de chaleur directionnelles. Il convient de tenir compte de cette condition lors du choix des matériaux pour le produit, en particulier s'il doit être encapsulé.
- 5) Il n'existe pas d'essai CEI 60068-2 adapté. Il convient de tenir compte de cette condition quand on choisit les matériaux destinés aux produits.
- 6) 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 va au-delà de la limite de 0 °C dans le but de permettre la formation de condensation sur les produits faiblement dissipateurs d'énergie.
- 7) Il n'existe pas d'essai CEI 60068-2 adapté. Il est probable que l'effet de variation de la température qui est subi par les produits quand il pleut ou quand il neige en un lieu chaud soit une variation rapide, ce qui est contraire au titre de ce point. S'il est probable que le produit soit destiné à subir de telles variations rapides, il convient de réaliser l'essai Na de la CEI 60068-2-14, cinq cycles  $t_1 = 3$  h,  $t_2 < 3$  min, pour des températures comprises entre +5 °C et +40 °C.
- 8) La sévérité d'essai préférentielle la plus proche de l'essai continu de chaleur humide a été choisie, même si la température et l'humidité relatives sont légèrement inférieures à la valeur de la sévérité caractéristique. Le choix de la durée de 10 jours est considéré comme suffisant pour la plupart des spécimens dissipateurs d'énergie, pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner dans cette condition.
- 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 composite avec l'essai continu d'humidité, immédiatement suivi de l'essai de variation rapide de température (voir note 7)) 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 h) du tableau et note 7)) peuvent être omis.
- 10) Il n'existe pas d'essai adapté dans la CEI 60068-2. Cependant cette condition peut être approchée en réalisant l'essai cyclique Db de chaleur humide de la CEI 60068-2-13. Elle est la condition maximale préférentielle de l'essai cyclique de chaleur humide et elle est considérée comme satisfaisante pour démontrer les effets de cette condition, (l'humidité absolue de la condition d'essai étant plus élevée et la température plus basse). 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 est effectuée correctement la vérification de la condition et elle est plus simple à réaliser que la variante 1.
- 11) Il n'existe pas d'essai CEI adapté dans la série 60068-2. Les effets principaux de la faible humidité relative sont la fragilité, le retrait, l'affaiblissement de la résistance mécanique, l'augmentation de l'usure des surfaces de contact et création d'une charge électrostatique. 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. Ces effets sont à considérer lors du choix des matériaux et des composants destinés aux produits de cette catégorie.
- 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 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 réalisable pour les articles de grandes dimensions. L'essai Rb 2.2 a une sévérité d'essai équivalente et est par conséquent recommandé, car c'est un essai simple, reproductible, qui peut être réalisé sur des produits de toutes les tailles.

**Notes explicatives pour le tableau 3 – Catégorie 6K5 (suite)**

- 14) 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 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.

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 procéder à un essai réduit de température pour l'essai à basse température (essai Ab/Ad).

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.

- 15) Il n'existe pas d'essai adapté dans la CEI 60068-2 et aucun essai supplémentaire n'est recommandé car les effets sont normalement inclus dans l'essai de chaleur sèche. Pour les produits installés à proximité de sources de rayonnements thermiques intenses, des précautions particulières telles que des écrans thermiques ou une isolation peuvent être nécessaires, ou un essai supplémentaire à température élevée peut être requis, le degré d'augmentation étant fonction de la sévérité de la source de chaleur.

- 16) La source d'eau n'est pas donnée dans la CEI 60721-3-6. 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 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'inclinaison de  $5^\circ$ , 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 –  $1\ \text{min/m}^2$ , 30 min maximum).
- c) Ruissellement d'eau: Si le produit peut être exposé à des chasses d'eau ou à des évacuations d'eau, en grande quantité, la méthode 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.

Ces essais ne mettent pas en évidence les chocs dynamiques provoqués par les vagues. Dans la série CEI 60068-2, il n'existe pas d'essai adapté, mais il convient de prendre cet effet en compte dans la conception des produits. Il convient de prendre en compte l'effet de l'exposition à l'eau salée quand on choisit les matériaux et les composants et en particulier, l'essai Kb de sévérité 1 de la CEI 60068-2-52 est recommandé.

- 17) On ne recommande pas d'essai. Il n'existe pas de valeur dans la CEI 60721-3-6 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 les risques de corrosion dans les deux surfaces en contact. Ceci peut accélérer les réactions de corrosion électrochimique, en particulier si les deux surfaces sont faites de métaux différents.

– Page blanche –

– Blank page –

**Table 3 – Recommended tests for IEC 60721-3-6 – Class 6K5**

*(non-weatherprotected locations including ships operating in areas with abnormal rain intensities and hurricanes)*

IEC 60721-3-6 – Climatic conditions		IEC 60068-2 – Climatic tests				
Environmental parameter <sup>a</sup>	Class 6K5	Nearest IEC 60068-2		Recommended test		Note No.
		Test method	Severity	Test method	Severity	
a) Low air temperature, air	–40 °C	As recommended test		60068-2-1: Ab/Ad	–40 °C, 16 h	1)
b) Low air temperature, water: freezing point of water		No IEC 60068-2 test		Test normally not required – See note 2)		2)
c) High temperature, air	+70 °C	As recommended test		60068-2-2: Bb/Bd	+70 °C, 16 h	3)
d) High temperature, surfaces	+70 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required – See note 4)		4)
e) High temperature, water	+35 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required – See note 5)		5)
f) Gradual change of temperature, air/air	–25 °C/ +40 °C 3 °C/min	As recommended test		60068-2-14: Nb	–25 °C to +40 °C Rate: 3 °C/min, two cycles	6)
g) Change of temperature, air/water	+40 °C/ +5 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required – See note 7)		7)
h) Relative humidity, not combined with rapid temperature changes,	95 % +45 °C	As recommended test		60068-2-56: Cb	+40 °C, 93 % RH, 10 days	8)
i) Relative humidity, combined with rapid temperature changes: air/air at high relative humidities	95 %, –25 °C/ +35 °C	As recommended test		Steady-state humidity test (test Cb) followed immediately by the rapid change of temperature test (Test Na).		9)
j) Absolute humidity, combined with rapid temperature changes: air/air at high water contents	60 g/m <sup>3</sup> +70 °C/ +15 °C	As recommended test		60068-2-30: Db Variant 2	+55 °C, 90 % to 100 % RH Two cycles	10)
k) Low relative humidity	10 % +30 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required – See note 11)		11)
l) Movement of surrounding medium, air	50 m/s	No IEC 60068-2 test		Test normally not required – See note 12)		12)
m) Precipitation, rain	15 mm/min	As recommended test		60068-2-18: Rb Method 2.2	Exposure: 6 min/m <sup>2</sup> Duration: 30 min minimum	13)
n) Solar radiation	1 120 W/m <sup>2</sup>	60068-2-5: Sa Procedure C	1 120 W/m <sup>2</sup> three cycles, 40 °C	Add 15 °C to the dry heat test and evaluate materials for photochemical reactions		14)
o) Radiation: heat	1 200 W/m <sup>2</sup>	No IEC 60068-2 test		Test normally not required – See note 15)		15)
p) Water from sources other than rain	10 m/s	No IEC 60068-2 test		60068-2-18: Ra/Rb	See note 16)	16)
q) Wetness: wet surfaces		No IEC 60068-2 test		Test normally not required – See note 17)		17)

<sup>a</sup> No climatograms are shown for the climatic classes since they are not included in IEC 60721-3-6.

### Explanatory notes for table 3 – Class 6K5

- 1) The environmental condition and test severity are the same, and therefore no detailed explanation of the choice is necessary; however, the effects of solar irradiation should also be taken into account (see note 14)). 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) No suitable IEC 60068-2 test exists. For products which may be influenced by the formation of sea ice, a sequence test of IEC 60068-2-18 Rb method 2.2 followed by IEC 60068-2-1 Ab/Ad in table 1 should be considered. An example of such is where the ice can form in joints or narrow places in the structure, causing mechanical and insulation faults, cracking and leaking. The user should, however, note that this test cannot replicate the actual ice mass which is likely to be experienced in this class.
- 3) The environmental condition and test severity are the same, and therefore no detailed explanation of the choice is necessary. 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.
- 4) No suitable IEC 60068-2 test exists. The IEC 60068-2-2 test does not demonstrate the effect of rapid temperature change caused when the product is in contact with a hot surface of solid material. The condition of the product's surface being hot is demonstrated by the solar radiation test Sa or can be simulated by directional heat sources. This condition should be taken into account when selecting material for the product, especially for its encapsulation.
- 5) No suitable IEC 60068-2 test exists. This condition should be taken into account when selecting material for the product.
- 6) 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 crosses the 0 °C boundary in order to allow condensation to occur for low heat-dissipating products.
- 7) No suitable IEC 60068-2 test exists. The effect of temperature change which is experienced by products when it either rains or snows on a warm location is likely to be a rapid change which contradicts the title of this item. If the product is likely to experience such rapid changes, IEC 60068-2-14 test Na should be performed: five cycles  $t_1 = 3$  h,  $t_2 < 3$  min over a temperature range of +5 °C to +40 °C.
- 8) The nearest preferred test severity of the damp heat steady-state test has been chosen, although the temperature and the relative humidity are slightly lower than the value of the characteristic severity. The choice of the duration of 10 days is considered to be sufficient for most heat-dissipating specimens to demonstrate that their design is adequately tolerated to function at this condition.
- 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 a rapid change in temperature test (see note 7)), the pre- and post-conditioning periods being 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 h) and note 7)) may be omitted.
- 10) No suitable IEC 60068-2 test exists. However, the condition can be approximated by conducting the Db damp heat, cyclic test of IEC 60068-2-13. This is the maximum preferred damp heat cyclic test condition and is considered to be adequate to demonstrate the effects of this condition (the test condition's 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.
- 11) No suitable test is available in the 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 developing 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. These effects have to be considered when selecting materials and components for products for this class.
- 12) No suitable test exists in the IEC 60068-2 series; 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) 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 has an equivalent test severity and is therefore recommended since it is a simple, repeatable test which can be performed on products of all sizes.

**Explanatory notes for table 3 – Class 6K5 (continued)**

- 14) The IEC 60068-2-5 procedure C test for simulating the effects of solar radiation at ground level has been chosen since it produces continuous irradiation, thus allowing photo-degradation effects to be assessed. The severity of this class is 1 120 W/m<sup>2</sup> 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.

With this level of solar radiation, surface temperatures may be as high as 25 °C above ambient. The 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).

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.

- 15) No suitable test exists in the IEC 60068-2 series and no additional test is recommended as the effect is normally included in the dry heat test. For products mounted near sources of high heat radiation, special precautions such as heat shields or insulation may be necessary or an additional elevated temperature test may be required, the degree of elevation being dependant on the severity of the heat source.

- 16) The source of water is not given in IEC 60721-3-6. 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 is 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 15°, 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/m<sup>2</sup>, 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.

These tests do not demonstrate the dynamic shock caused by waves. In the IEC 60068-2 series, there is no suitable test for this but the effect should be considered in the design of products. The effect of salt water exposure should be considered when choosing materials and components and in particular, IEC 60068-2-52: Kb severity 1 test is recommended.

- 17) No test is recommended. No value is available in IEC 60721-3-6 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 difference in oxygen concentration increases the risk of corrosion in two surfaces which are in contact. This can accelerate electrochemical corrosion reactions, especially if the two surfaces are of different metals.

– Page blanche –

– Blank page –

## 5 Conditions dynamiques

**Tableau 4 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-6 – Catégorie 6M2**

(dans les navires de plus de 1 000 tonnes – sauf les parties arrière des navires de moins de 20 000 tonnes)

CEI 60721-3-6 – Conditions mécaniques				CEI 60068-2 – Essais dynamiques					
Agent d'environnement	Unité	Catégorie 6M2		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 Déplacement Accélération Gamme de fréquences Nombre d'axes Cycles de balayage	mm m/s <sup>2</sup> Hz	1,5 2 - 13	10 13 - 100	Selon l'essai recommandé			60068-2-6 Fc: Vibrations sinusoïdales	3,5 10 1 - 200 3 10	1)
b) Chocs Spectre de réponse aux chocs Accélération de crête Durée Nombre de chocs/secousses Direction des chocs/secousses	m/s <sup>2</sup> ms	Type I 100 11	Type II 300 6	60068-2-27 Ea: Chocs (semi-sinus)	150 11	300 6	60068-2-29 Eb: Secousses	250 6 100 dans chaque direction 6	2)
c) Variation angulaire, statique Rotation autour de l'axe x (gîte) Rotation autour de l'axe y (assiette)	degré degré	15 10		Pas d'essai CEI 60068-2			Essai normalement non requis Voir note 3)		3)
d) Variation angulaire, dynamique Rotation autour de l'axe x (roulis) Rotation autour de l'axe y (tangage) Rotation autour de l'axe z (lacet)	degré Hz degré Hz degré Hz	22,5 0,14 10 0,2 4 0,05		Pas d'essai CEI 60068-2			Essai normalement non requis Voir note 4)		4)
e) Accélération constante direction x (transverse) direction y (longitudinal) direction z (vertical)	m/s <sup>2</sup> m/s <sup>2</sup> m/s <sup>2</sup>	5 6 10		60068-2-7 Ga	30 30 30		Essai normalement non requis Voir note 5)		5)

## Notes explicatives pour le tableau 4 – Catégorie 6M2

- 1) Ces sévérités sont les valeurs recommandées les plus proches de l'essai Fc de la CEI 60068-2-6 et les variations mineures de fréquence et de déplacement sont considérées comme insignifiantes. Si l'on sait que le produit ne contient pas de résonances inférieures à 10 Hz, il est permis de modifier la fréquence inférieure donnée dans la CEI 60068-2-6 pour la porter de 1 Hz à 5 Hz afin de faciliter l'utilisation des matériels d'essai standards. Cependant il peut être nécessaire de faire l'essai à partir de 1 Hz, principalement en raison de l'utilisation de systèmes de montage antivibrations. Pour les produits compacts de petites dimensions, il peut être nécessaire de porter la gamme de fréquences à 200 Hz.
- 2) Dans l'environnement des navires on s'attend à des chocs répétés, et il est recommandé de réaliser l'essai de secousses Eb de la CEI 60068-2-29. Les sévérités d'essai sont les valeurs recommandées les plus proches de l'essai Eb de la CEI 60068-2-29.

Si l'on connaît la présentation du spécimen et si l'on sait qu'il existe un axe ou une direction privilégiée (habituellement l'axe vertical), il convient d'appliquer le nombre spécifié de secousses dans cette direction et selon cette présentation uniquement. Si l'on sait qu'un produit a une direction critique, il convient d'en tenir compte en appliquant une direction d'essai supplémentaire.

- 3) On ne recommande pas d'essai, car c'est une condition de déplacement statique et la plupart des produits ne seront pas affectés par celle-ci à moins qu'ils ne soient sensibles à la gravité.
- 4) On ne recommande pas d'essai, car on considère que les basses fréquences en question ont un effet similaire à l'environnement statique.
- 5) Cette condition d'environnement bénigne est considérée comme couverte par les essais sinusoïdaux et les essais de chocs ou de secousses.

## 5 Dynamic conditions

**Table 4 – Recommended tests for IEC 60721-3-6 – Class 6M2**

*(in ships larger than 1 000 metric tonnes – except for stern locations in ships smaller than 20 000 metric tonnes)*

IEC 60721-3-6 – Mechanical conditions				IEC 60068-2 – Dynamic tests				
Environmental parameter	Unit	Class 6M2		Nearest IEC 60068-2		Recommended test		Note No.
				Test method	Severity	Test method	Severity	
a) Stationary vibration sinusoidal Displacement Acceleration Frequency range Number of axes Sweep cycles	mm m/s <sup>2</sup> Hz	1,5 2 - 13	10 13 - 100	As recommended test		60068-2-6 Fc: Vibration sinusoidal	3,5 10 1 - 200 3 10	1)
b) Shock Shock response spectrum Peak acceleration Duration Number of shocks/bumps Direction of shocks/bumps	m/s <sup>2</sup> ms	Type I 100 11	Type II 300 6	60068-2-27 Ea: Shock (half-sine)	150 11 3 in each direction	300 6	60068-2-29 Eb: Bump 250 6 100 in each direction 6	2)
c) Angular deviation, static Rotation around x-axis (list) Rotation around y axis (trim)	degree degree	15 10		No IEC 60068-2 test		Test normally not required See note 3)		3)
d) Angular deviation, dynamic Rotation around x-axis (roll) Rotation around y-axis (pitch) Rotation around z-axis (yaw)	degree Hz degree Hz degree Hz	22,5 0,14 10 0,2 4 0,05		No IEC 60068-2 test		Test normally not required See note 4)		4)
e) Acceleration, steady state x direction (surge) y direction (sway) z direction (heave)	m/s <sup>2</sup> m/s <sup>2</sup> m/s <sup>2</sup>	5 6 10		60068-2-7 Ga	30 30 30	Test normally not required See note 5)		5)

### Explanatory notes for table 4 – Class 6M2

- 1) These severities are the nearest recommended values in IEC 60068-2-6: Fc and the minor changes in frequency and displacement are considered to be insignificant. Where it is known that the product does not contain any resonances below 10 Hz, it is permissible to change the lower frequency given in IEC 60068-2-6 from 1 Hz to 5 Hz in order to facilitate the use of standard testing equipment. However, it may be necessary to test from 1 Hz, primarily due to the use of anti-vibration mountings. For small, compact products it may be necessary to extend the frequency range to 200 Hz.
- 2) In the ship environment, repetitive shocks are expected, and it is recommended that the IEC 60068-2-29: Eb, bump test, is performed. The severities are the nearest recommended values in test Eb of IEC 60068-2-29.

Where the mounting attitude of the specimen is known and where it is known that there is one dominant axis or direction (usually vertical), the specified number of bumps should be applied in that direction and attitude only. If a product is known to have a critical direction, then this should be considered as an additional test direction.

- 3) No test is recommended since this is a static displacement condition and most products will not be affected by it unless it is gravity sensitive.
- 4) No test is recommended since the low frequencies involved are considered to be similar in effect to the static environment.
- 5) This benign environmental condition is considered to be covered by the sinusoidal and shock/bump tests.

**Tableau 5 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-6 – Catégorie 6M3**

*(dans les navires de moins de 1 000 tonnes et dans les parties en arrière des navires de moins de 20 000 tonnes)*

CEI 60721-3-6 – Conditions mécaniques					CEI 60068-2 – Essais dynamiques					
Agent d'environnement	Unité	Catégorie 6M3			Essai de la CEI 60068-2 le plus approchant			Essai recommandé		Notes n°
					Méthode d'essai	Sévérité			Méthode d'essai	
a) Vibrations stationnaires sinusoïdales Déplacement Accélération Gamme de fréquences Nombre d'axes Cycles de balayage	mm m/s <sup>2</sup> Hz	1,5		20	60068-2-6 Fc: Vibrations sinusoïdales	7,5 20 1 - 150 3 10		60068-2-6 Fc: Vibrations sinusoïdales	5,0 20 1 - 150 3 10	1)
b) Chocs Spectre de réponse aux chocs Accélération de crête Durée Nombre de chocs/secousses Direction des chocs/secousses	m/s <sup>2</sup> ms	Type I 100 11	Type II 300 6	Type III 500 2,3	60068-2-27 Ea: Chocs (semi-sinus)	150 11 3 dans chaque direction 6	300 6	500 3	60068-2-29 Eb: Secousses 250 6 100 dans chaque direction 6	2)
c) Variation angulaire, statique Rotation autour de l'axe x (gîte) Rotation autour de l'axe y (assiette)	degré degré		15 10		Pas d'essai CEI 60068-2			Essai normalement non requis Voir note 3)		3)
d) Variation angulaire, dynamique Rotation autour de l'axe x (roulis) Rotation autour de l'axe y (tangage) Rotation autour de l'axe z (lacet)	degré Hz degré Hz degré Hz		22,5 0,14 10 0,2 4 0,05		Pas d'essai CEI 60068-2			Essai normalement non requis Voir note 4)		4)
e) Accélération constante direction x (transverse) direction y (longitudinal) direction z (vertical)	m/s <sup>2</sup> m/s <sup>2</sup> m/s <sup>2</sup>		5 6 10		60068-2-7 Ga	30 30 30		Essai normalement non requis Voir note 5)		5)

### Notes explicatives pour le tableau 5 – Catégorie 6M3

- 1) L'essai le plus proche est l'essai normalisé de la CEI 60068-2-6 correspondant à un déplacement qui coïncide avec l'accélération de  $20 \text{ m/s}^2$  à la fréquence de transition normalisée de 9 Hz environ. Cependant les sévérités illustrées dans la colonne «essai recommandé» sont celles produisant une fréquence de transition de 18 Hz environ. La durée des 10 cycles de balayage est considérée comme suffisante pour la plupart des spécimens, pour 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 fréquence inférieure qui est donnée dans la CEI 60068-2-6 pour la porter de 1 Hz à 5 Hz afin de faciliter l'utilisation des matériels d'essai standards. Cependant, il peut être nécessaire de faire l'essai à partir de 1 Hz, principalement en raison de l'utilisation de systèmes de montage antivibrations, tels que ceux dont il a été question dans la CEI 60068-2-6. Pour les produits compacts de petites dimensions, il peut être nécessaire de porter la gamme de fréquences à 200 Hz.
- 2) Dans l'environnement des navires, on s'attend à des chocs répétés, et il est recommandé de réaliser l'essai de secousses Eb de la CEI 60068-2-29, pour les essais de chocs de type I et de type II de la CEI 60721. Les sévérités d'essai sont les valeurs recommandées les plus proches de l'essai Eb de la CEI 60068-2-29.

Si l'on connaît la présentation du spécimen et si l'on sait qu'il existe un axe ou une direction privilégié (habituellement l'axe vertical), il convient d'appliquer le nombre spécifié de secousses dans cette direction et selon cette présentation uniquement. Si l'on sait qu'un produit a une direction critique, il convient d'en tenir compte en appliquant un essai dans une direction supplémentaire.

- 3) On ne recommande pas d'essai car c'est une condition de déplacement statique et la plupart des produits ne seront pas affectés par celle-ci à moins qu'ils ne soient sensibles à la gravité.
- 4) On ne recommande pas d'essai, car on considère que les basses fréquences en question ont un effet similaire à l'environnement statique.
- 5) Cette condition d'environnement peu contraignante est considérée comme couverte par les essais sinusoïdaux et les essais de chocs ou de secousses.

**Table 5 – Recommended tests for IEC 60721-3-6 – Class 6M3**

*(in ships smaller than 1 000 metric tonnes and in stern locations in ships smaller than 20 000 metric tonnes)*

IEC 60721-3-6 – Mechanical conditions				IEC 60068-2 – Dynamic tests							
Environmental parameter	Unit	Class 6M3			Nearest IEC 60068-2			Recommended test		Note No.	
					Test method	Severity			Test method		Severity
a) Stationary vibration sinusoidal											
Displacement	mm	1,5			60068-2-6	7,5			60068-2-6	5,0	1)
Acceleration	m/s <sup>2</sup>			20	Fc: Vibration sinusoidal	20			Fc: Vibration sinusoidal	20	
Frequency range	Hz	2 - 18		18 - 200		1 - 150				1 - 150	
Number of axes						3				3	
Sweep cycles						10				10	
b) Shock											
Shock response spectrum		Type I	Type II	Type III	60068-2-27				60068-2-29		2)
Peak acceleration	m/s <sup>2</sup>	100	300	500	Ea: Shock (half-sine)	150	300	500	Eb: Bump	250	
Duration	ms	11	6	2,3		11	6	3		6	
Number of shocks/bumps						3 in each direction				100 in each direction	
Direction of shocks/bumps						6				6	
c) Angular deviation, static											
Rotation around x-axis (list)	degree		15		No IEC 60068-2 test			Test normally not required		3)	
Rotation around y axis (trim)	degree		10					See note 3)			
d) Angular deviation, dynamic											
Rotation around x-axis (roll)	degree		22,5		No IEC 60068-2 test			Test normally not required		4)	
	Hz		0,14					See note 4)			
Rotation around y-axis (pitch)	degree		10								
	Hz		0,2								
Rotation around z-axis (yaw)	degree		4								
	Hz		0,05								
e) Acceleration, steady state											
x direction (surge)	m/s <sup>2</sup>		5		60068-2-7	30			Test normally not required		5)
y direction (sway)	m/s <sup>2</sup>		6		Ga	30			See note 5)		
z direction (heave)	m/s <sup>2</sup>		10			30					

### Explanatory notes for table 5 – Class 6M3

- 1) The nearest test is the standard test in IEC 60068-2-6 which has a displacement which coincides with the acceleration of  $20 \text{ m/s}^2$  at the standard crossover frequency of about 9 Hz. However, the severities shown in the recommended column are those which produce a crossover frequency of about 18 Hz. The duration of 10 sweep cycles is considered to be sufficient for most specimens to demonstrate that their 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 lower frequency given in IEC 60068-2-6 from 1 Hz to 5 Hz in order to facilitate the use of standard testing equipment. However, it may be necessary to test from 1 Hz, primarily due to the use of anti-vibration mountings as discussed in IEC 60068-2-6. For small, compact products, it may be necessary to extend the frequency range to 200 Hz.
- 2) In the ship environment, repetitive shocks are expected, and it is recommended that the IEC 60068-2-29: Eb, bump test, is performed for the IEC 60721 type I and type II shock tests. The severities are the nearest recommended values in test Eb of IEC 60068-2-29.

Where the mounting attitude of the specimen is known and where it is known that there is one dominant axis or direction (usually vertical), the specified number of bumps should be applied in that direction and attitude only. If a product is known to have a critical direction then this should be considered as an additional test direction.

- 3) No test is recommended since this is a static displacement condition and most products will not be affected by it unless it is gravity sensitive.
- 4) No test is recommended since the low frequencies involved are considered to be similar in effect to the static environment.
- 5) This benign environmental condition is considered to be covered by the sinusoidal and shock/bump tests

**Tableau 6 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-6 – Catégorie 6M4**

*(dans les navires, en tout lieu, couvrent les produits rigidement liés aux machines alternatives)*

CEI 60721-3-6 – Conditions mécaniques					CEI 60068-2 – Essais dynamiques					
Agent d'environnement	Unité	Catégorie 6M4			Essai de la CEI 60068-2 le plus approchant			Essai recommandé		Notes n°
					Méthode d'essai	Sévérité			Méthode d'essai	
a) Vibrations stationnaires sinusoïdales Déplacement Accélération Gamme de fréquences Nombre d'axes Cycles de balayage	mm m/s <sup>2</sup> Hz	1,5		50 28 - 200	60068-2-6 Fc: Vibrations sinusoïdales	1,0 50 1 - 150 3 10		60068-2-6 Fc: Vibrations sinusoïdales	3,5 10 1 - 150 3 10	1)
b) Chocs Spectre de réponse aux chocs Accélération de crête Durée Nombre de chocs/secousses  Direction des chocs/secousses	m/s <sup>2</sup> ms	Type I 100 11	Type II 300 6	Type III 500 2,3	60068-2-27 Ea: Chocs (semi-sinus)	150 11 3 dans chaque direction 6	300 6 500 3	60068-2-29 Eb: Secousses	250 6 100 dans chaque direction 6	2)
c) Variation angulaire, statique Rotation autour de l'axe x (gîte) Rotation autour de l'axe y (assiette)	degré degré		15 10		Pas d'essai CEI 60068-2			Essai normalement non requis Voir note 3)		3)
d) Variation angulaire, dynamique Rotation autour de l'axe x (roulis) Rotation autour de l'axe y (tangage) Rotation autour de l'axe z (lacet)	degré Hz degré Hz degré Hz		22,5 0,14 10 0,2 4 0,05		Pas d'essai CEI 60068-2			Essai normalement non requis Voir note 4)		4)
e) Accélération constante direction x (transverse) direction y (longitudinal) direction z (vertical)	m/s <sup>2</sup> m/s <sup>2</sup> m/s <sup>2</sup>		5 6 10		60068-2-7 Ga	30 30 30		Essai normalement non requis Voir note 5)		5)

## Notes explicatives pour le tableau 6 – Catégorie 6M4

- 1) L'essai le plus proche est l'essai normalisé de la CEI 60068-2-6 correspondant à un déplacement qui coïncide avec l'accélération de  $50 \text{ m/s}^2$  à la fréquence de transition normalisée de 60 Hz environ. Cependant les sévérités illustrées dans la colonne «Essai recommandé» sont celles produisant une fréquence de transition de 28 Hz environ. La durée des 10 cycles de balayage est considérée comme suffisante pour la plupart des spécimens pour 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 fréquence inférieure qui est donnée dans la CEI 60068-2-6 pour la porter de 1 Hz à 5 Hz afin de faciliter l'utilisation des matériels d'essai standards. Cependant il peut être nécessaire de faire l'essai à partir de 1 Hz, principalement en raison de l'utilisation de systèmes de montage antivibrations, tels que ceux dont il a été question dans la CEI 60068-2-6. Pour les produits compacts de petites dimensions, il peut être nécessaire de porter la gamme de fréquences à 200 Hz.
- 2) Dans l'environnement des navires, on s'attend à des chocs répétés, et il est recommandé de réaliser l'essai de secousses Eb de la CEI 60068-2-29, pour les essais de chocs de type I et de type II de la CEI 60721. Les sévérités d'essai sont les valeurs recommandées les plus proches de l'essai Eb de la CEI 60068-2-29.

Si l'on connaît la présentation du spécimen et si l'on sait qu'il existe un axe ou une direction privilégié (habituellement l'axe vertical), il convient d'appliquer le nombre spécifié de secousses dans cette direction et selon cette présentation uniquement. Si l'on sait qu'un produit a une direction critique, il convient alors d'en tenir compte en appliquant un essai dans une direction supplémentaire.

- 3) On ne recommande pas d'essai, car c'est une condition de déplacement statique et la plupart des produits ne seront pas affectés par celle-ci à moins qu'ils ne soient sensibles à la gravité.
- 4) On ne recommande pas d'essai, car on considère que les basses fréquences en question ont un effet similaire à l'environnement statique.
- 5) Cette condition d'environnement peu contraignante est considérée comme couverte par les essais sinusoïdaux et les essais de chocs ou de secousses.

**Table 6 – Recommended tests for IEC 60721-3-6 – Class 6M4**

*(in ships, all locations, covering products connected directly to reciprocating types of machinery)*

IEC 60721-3-6 – Mechanical conditions				IEC 60068-2 – Dynamic tests							
Environmental parameter	Unit	Class 6M4			Nearest IEC 60068-2			Recommended test		Note No.	
					Test method	Severity			Test method		Severity
a) Stationary vibration sinusoidal											
Displacement	mm	1,5			60068-2-6	1,0			60068-2-6	3,5	1)
Acceleration	m/s <sup>2</sup>			50	Fc: Vibration sinusoidal	50			Fc: Vibration sinusoidal	10	
Frequency range	Hz	2 - 28		28 - 200		1 - 150				1 - 150	
Number of axes						3				3	
Sweep cycles						10				10	
b) Shock											
Shock response spectrum		Type I	Type II	Type III	60068-2-27				60068-2-29		2)
Peak acceleration	m/s <sup>2</sup>	100	300	500	Ea: Shock (half-sine)	150	300	500	Eb: Bump	250	
Duration	ms	11	6	2,3		11	6	3		6	
Number of shocks/bumps						3 in each direction				100 in each direction	
Direction of shocks/bumps						6				6	
c) Angular deviation, static											
Rotation around x-axis (list)	degree		15		No IEC 60068-2 test			Test normally not required		3)	
Rotation around y axis (trim)	degree		10					See note 3)			
d) Angular deviation, dynamic											
Rotation around x-axis (roll)	degree		22,5		No IEC 60068-2 test			Test normally not required		4)	
	Hz		0,14					See note 4)			
Rotation around y-axis (pitch)	degree		10								
	Hz		0,2								
Rotation around z-axis (yaw)	degree		4								
	Hz		0,05								
e) Acceleration, steady state											
x direction (surge)	m/s <sup>2</sup>		5		60068-2-7	30			Test normally not required		5)
y direction (sway)	m/s <sup>2</sup>		6		Ga	30			See note 5)		
z direction (heave)	m/s <sup>2</sup>		10			30					

#### Explanatory notes for table 6 – Class 6M4

- 1) The nearest test is the standard test in IEC 60068-2-6 which has a displacement which coincides with the acceleration of  $50 \text{ m/s}^2$  at the standard crossover frequency of about 60 Hz. However, the severities shown in the column "Recommended test" are those which produce a crossover frequency of about 28 Hz. The duration of 10 sweep cycles is considered to be sufficient for most specimens to demonstrate that their 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 lower frequency given in IEC 60068-2-6 from 1 Hz to 5 Hz in order to facilitate the use of standard testing equipment. However, it may be necessary to test from 1 Hz, primarily due to the use of anti-vibration mountings as discussed in IEC 60068-2-6. For small, compact products, it may be necessary to extend the frequency range to 200 Hz.
- 2) In the ship environment, repetitive shocks are expected, and it is recommended that the IEC 60068-2-29: Eb, bump test, is performed for the IEC 60721 type I and type II shock tests. The severities are the nearest recommended values in test Eb of IEC 60068-2-29.

Where the mounting attitude of the specimen is known and where it is known that there is one dominant axis or direction (usually vertical), the specified number of bumps should be applied in that direction and attitude only. If a product is known to have a critical direction, then this should be considered as an additional test direction.

- 3) No test is recommended since this is a static displacement condition and most products will not be affected by it unless it is gravity sensitive.
- 4) No test is recommended since the low frequencies involved are considered to be similar in effect to the static environment.
- 5) This benign environmental condition is considered to be covered by the sinusoidal and shock/bump tests.

## Annexe A Environnement des navires – Conditions climatiques

### Tableau A.1 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-6 – Catégorie 6K2

*(endroits protégés contre les intempéries dans des enceintes chauffées et ventilées à l'exception des compartiments moteur)*

CEI 60721-3-6 – Conditions climatiques		CEI 60068-2 – Essais climatiques				
Agent d'environnement <sup>a</sup>	Catégorie 6K2	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/Ad	-25 °C, 16 h	1)
b) Basse température de l'eau: Point de congélation de l'eau		Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis - Voir note 2)		2)
c) Haute température de l'air	+40 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-2: Bb/Bd	+40 °C, 16 h	3)
d) Haute température de surface	Non					
e) Haute température de l'eau	+35 °C	Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis - Voir note 4)		4)
f) Variation progressive de la température, air/air	-25 °C/ +20 °C 1 °C/min	Selon l'essai recommandé		60068-2-14:Nb	-25 °C jusqu'à température ambiante vitesse: 1 °C/min, 2 cycles $t_1= 3$ h	5)
g) Variation de la température, air/eau	Non					
h) Humidité relative, non associée avec des variations rapides de température	95 %, +35 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-56: Cb	+ 30 °C, 93 % RH, 10 jours	6)
i) Humidité relative, associée avec des variations rapides de température: air/air pour des humidités relatives élevées	Non					
j) Humidité relative associée avec des variations rapides de température: air/air pour des teneurs en eau élevées	Non					
k) Faible humidité relative	10 % 30 °C	Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis - Voir note 7)		7)
l) Mouvement du milieu ambiant, air	Négligeable					
m) Précipitations, pluie	Non					
n) Rayonnement solaire	700 W/m <sup>2</sup>	60068-2-5:Sa Procédure C	1 120 W/m <sup>2</sup> 3 cycles, +40 °C	Ajouter 10 °C à l'essai de chaleur sèche et évaluer les matériaux par rapport aux réactions photochimiques		8)
o) Rayonnement de chaleur	600 W/m <sup>2</sup>	Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 9)		9)
p) Eau d'autre origine que la pluie	0,3	Pas d'essai CEI 60068-2		60068-2-18: Ra/Rb	Voir note 10)	10)
q) Mouillure - Surface humide						

<sup>a</sup> Il n'y a pas de climatogramme proposé pour les classes climatiques car ils ne font pas partie de la CEI 60721-3-6.

NOTE 'Non' dans la colonne catégorie signifie que la condition de la CEI 60721-3-6 n'est pas spécifiée.

## Notes explicatives pour le Tableau A.1 – Catégorie 6K2

- 1) La condition d'environnement et la sévérité d'essai sont les mêmes et, par conséquent, il n'est pas nécessaire de donner des explications détaillées sur le choix; cependant, il convient de tenir compte des effets du rayonnement solaire (voir la note 8). Le choix de la durée de 16 h est considéré comme suffisant pour la plupart des spécimens dissipateurs d'énergie pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner à cette température.
- 2) Il n'existe pas d'essai CEI 60068-2 adapté. Pour les matériels pouvant être influencés par la formation de glace en mer, il convient d'envisager un essai séquentiel selon la méthode 2.2 de l'essai Rb de la CEI 60068-2-18, suivi de l'essai Ab/Ad de la CEI 60068-2-1 mentionné dans le tableau A1. Un exemple est celui où de la glace peut se former dans les joints ou les espaces étroits de la structure, provoquant des défauts mécaniques ou d'isolation, des craquelures ou des fuites. Il convient cependant que l'utilisateur note que l'essai ne peut pas reproduire la masse réelle de glace qu'on est susceptible de rencontrer dans cette catégorie.
- 3) La condition d'environnement et la sévérité d'essai sont les mêmes et, par conséquent, il n'est pas nécessaire de donner des explications détaillées. Le choix de la durée de 16 h est considéré comme suffisant pour la plupart des spécimens dissipateurs d'énergie pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner à cette température.
- 4) Il n'existe pas d'essai CEI 60068-2 adapté. Il convient de tenir compte de cette condition en choisissant les matériaux destinés aux produits.
- 5) La sévérité d'essai préférentielle la plus proche de l'essai continu de chaleur humide a été choisie, même si l'humidité relative est légèrement inférieure à la valeur de la sévérité caractéristique. Le choix de la durée de 10 jours est considéré comme suffisant pour la plupart des spécimens dissipateurs d'énergie, pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner dans cette condition.
- 6) L'essai de variation de la température est normalement utilisé pour contrôler la maîtrise 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 va au-delà de la limite de 0 °C dans le but de permettre la formation de condensation sur les matériels faiblement dissipateurs d'énergie.
- 7) Il n'existe pas d'essai CEI adapté dans la série 60068-2. Les effets principaux d'une faible humidité relative sont le retrait, la diminution de la résistance mécanique, l'augmentation de l'usure des surfaces de contact et création d'une charge électrostatique. 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. Ces effets sont à considérer lors du choix des matériaux et des composants destinés aux matériels de cette catégorie.
- 8) La méthode 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 photodégradation. Même si la sévérité de cette catégorie est de 700 W/m<sup>2</sup> la condition d'essai contenue dans l'essai Sa de la CEI 60068-2-5 est de 1 120 W/m<sup>2</sup> pour le rayonnement solaire.

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 le document d'introduction associé à cette norme.

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 (voir CEI 60721-2-4). Il convient de prendre ces effets en compte quand on choisit les matériaux et il convient de procéder à un essai réduit de température pour l'essai à basse température (essai Ab/Ad).

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.

- 9) Il n'existe pas d'essai adapté dans la CEI 60068-2 et aucun essai supplémentaire n'est recommandé car les effets sont normalement inclus dans l'essai de chaleur sèche. Pour les matériels installés à proximité de sources de rayonnements thermiques intenses, des précautions particulières telles que des écrans thermiques ou une isolation peuvent être nécessaires, ou un essai supplémentaire à température élevée peut être requis, le degré d'augmentation étant fonction de la sévérité de la source de chaleur.
- 10) 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'inclinaison de 0°, et une durée de 1 h).
  - b) **Projections d'eau:** Si le matériel peut être exposé à une pulvérisation 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/m<sup>2</sup>, 30 min maximum).
  - c) **Ruissellement:** Si le matériel peut être exposé à des chasses d'eau ou à des évacuations d'eau, en grande quantité, la méthode 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.

Ces essais ne mettent pas en évidence les chocs dynamiques provoqués par les vagues. Dans la série CEI 60068-2, il n'existe pas d'essai adapté, mais il convient de le prendre en compte dans la conception des matériels. Il convient de prendre en compte l'effet de l'exposition à l'eau salée en choisissant les matériaux et les composants et en particulier, l'essai Kb de sévérité 1 de la CEI 60068-2-52 est recommandé

## Annex A Ship environment – Climatic conditions

**Table A.1 – Recommended tests for IEC 60721-3-6 – Class 6K2**

*(weatherprotected in heated and ventilated enclosures except machinery spaces)*

IEC 60721-3-6 – Climatic conditions		IEC 60068-2 – Climatic tests				
Environmental parameter <sup>a</sup>	Class 6K2	Nearest IEC 60068-2		Recommended test		Note n°
		Test method	Severity	Test method	Severity	
a) Low air temperature, air	–25 °C	As recommended test		60068-2-1: Ab/Ad	–25 °C, 16 h	1)
b) Low air temperature, water: freezing point of water		No IEC 60068-2 test		Test normally not required – see note 2)		2)
c) High temperature, air	+40 °C	As recommended test		60068-2-2: Bb/Bd	+40 °C, 16 h	3)
d) High temperature, surfaces	No					
e) High temperature, water	+35 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 4)		4)
f) Gradual change of temperature, air/air	–25 °C/ +20 °C 1 C/min	As recommended test		60068-2-14:Nb	–25 °C to ambient rate: 1 °C/min 2 cycles $t_1= 3$ h	5)
g) Change of temperature, air/water	No					
h) Relative humidity, not combined with rapid temperature changes	95 %, +35 °C	As recommended test		60068-2-56: Cb	+30 °C, 93 %RH, 10 days	6)
i) Relative humidity, combined with rapid temperature changes: air/air at high relative humidities	No					
j) Relative humidity, combined with rapid temperature changes: air/air at high water contents	No					
k) Low relative humidity	10 % 30 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 7)		7)
l) Movement of surrounding medium, air	Negligible					
m) Precipitation, rain	No					
n) Solar radiation	700 W/m <sup>2</sup>	60068-2-5:Sa Procedure C	1 120 W/m <sup>2</sup> 3 cycles, +40 °c	Add 10 ° to the dry heat test and evaluate materials for photochemical reactions		8)
o) Radiation: heat,	600 W/m <sup>2</sup>	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 9)		9)
p) Water from sources other than rain	0,3	No IEC 60068-2 test		60068-2-18: Ra/Rb	See note 10)	10)
q) Wetness – Wet surfaces						

<sup>a</sup> No climatograms are shown for the climatic classes since they are not included in IEC 60721-3-6.

**NOTE** 'No' in the class column means that no IEC 60721-3-6 condition is specified.

## Explanatory notes for Table A.1 – Class 6K2

- 1) The environmental condition and test severity are the same and therefore no detailed explanation of the choice is necessary; however, the effects of solar irradiation should also be taken into account (see note 8). 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) No suitable IEC 60068-2 test exists. For products which may be influenced by the formation of sea ice, for example where the ice can form in joints or narrow places in the structure, causing mechanical and insulation faults, cracking and leaking, a sequence test (IEC 60068-2-18 Rb method 2.2) followed by IEC 60068-2-1 Ab/Ad in Table A.1 should be considered. The user should, however, note that this test cannot replicate the actual ice mass which is likely to be experienced in this class.
- 3) The environmental condition and test severity are the same and therefore no detailed explanation of the choice is necessary. 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.
- 4) No suitable IEC 60068-2 test exists. This condition should be taken into account when selecting material for the equipment.
- 5) The nearest preferred test severity of the damp heat steady-state test has been chosen, although the relative humidity is slightly lower than the value of the characteristic severity. The choice of the duration of 10 days is considered to be sufficient for most heat-dissipating specimens to demonstrate that their design is adequately tolerated to function at this condition.
- 6) 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 crosses the 0 °C boundary in order to allow condensation to occur for low heat-dissipating equipment.
- 7) No suitable test is 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 developing 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. These effects have to be considered when selecting materials and components for equipment for this class.
- 8) The IEC 60068-2-5 procedure C test for simulating the effects of solar radiation at ground level has been chosen since it produces continuous irradiation thus allowing photodegradation effects to be assessed. Although the severity of this class is 700 W/m<sup>2</sup>, the only test condition contained in IEC 60068-2-5: Sa is for a solar radiation value of 1 120 W/m<sup>2</sup>.

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 the introduction document associated with this standard.

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 IEC60721-2-4). 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).

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.

- 9) No suitable test exists in IEC 60068-2 and no additional test is recommended as the effect is normally included in the Dry Heat test. For equipment mounted near sources of high heat radiation special precautions such as heat shields or insulation may be necessary or an additional elevated temperature test may be required, the degree of elevation being dependant on the severity of the heat source.
- 10) 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 may be exposed to falling drops from condensation or leakage from upper surfaces, IEC 60068-2-18: Ra 2 - drip box with 2m drop height, tilt angle 0°, and 1h duration - is the preferred method.
  - b) **Spraying water:** If the equipment may be exposed to water spray, IEC 60068-2-18 tests Rb 2.1 - oscillating tube - or Rb 2.2 hand-held shower, 1min/m<sup>2</sup>, 30 min maximum - are the preferred methods.
  - c) **Splashing water:** If the equipment may 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 expected to occur onto the equipment, chose from either IEC 60068-2-18: Ra or Rb test to demonstrate that the equipment is designed to function under these conditions.

These tests do not demonstrate the dynamic shock caused by waves. In the IEC 60068-2 series, there is no suitable test for this but the effect should be considered in the design of equipment. The effect of salt water exposure should be considered when choosing materials and components and, in particular, IEC 60068-2-52: Kb severity 1 test is recommended.

**Tableau A.2 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-6 – Catégorie 6K3**

*(endroits protégés contre les intempéries dans des enceintes chauffées et ventilées y compris les compartiments moteur)*

CEI 60721-3-6 – Conditions climatiques		CEI 60068-2 – Essais climatiques				
Agent d'environnement	Catégorie 6K3	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/Ad	-25 °C, 16 h	1)
b) Basse température de l'eau: point de congélation de l'eau		Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 2)		2)
c) Haute température de l'air	+55 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-2: Bb/Bd	+ 55 °C, 16 h	3)
d) Haute température de surface	Non					
e) Haute température de l'eau	+35 °C	Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis – voir note 4)		4)
f) Variation progressive de la température, air/air	-20 °C/ +40 °C 3 °C/min	Selon l'essai recommandé		60068-2-14:Nb	-20 °C à + 40 °C vitesse: 3 °C/min, 2 cycles $t_1= 3$ h	5)
g) Variation de la température, air/eau	Non					
h) Humidité relative, non associée avec des variations rapides de température	95 %, +35 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-56: Cb	+30 °C, 93 %HR, 10 jours	6)
i) Humidité relative, associée avec des variations rapides de température: air/air pour des humidités relatives élevées	95 %, -25 °C/ +35 °C	Selon l'essai recommandé		Essai continu d'humidité (essai Cb) suivi immédiatement par l'essai de variation rapide de température (essai Na)		7)
j) Humidité relative associée avec des variations rapides de température: air/air pour des teneurs en eau élevées	Non					

suite

### Notes explicatives pour le Tableau A.2 – Catégorie 6K3

- 1) La condition d'environnement et la sévérité d'essai sont les mêmes et, par conséquent, il n'est pas nécessaire de donner des explications détaillées sur le choix; cependant, il convient de tenir compte des effets du rayonnement solaire (voir la note 9). Le choix de la durée de 16 h est considéré comme suffisant pour la plupart des spécimens dissipateurs d'énergie pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner à cette température.
- 2) Il n'existe pas d'essai CEI 60068-2 adapté. Pour les matériels pouvant être influencés par la formation de glace en mer, il convient d'envisager un essai séquentiel selon la méthode 2.2 de l'essai Rb de la CEI 60068-2-18, suivie de l'essai Ab/Ad de la CEI 60068-2-1 mentionné dans le Tableau A.2. Un exemple est celui où de la glace peut se former dans les joints ou les espaces étroits de la structure, provoquant des défauts mécaniques ou d'isolation, des craquelures ou des fuites. Il convient cependant que l'utilisateur note que l'essai ne peut pas reproduire la masse réelle de glace qu'on est susceptible de rencontrer dans cette catégorie.
- 3) La condition d'environnement et la sévérité d'essai sont les mêmes et, par conséquent, il n'est pas nécessaire de donner des explications détaillées. Le choix de la durée de 16 h est considéré comme suffisant pour la plupart des spécimens dissipateurs d'énergie pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner à cette température.
- 4) Il n'existe pas d'essai CEI 60068-2 adapté. Il convient de tenir compte de cette condition en choisissant les matériaux destinés aux produits.
- 5) L'essai de variation de la température est normalement utilisé pour contrôler la maîtrise 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 va au-delà de la limite de 0 °C dans le but de permettre la formation de condensation sur les matériels faiblement dissipateurs d'énergie.
- 6) La sévérité d'essai préférentielle la plus proche de l'essai continu de chaleur humide a été choisie, même si la température et l'humidité relatives sont légèrement inférieures à la valeur de la sévérité caractéristique. Le choix de la durée de 10 jours est considéré comme suffisant pour la plupart des spécimens dissipateurs d'énergie, pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner dans cette condition.
- 7) Cette condition ne peut pas être vérifiée dans la pratique en raison de contraintes physiques. Cependant elle peut être approchée en effectuant un essai composite avec l'essai continu d'humidité, immédiatement suivi de l'essai de variation rapide de température (voir note 5) avec omission des périodes de pré et post conditionnement existant entre les deux essais. En réalisant un 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 'h' du tableau et 'note 6') peuvent être omis.

Tableau A.2 – Catégorie 6K3 (suite)

CEI 60721-3-6 – Conditions climatiques		CEI 60068-2 – Essais climatiques				
Agent d'environnement	Catégorie 6K3	Essai de la CEI 60068-2 le plus approchant		Essai recommandé		Notes n°
		Méthode d'essai	Sévérité	Méthode d'essai	Sévérité	
k) Faible humidité relative	10 % +30 °C	Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 8)		8)
l) Mouvement du milieu ambiant, air	Négligeable					
m) Précipitations, pluie	Non					
n) Rayonnement solaire	700 W/m <sup>2</sup>	60068-2-5:Sa Procédure C	1 120 W/m <sup>2</sup> 3 cycles, +55 °C	Ajouter 10 °C à l'essai de chaleur sèche et évaluer les matériaux par rapport aux réactions photochimiques		9)
o) Rayonnement de chaleur	1 200 W/m <sup>2</sup>	Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 10)		10)
p) Eau d'autre origine que la pluie	0,3 m/s	Pas d'essai CEI 60068-2		60068-2-18: Ra/Rb	Voir note 11)	11)
q) Mouillure: surfaces humides		Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 12)		12)

## Notes explicatives pour le Tableau A.2 – Catégorie 6K3 (suite)

8) Il n'existe pas d'essai CEI adapté dans la série 60068-2. Les effets principaux de la faible humidité relative sont la fragilité, le retrait, l'affaiblissement de la résistance mécanique, l'augmentation de l'usure des surfaces de contact et la création d'une charge électrostatique. 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. Ces effets sont à considérer lors du choix des matériaux et des composants destinés aux matériels de cette catégorie.

9) La méthode 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 photodégradation. Même si la sévérité de cette catégorie est de  $700 \text{ W/m}^2$ , la seule condition d'essai contenue dans l'essai Sa de la CEI 60068-2-5 est pour une valeur de rayonnement solaire égale à  $1\,120 \text{ W/m}^2$ .

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  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ , et en évaluant les matériaux et les composants par rapport aux réactions photochimiques. Pour plus d'informations, voir la CEI 60721-4-0.

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

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.

10) Il n'existe pas d'essai adapté dans la CEI 60068-2 et aucun essai supplémentaire n'est recommandé car les effets sont normalement inclus dans l'essai de chaleur sèche. Pour les matériels installés à proximité de sources de rayonnements thermiques intenses, des précautions particulières telles que des écrans thermiques ou une isolation peuvent être nécessaires, ou un essai supplémentaire à température élevée peut être requis, le degré d'augmentation étant fonction de la sévérité de la source de chaleur.

11) La source d'eau n'est pas donnée dans la CEI 60721-3-6. 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'inclinaison de  $0^\circ$ , et une durée de 1 h).
- b) **Projections d'eau:** Si le matériel peut être exposé à une pulvérisation 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 -  $1 \text{ min/m}^2$ , 30 min maximum).
- c) **Ruissellement:** Si le matériel peut être exposé à des chasses d'eau ou à des évacuations d'eau, en grande quantité, la méthode 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.

Ces essais ne mettent pas en évidence les chocs dynamiques provoqués par les vagues. Dans la série CEI 60068-2, il n'existe pas d'essai adapté, mais il convient de le prendre en compte dans la conception des matériels. Il convient de prendre en compte l'effet de l'exposition à l'eau salée en choisissant les matériaux et les composants et en particulier, l'essai Kb de sévérité 1 de la CEI 60068-2-52 est recommandé.

12) Il n'est pas recommandé d'essai. Il n'existe pas de valeur dans la CEI 60721-3-6 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 'p' 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 les risques de corrosion dans les deux surfaces en contact. Ceci peut accélérer les réactions de corrosion électrochimique, en particulier si les deux surfaces sont faites de métaux différents.

**Table A.2 – Recommended tests for IEC 60721-3-6 – Class 6K3**

*(weatherprotected in heated and ventilated enclosures including machinery spaces)*

IEC 60721-3-6 – Climatic conditions		IEC 60068-2 – Climatic tests				
Environmental parameter	Class 6K3	Nearest IEC 60068-2		Recommended test		Note n°
		Test method	Severity	Test method	Severity	
a) Low air temperature, air	–25 °C	As recommended test		60068-2-1: Ab/Ad	–25 °C, 16 h	1)
b) Low air temperature, water: freezing point of water		No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 2)		2)
c) High temperature, air	+55 °C	As recommended test		60068-2-2: Bb/Bd	+ 55 °C, 16 h	3)
d) High temperature, surfaces	No					
e) High temperature, water	+35 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 4)		4)
f) Gradual change of temperature, air/air	–20 °C/ +40 °C 3 °C/min	As recommended test		60068-2-14:Nb	–20 °C to +40 °C rate: 3 °C/min, 2 cycles $t_1 = 3$ h	5)
g) Change of temperature, air/water	No					
h) Relative humidity, not combined with rapid temperature changes	95 %, +35 °C	As recommended test		60068-2-56: Cb	+30 °C, 93 %RH, 10 days	6)
i) Relative humidity, combined with rapid temperature changes: air/air at high relative humidities	95 %, –25 °C/ +35 °C	As recommended test		Steady-state humidity test (test Cb) followed immediately by the rapid change of temperature test (test Na)		7)
j) Relative humidity, combined with rapid temperature changes: air/air at high water contents	No					

continued

### Explanatory notes for Table A.2 – Class 6K3

- 1) The environmental condition and test severity are the same and therefore no detailed explanation of the choice is necessary; however, the effects of solar irradiation should also be taken into account (see note 9). 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 toleranced to function at this temperature.
- 2) No suitable IEC 60068-2 test exists. For products which may be influenced by the formation of sea ice, for example where the ice can form in joints or narrow places in the structure, causing mechanical and insulation faults, or cracking and leaking, a sequence test (IEC 60068-2-18 Rb method 2.2) followed by IEC 60068-2-1 Ab/Ad in Table A.2 should be considered. The user should however note that this test cannot replicate the actual ice mass which is likely to be experienced in this class.
- 3) The environmental condition and test severity are the same and therefore no detailed explanation of the choice is necessary. 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 toleranced to function at this temperature.
- 4) No suitable IEC 60068-2 test exists. This condition should be taken into account when selecting material for the equipment.
- 5) 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 crosses the 0 °C boundary in order to allow condensation to occur for low heat-dissipating equipment.
- 6) The nearest preferred test severity of the damp heat steady-state test has been chosen, although the temperature and the relative humidity are slightly lower than the value of the characteristic severity. The choice of the duration of 10 days is considered to be sufficient for most heat-dissipating specimens to demonstrate that their design is adequately toleranced to function at this condition.
- 7) 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 a rapid change in temperature test (see note 5), the pre- and post-conditioning periods being 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 'h' and 'note 6) may be omitted.

**Table A.2 – Class 6K3 (continued)**

IEC 60721-3-6 – Climatic conditions		IEC 60068-2 – Climatic tests				
Environmental parameter	Class 6K3	Nearest IEC 60068-2		Recommended test		Note n°
		Test method	Severity	Test method	Severity	
k) Low relative humidity	10 % +30 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 8)		8)
l) Movement of surrounding medium, air	Negligible					
m) Precipitation, rain	No					
n) Solar radiation	700 W/m <sup>2</sup>	60068-2-5:Sa Procedure C	1 120 W/m <sup>2</sup> 3 cycles, +55 °C	Add 10 °C to the dry heat test and evaluate materials for photochemical reactions		9)
o) Radiation: heat,	1 200 W/m <sup>2</sup>	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 10)		10)
p) Water from sources other than rain	0,3 m/s	No IEC 60068-2 test		60068-2-18: Ra/Rb	See note 11)	11)
q) Wetness: wet surfaces		No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 12)		12)

**Explanatory notes for Table A.2 – Class 6K3 (continued)**

8) No suitable test is available in the 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 developing 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. These effects have to be considered when selecting materials and components for equipment for this class.

9) The IEC 60068-2-5 procedure C test for simulating the effects of solar radiation at ground level has been chosen since it produces continuous irradiation thus allowing photodegradation effects to be assessed. Although the severity of this class is 700 W/m<sup>2</sup>, the only test condition contained in IEC 60068-2-5: Sa is for a solar radiation value of 1 120 W/m<sup>2</sup>.

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.

With this level of solar radiation, surface temperatures may be as high as 25 °C above ambient. The 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).

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.

10) No suitable test exists in the IEC 60068-2 series and no additional test is recommended as the effect is normally included in the dry heat test. For equipment mounted near sources of high heat radiation, special precautions such as heat shields or insulation may be necessary or an additional elevated temperature test may be required, the degree of elevation being dependant on the severity of the heat source.

11) The source of water is not given in IEC 60721-3-6. 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: Rb 2.1 - oscillating tube - or Rb 2.2 hand-held shower, 6 min/m<sup>2</sup>, 30 min minimum - 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.

These tests do not demonstrate the dynamic shock caused by waves. In the IEC 60068-2 series, there is no suitable test for this but the effect should be considered in the design of equipment. The effect of salt water exposure should be considered when choosing materials and components and in particular, IEC 60068-2-52: Kb severity 1 test is recommended.

12) No test is recommended. No value is available in IEC 60721-3-6 for wet surfaces. The effect of wet surfaces is partially produced by several other tests in this class (see for example table line 'p') 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 difference in oxygen concentration increases the risk of corrosion in the two surfaces, which are in contact. This can accelerate electrochemical corrosion reactions, especially if the two surfaces are of different metals.

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

*(climat tropical humide)*

CEI 60721-3-6 – Conditions climatiques		CEI 60068-2 – Essais climatiques				
Agent d'environnement <sup>a</sup>	Catégorie 6K6	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/Ad	+5 °C, 16 h	1)
b) Basse température de l'air, l'eau	+15 °C	Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis - Voir note 2)		2)
c) Haute température de l'air	+55 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-2: Bb/Bd	+55 °C, 16 h	3)
d) Haute température de surface	+70 °C	Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 4)		4)
e) Haute température de l'eau	+35 °C	Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 5)		5)
f) Variation progressive de la température, air/air	+5 °C/ +40 °C 3 °C/min	Selon l'essai recommandé		60068-2-14: Nb	+5 °C à +40 °C rate: 3 °C/min, 2 cycles $t_1 = 3$ h	6)
g) Variation de la température, air/eau	+40 °C/ +15 °C	Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis – voir note 7)		7)
h) Humidité relative, non associée avec des variations rapides de température	95 %, +35 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-56: Cb	+30 °C, 93 % HR, 10 jours	8)
i) Humidité relative, associée avec des variations rapides de température: air/air pour des humidités relatives élevées	95 %, +5 °C/ +30 °C	Selon l'essai recommandé		Essai continu d'humidité (Essai Cb) suivi immédiatement par l'essai de variation rapide de température (Essai Na)		9)
j) Humidité relative associée avec des variations rapides de température: air/air pour des teneurs en eau élevées	60 %, +55 °C/ +15 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-30: Db variante 2	+55 °C, 90 à 100 % HR 2 cycles	10)

<sup>a</sup> Il n'y a pas de climatogramme proposé pour les classes climatiques car ils ne font pas partie de la CEI 60721-3-6.

suite

### Notes explicatives pour le Tableau A.3 – Catégorie 6K6

- 1) La condition d'environnement et la sévérité d'essai sont les mêmes et, par conséquent, il n'est pas nécessaire de donner des explications détaillées sur le choix; cependant, il convient de tenir compte des effets du rayonnement solaire (voir la note 14). Le choix de la durée de 16 h est considéré comme suffisant pour la plupart des spécimens dissipateurs d'énergie pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner à cette température.
- 2) Il n'existe pas d'essai CEI 60068-2 adapté. Pour les matériels pouvant être influencés par la formation de glace en mer, il convient d'envisager un essai séquentiel selon la méthode 2.2 de l'essai Rb de la CEI 60068-2-18, suivie de l'essai Ab/Ad de la CEI 60068-2-1 mentionné dans ce tableau. Un exemple est celui où de la glace peut se former dans les joints ou les espaces étroits de la structure, provoquant des défauts mécaniques ou d'isolation, des craquelures ou des fuites. Il convient cependant que l'utilisateur note que l'essai ne peut pas reproduire la masse réelle de glace qu'on est susceptible de rencontrer dans cette catégorie.
- 3) La condition d'environnement et la sévérité d'essai sont les mêmes et, par conséquent, il n'est pas nécessaire de donner des explications détaillées. Le choix de la durée de 16 h est considéré comme suffisant pour la plupart des spécimens dissipateurs d'énergie pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner à cette température.
- 4) Il n'existe pas d'essai CEI 60068-2 adapté. L'essai de la CEI 60068-2-2 ne démontre pas l'effet des variations rapides de température, provoquées par le contact du matériel avec la surface chaude d'un matériau solide. La condition relative à une surface chaude du matériel est démontrée par l'essai Sa de rayonnement solaire, ou peut être simulée par des sources de chaleur directionnelles. Il convient de tenir compte de cette condition lors du choix des matériaux pour l'équipement, en particulier s'il doit être encapsulé.
- 5) Il n'existe pas d'essai CEI 60068-2 adapté. Il convient de tenir compte de cette condition en choisissant les matériaux destinés aux produits.
- 6) L'essai de variation de la température est normalement utilisé pour contrôler la maîtrise 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 va au-delà de la limite de 0 °C dans le but de permettre la formation de condensation sur les matériels faiblement dissipateurs d'énergie.
- 7) Il n'existe pas d'essai CEI 60068-2 adapté. Il est probable que l'effet de variation de la température qui est subi par les matériels quand il pleut ou quand il neige en un lieu chaud soit une variation rapide, ce qui est contraire au titre de ce point. S'il est probable que le matériel soit destiné à subir de telles variations rapides, il convient de réaliser l'essai Na de la CEI 60068-2-14, cinq cycles  $t_1 = 3$  h,  $t_2 < 3$  min, pour des températures comprises entre +5 °C et +40 °C.
- 8) La sévérité d'essai préférentielle la plus proche de l'essai continu de chaleur humide a été choisie, même si l'humidité relative est légèrement inférieure à la valeur de la sévérité caractéristique. Le choix de la durée de 10 jours est considéré comme suffisant pour la plupart des spécimens dissipateurs d'énergie, pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner dans cette condition.
- 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 composite avec l'essai continu d'humidité, immédiatement suivi de l'essai de variation rapide de température (voir note 7) avec omission des périodes de pré et post conditionnement existant entre les deux essais. En réalisant un 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 'h' du tableau et note 8)) peuvent être omis.
- 10) Il n'existe pas d'essai CEI adapté dans la série 60068-2. Cependant cette condition peut être approchée en réalisant l'essai cyclique Db de chaleur humide de la CEI 60068-2-30. Elle est la condition maximale préférentielle de l'essai cyclique de chaleur humide et elle est considérée comme satisfaisante pour démontrer les effets de cette condition, (l'humidité absolue de la condition d'essai étant plus élevée et la température plus basse). 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 effectue correctement la vérification de la condition et elle est plus simple à réaliser que la variante 1.

**Tableau A.3 – Catégorie 6K6 (suite)**

CEI 60721-3-6 – Conditions climatiques		CEI 60068-2 – Essais climatiques				
Agent d'environnement	Catégorie 6K6	Essai de la CEI 60068-2 le plus approchant		Essai recommandé		Notes n°
		Méthode d'essai	Sévérité	Méthode d'essai	Sévérité	
k) Faible humidité relative	10 % +30 °C	Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis – voir note 11)		11)
l) Mouvement du milieu ambiant, air	50 m/s	Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis – voir note 12)		12)
m) Précipitations, pluie	15 mm/min	Selon l'essai recommandé		60068-2-18: Rb méthode 2.2	Exposition: 3 min/m <sup>2</sup> Durée: 15 min minimum	13)
n) Rayonnement solaire	1 120 W/m <sup>2</sup>	60068-2-5:Sa Procédure C	1120 W/m <sup>2</sup> 2 cycles, +55 °C	Ajouter 15 °C à l'essai de chaleur sèche et évaluer les matériaux par rapport aux réactions photochimiques		14)
o) Rayonnement de chaleur	1 200 W/m <sup>2</sup>	Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis – voir note 15)		15)
p) Eau d'autre origine que la pluie	10 m/s	Pas d'essai CEI 60068-2		60068-2-18: Ra/Rb	Voir note 16)	16)
q) Mouillure: surfaces humides		Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 17)		17)

### Notes explicatives pour le Tableau A.3 – Catégorie 6K6 (suite)

- 11) Il n'existe pas d'essai CEI adapté dans la série 60068-2. Les effets principaux de la faible humidité relative sont la fragilité, le retrait, l'affaiblissement de la résistance mécanique, l'augmentation de l'usure des surfaces de contact et création d'une charge électrostatique. 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. Ces effets sont à considérer lors du choix des matériaux et des composants destinés aux matériels de cette catégorie.
- 12) 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.
- 13) 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 la catégorie de la CEI 60721 et cet essai n'est pas pratiqué pour les articles de grandes dimensions. L'essai Rb 2.2 a une sévérité d'essai équivalente et est, par conséquent, recommandé car c'est un essai simple, reproductible, qui peut être réalisé sur des matériels de toutes les tailles.
- 14) La méthode 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. La sévérité de cette catégorie est de 1 120 W/m<sup>2</sup> 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.

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 (voir CEI 60721-2-4). Il convient de prendre ces effets en compte quand on choisit les matériaux et il convient de procéder à un essai réduit de température pour l'essai à basse température (essai Ab/Ad).

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.

- 15) Il n'existe pas d'essai adapté dans la CEI 60068-2 et aucun essai supplémentaire n'est recommandé car les effets sont normalement inclus dans l'essai de chaleur sèche. Pour les matériels installés à proximité de sources de rayonnements thermiques intenses, des précautions particulières telles que des écrans thermiques ou une isolation peuvent être nécessaires, ou un essai supplémentaire à température élevée peut être requis, le degré d'augmentation étant fonction de la sévérité de la source de chaleur.
- 16) La source d'eau n'est pas donnée dans la CEI 60721-3-6. 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'inclinaison de 5°, et une durée de 1 h).
  - b) **Projections d'eau:** Si le matériel peut être exposé à une pulvérisation 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 - 6 min/m<sup>2</sup>, 30 min maximum).
  - c) **Ruissellement:** Si le matériel peut être exposé à des chasses d'eau ou à des évacuations d'eau, en grande quantité, la méthode 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.

Ces essais ne mettent pas en évidence les chocs dynamiques provoqués par les vagues. Dans la série CEI 60068-2, il n'existe pas d'essai adapté, mais il convient de le prendre en compte dans la conception des matériels. Il convient de prendre en compte l'effet de l'exposition à l'eau salée en choisissant les matériaux et les composants et en particulier, l'essai Kb de sévérité 1 de la CEI 60068-2-52 est recommandé.

- 17) Il n'est pas recommandé d'essai. Il n'existe pas de valeur dans la CEI 60721-3-6 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 'm' 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 les risques de corrosion dans les deux surfaces en contact. Ceci peut accélérer les réactions de corrosion électrochimique, en particulier si les deux surfaces sont faites de métaux différents.

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

*(tropical damp climate)*

IEC 60721-3-6 – Climatic conditions		IEC 60068-2 – Climatic tests				
Environmental parameter <sup>a</sup>	Class 6K6	Nearest IEC 60068-2		Recommended test		Note n°
		Test method	Severity	Test method	Severity	
a) Low air temperature, air	+5 °C	As recommended test		60068-2-1: Ab/Ad	+5 °C, 16 h	1)
b) Low air temperature, water	+15 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required – see note 2)		2)
c) High temperature, air	+55 °C	As recommended test		60068-2-2: Bb/Bd	+55 °C, 16 h	3)
d) High temperature, surfaces	+70 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 4)		4)
e) High temperature, water	+35 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 5)		5)
f) Gradual change of temperature, air/air	+5 °C/ +40 °C 3 °C/min	As recommended test		60068-2-14: Nb	+5 °C to +40 °C rate: 3 °C/min, 2 cycles $t_1 = 3$ h	6)
g) Change of temperature, air/water	+40 °C/ +15 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 7)		7)
h) Relative humidity, not combined with rapid temperature changes	95 %, +35 °C	As recommended test		60068-2-56: Cb	+30 °C, 93 % RH, 10 days	8)
i) Relative humidity, combined with rapid temperature changes: air/air at high relative humidities	95 %, +5 °C/ +30 °C	As recommended test		Steady-state humidity test (test Cb) followed immediately by the rapid change of temperature test (test Na)		9)
j) Relative humidity, combined with rapid temperature changes: air/air at high water content	60 %, +55 °C/ +15 °C	As recommended test		60068-2-30: Db variant 2	+55 °C, 90-100 % RH 2 cycles	10)

<sup>a</sup> No climatograms are shown for the climatic classes since they are not included in IEC 60721-3-6.

continued

**Explanatory notes for Table A.3 – Class 6K6**

- 1) The environmental condition and test severity are the same and therefore no detailed explanation of the choice is necessary; however, the effects of solar irradiation should also be taken into account (see note 14). 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) No suitable IEC 60068-2 test exists. For products which may be influenced by the formation of sea ice, for example where the ice can form in joints or narrow places in the structure, causing mechanical and insulation faults, or cracking and leaking, a sequence test (IEC 60068-2-18 Rb method 2.2) followed by IEC 60068-2-1 Ab/Ad in this table should be considered. The user should, however, note that this test cannot replicate the actual ice mass which is likely to be experienced in this class.
- 3) The environmental condition and test severity are the same and therefore no detailed explanation of the choice is necessary. 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.
- 4) No suitable IEC 60068-2 test exists. The IEC 60068-2-2 test does not demonstrate the effect of rapid temperature change caused when the equipment is in contact with a hot surface of solid material. The condition of the equipment's surface being hot is demonstrated by the solar radiation test Sa or can be simulated by directional heat sources. This condition should be taken into account when selecting material for the equipment, especially for its encapsulation.
- 5) No suitable IEC 60068-2 test exists. This condition should be taken into account when selecting material for the equipment.
- 6) 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 crosses the 0 °C boundary in order to allow condensation to occur for low heat-dissipating equipment.
- 7) No suitable IEC 60068-2 test exists. The effect of temperature change which is experienced by products when it either rains or snows on a warm location is likely to be a rapid change which contradicts the title of this item. If the equipment is likely to experience such rapid changes, IEC 60068-2-14 test Na should be performed: five cycles  $t_1 = 3$  h,  $t_2 < 3$  min over a temperature range of +5 °C to +40 °C.
- 8) The nearest preferred test severity of the damp heat steady-state test has been chosen, although the temperature and the relative humidity are slightly lower than the value of the characteristic severity. The choice of the duration of 10 days is considered to be sufficient for most heat-dissipating specimens to demonstrate that their design is adequately tolerated to function at this condition.
- 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 a rapid change in temperature test (see note 7), the pre- and post-conditioning periods being 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 'h' and note 8)) may be omitted.
- 10) No suitable IEC 60068-2 test exists. However, conducting the Db damp heat, cyclic test of IEC 60068-2-30 can approximate the condition. This is the maximum preferred damp heat cyclic test condition and is considered to be adequate to demonstrate the effects of this condition (the test condition'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.

**Table A.3 – Class 6K6 (continued)**

IEC 60721-3-6 – Climatic conditions		IEC 60068-2 – Climatic tests				
Environmental parameter	Class 6K6	Nearest IEC 60068-2		Recommended test		Note n°
		Test method	Severity	Test method	Severity	
k) Low relative humidity	10 % +30 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 11)		11)
l) Movement of surrounding medium, air	50 m/s	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 12)		12)
m) Precipitation, rain	15 mm/min	As recommended test		60068-2-18: Rb method 2.2	Exposure: 3 min/m <sup>2</sup> Duration: 15 min minimum	13)
n) Solar radiation	1 120 W/m <sup>2</sup>	60068-2-5:Sa Procedure C	1120 W/m <sup>2</sup> 2 cycles, +55 °C	Add 15 °C to the dry heat test and evaluate materials for photochemical reactions		14)
o) Radiation: heat	1 200 W/m <sup>2</sup>	No IEC 60068-2 test		Test normally not required – see note 15)		15)
p) Water from sources other than rain	10 m/s	No IEC 60068-2 test		60068-2-18: Ra/Rb	See note 16)	16)
q) Wetness: wet surfaces		No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 17)		17)

**Explanatory notes for Table A.3 – Class 6K6 (continued)**

- 11) No suitable test is available in the 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 developing 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 that cause, for example, wearing of contact surfaces. These effects have to be considered when selecting materials and components for equipment for this class.
- 12) No suitable test exists in the IEC 60068-2 series; 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.
- 13) 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 has an equivalent test severity and is therefore recommended since it is a simple, repeatable test, which can be performed on products of all sizes.
- 14) The IEC 60068-2-5 procedure C test for simulating the effects of solar radiation at ground level has been chosen since it produces continuous irradiation, thus allowing photodegradation effects to be assessed. The severity of this class is 1 120 W/m<sup>2</sup> 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.

With this level of solar radiation, surface temperatures may be as high as 25 °C above ambient. The 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).

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.

- 15) No suitable test exists in the IEC 60068-2 series and no additional test is recommended as the effect is normally included in the dry heat test. For equipment mounted near sources of high heat radiation, special precautions such as heat shields or insulation may be necessary or an additional elevated temperature test may be required, the degree of elevation being dependant on the severity of the heat source.
- 16) The source of water is not given in IEC 60721-3-6. 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 is 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 5°, 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: Rb 2.1 - oscillating tube - or Rb 2.2 hand-held shower, 6 min/m<sup>2</sup>, 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.

These tests do not demonstrate the dynamic shock caused by waves. In the IEC 60068-2 series, there is no suitable test for this but the effect should be considered in the design of equipment. The effect of salt water exposure should be considered when choosing materials and components and, in particular, IEC 60068-2-52: Kb severity 1 test is recommended.

- 17) No test is recommended. No value is available in IEC 60721-3-6 for wet surfaces. The effect of wet surfaces is partially produced by several other tests in this class (see for example table line 'm' 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 difference in oxygen concentration increases the risk of corrosion in the two surfaces that are in contact. This can accelerate electrochemical corrosion reactions, especially if the two surfaces are of different metals.

**Tableau A.4 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-6 – Catégorie 6K7**

*(climat tropical sec)*

CEI 60721-3-6 – Conditions climatiques		CEI 60068-2 – Essais climatiques				
Agent d'environnement <sup>a</sup>	Catégorie 6K7	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/Ad	–25 °C, 16 h	60068-2-1: Ab/Ad	–20 °C, 16 h	1)
b) Basse température de l'air, l'eau	+15 °C	Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 2)		2)
c) Haute température de l'air	+70 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-2: Bb/Bd	+70 °C, 16 h	3)
d) Haute température de surface	+70 °C	Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 4)		4)
e) Haute température de l'eau	+35 °C	Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 5)		5)
f) Variation progressive de la température, air/air	–20 °C/ +40 °C 3 °C/min	60068-2-14:Nb	–25 °C à +40 °C vitesse: 3 °C/min, 2 cycles $t_1 = 3$ h	60068-2-14: Nb	–20 °C à +40 °C vitesse: 3 °C/min, 2 cycles $t_1 = 3$ h	6)
g) Variation de la température, air/eau	+40 °C/ +15 °C	Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 7)		7)
h) Humidité relative, non associée avec des variations rapides de température	95 %, +45 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-56: Cb	+40 °C, 93 % HR, 10 jours	8)
i) Humidité relative, associée avec des variations rapides de température: air/air pour des humidités relatives élevées	95 %, –20 °C/ +35 °C	Selon l'essai recommandé		Essai continu d'humidité (essai Cb) suivi immédiatement par l'essai de variation rapide de température (essai Na)		9)
j) Humidité relative associée avec des variations rapides de température: air/air pour des teneurs en eau élevées	60 %, +70 °C/ +15 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-30: Db variante 2	+55 °C, 90 à 100 % HR 2 cycles	10)

<sup>a</sup> Il n'y a pas de climatogramme proposé pour les classes climatiques car ils ne font pas partie de la CEI 60721-3-6.

suite

## Notes explicatives pour le Tableau A.4 – Catégorie 6K7

- 1) L'essai le plus approchant est l'essai de sévérité de la CEI 60068-2-1 à  $-25^{\circ}\text{C}$ . Toutefois, il est recommandé que la température soit de  $-20^{\circ}\text{C}$  afin de respecter les conditions de la CEI 60721-3-6 pour cette catégorie. Il convient de tenir compte également des effets du rayonnement solaire (voir la note 14). Le choix de la durée de 16 h est considéré comme suffisant pour la plupart des spécimens dissipateurs d'énergie pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner à cette température.
- 2) Il n'existe pas d'essai CEI 60068-2 adapté. Pour les matériels pouvant être influencés par la formation de glace en mer, il convient d'envisager un essai séquentiel selon la méthode 2.2 de l'essai Rb de la CEI 60068-2-18, suivie de l'essai Ab/Ad de la CEI 60068-2-1 mentionné dans ce tableau. Un exemple est celui où de la glace peut se former dans les joints ou les espaces étroits de la structure, provoquant des défauts mécaniques ou d'isolation, des craquelures ou des fuites. Il convient cependant que l'utilisateur note que l'essai ne peut pas reproduire la masse réelle de glace qu'on est susceptible de rencontrer dans cette catégorie.
- 3) La condition d'environnement et la sévérité d'essai sont les mêmes et, par conséquent, il n'est pas nécessaire de donner des explications détaillées. Le choix de la durée de 16 h est considéré comme suffisant pour la plupart des spécimens dissipateurs d'énergie pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner à cette température.
- 4) Il n'existe pas d'essai CEI 60068-2 adapté. L'essai de la CEI 60068-2-2 ne démontre pas l'effet des variations rapides de température, provoquées par le contact du matériel avec la surface chaude d'un matériau solide. La condition relative à une surface chaude du matériel est démontrée par l'essai Sa de rayonnement solaire, ou peut être simulée par des sources de chaleur directionnelles. Il convient de tenir compte de cette condition lors du choix des matériaux pour l'équipement, en particulier s'il doit être encapsulé.
- 5) Il n'existe pas d'essai CEI 60068-2 adapté. Il convient de tenir compte de cette condition en choisissant les matériaux destinés aux matériels.
- 6) L'essai de variation de la température est normalement utilisé pour contrôler la maîtrise 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 va au-delà de la limite de  $0^{\circ}\text{C}$  dans le but de permettre la formation de condensation sur les matériels faiblement dissipateurs d'énergie. L'essai le plus approchant est l'essai de sévérité de la CEI 60068-2-1 à  $-25^{\circ}\text{C}$ . Toutefois, il est recommandé que la température soit de  $-20^{\circ}\text{C}$  afin de respecter les conditions de la CEI 60721-3-6 pour cette catégorie.
- 7) Il n'existe pas d'essai CEI 60068-2 adapté. Il est probable que l'effet de variation de la température qui est subi par les matériels quand il pleut ou quand il neige en un lieu chaud soit une variation rapide, ce qui est contraire au titre de ce point. S'il est probable que le matériel soit destiné à subir de telles variations rapides, il convient de réaliser l'essai Na de la CEI 60068-2-14, cinq cycles  $t_1 = 3\text{ h}$ ,  $t_2 < 3\text{ min}$ , pour des températures comprises entre  $+5^{\circ}\text{C}$  et  $+40^{\circ}\text{C}$ .
- 8) La sévérité d'essai préférentielle la plus proche de l'essai continu de chaleur humide a été choisie, même si la température et l'humidité relatives sont légèrement inférieures à la valeur de la sévérité caractéristique. Le choix de la durée de 10 jours est considéré comme suffisant pour la plupart des spécimens dissipateurs d'énergie, pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner dans cette condition.
- 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 composite avec l'essai continu d'humidité, immédiatement suivi de l'essai de variation rapide de température (voir note 7) avec omission des périodes de pré et post conditionnement existant entre les deux essais. En réalisant un 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 'h' du tableau et note 8) peuvent être omis.
- 10) Il n'existe pas d'essai CEI adapté dans la série 60068-2. Cependant cette condition peut être approchée en réalisant l'essai cyclique Db de chaleur humide de la CEI 60068-2-30. Elle est la condition maximale préférentielle de l'essai cyclique de chaleur humide et elle est considérée comme satisfaisante pour démontrer les effets de cette condition, (l'humidité absolue de la condition d'essai étant plus élevée et la température plus basse). 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 effectue correctement la vérification de la condition et elle est plus simple à réaliser que la variante 1.

**Tableau A.4 – Catégorie 6K7 (suite)**

CEI 60721-3-6 – Conditions climatiques		CEI 60068-2 – Essais climatiques				
Agent d'environnement	Catégorie 6K7	Essai de la CEI 60068-2 le plus approchant		Essai recommandé		Notes n°
		Méthode d'essai	Sévérité	Méthode d'essai	Sévérité	
k) Faible humidité relative	10 % +30 °C	Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis – voir note 11)		11)
l) Mouvement du milieu ambiant, air	50 m/s	Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis – voir note 12)		12)
m) Précipitations, pluie	15 mm/min	Selon l'essai recommandé		60068-2-18: Rb méthode 2.2	Exposition: 3 min/m <sup>2</sup> Durée: 15 min minimum	13)
n) Rayonnement solaire	1 120 W/m <sup>2</sup>	60068-2-5:Sa Procédure C	1 120 W/m <sup>2</sup> 3 cycles, +55 °C	L'effet de chaleur du rayonnement solaire est déjà inclus dans la valeur de la haute température de l'air de la ligne c)		14)
o) Rayonnement de chaleur	1 200 W/m <sup>2</sup>	Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis – voir note 15)		15)
p) Eau d'autre origine que la pluie	10 m/s	Pas d'essai CEI 60068-2		60068-2-18: Ra/Rb	Voir note 16)	16)
q) Mouillure: surfaces humides		Pas d'essai CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 17)		17)

## Notes explicatives pour le Tableau A.4 – Catégorie 6K7 (suite)

- 11) Il n'existe pas d'essai CEI adapté dans la série 60068-2. Les effets principaux de la faible humidité relative sont la fragilité, le retrait, l'affaiblissement de la résistance mécanique, l'augmentation de l'usure des surfaces de contact et la création d'une charge électrostatique. 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. Ces effets sont à considérer lors du choix des matériaux et des composants destinés aux matériels de cette catégorie.
- 12) 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.
- 13) 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 la catégorie de la CEI 60721 et cet essai n'est pas pratique pour les articles de grandes dimensions. L'essai Rb 2.2 a une sévérité d'essai équivalente et est par conséquent recommandé car c'est un essai simple, reproductible, qui peut être réalisé sur des matériels de toutes les tailles.
- 14) La méthode 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 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 utilisant la température de l'essai de chaleur sèche, et en évaluant les matériaux et les composants par rapport aux réactions photochimiques. Pour plus d'informations, voir la CEI 60721-4-0.

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

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.

- 15) Il n'existe pas d'essai adapté dans la CEI 60068-2 et aucun essai supplémentaire n'est recommandé car les effets sont normalement inclus dans l'essai de chaleur sèche. Pour les matériels installés à proximité de sources de rayonnements thermiques intenses, des précautions particulières telles que des écrans thermiques ou une isolation peuvent être nécessaires, ou un essai supplémentaire à température élevée peut être requis, le degré d'augmentation étant fonction de la sévérité de la source de chaleur.
- 16) La source d'eau n'est pas donnée dans la CEI 60721-3-6. 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'inclinaison de  $5^\circ$ , et une durée de 1 h).
  - b) **Projections d'eau:** Si le matériel peut être exposé à une pulvérisation 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 -  $1\text{ min/m}^2$ , 30 min maximum).
  - c) **Ruissellement:** Si le matériel peut être exposé à des chasses d'eau ou à des évacuations d'eau, en grande quantité, la méthode 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.

Ces essais ne mettent pas en évidence les chocs dynamiques provoqués par les vagues. Dans la série CEI 60068-2, il n'existe pas d'essai adapté, mais il convient de le prendre en compte dans la conception des matériels. Il convient de prendre en compte l'effet de l'exposition à l'eau salée en choisissant les matériaux et les composants et en particulier, l'essai Kb de sévérité 1 de la CEI 60068-2-52 est recommandé.

- 17) Il n'est pas recommandé d'essai. Il n'existe pas de valeur dans la CEI 60721-3-6 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 'm' 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 les risques de corrosion dans les deux surfaces en contact. Ceci peut accélérer les réactions de corrosion électrochimique, en particulier si les deux surfaces sont faites de métaux différents.

**Table A.4 – Recommended tests for IEC 60721-3-6 – Class 6K7**

*(tropical dry climate)*

IEC 60721-3-6 – Climatic conditions		IEC 60068-2 – Climatic tests				
Environmental parameter <sup>a</sup>	Class 6K7	Nearest IEC 60068-2		Recommended test		Note n°
		Test method	Severity	Test method	Severity	
a) Low air temperature, air	–20 °C	60068-2-1: Ab/Ad	–25 °C, 16 h	60068-2-1: Ab/Ad	–20 °C, 16 h	1)
b) Low air temperature, water	+15 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 2)		2)
c) High temperature, air	+70 °C	As recommended test		60068-2-2: Bb/Bd	+70 °C, 16 h	3)
d) High temperature, surfaces	+70 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 4)		4)
e) High temperature, water	+35 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 5)		5)
f) Gradual change of temperature, air/air	–20 °C/ +40 °C 3 °C/min	60068-2-14:Nb	–25 °C to +40 °C rate: 3 °C/min, 2 cycles $t_1 = 3$ h	60068-2-14: Nb	–20 °C to +40 °C rate: 3 °C/min, 2 cycles $t_1 = 3$ h	6)
g) Change of temperature, air/water	+40 °C/ +15 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 7)		7)
h) Relative humidity, not combined with rapid temperature changes,	95 %, +45 °C	As recommended test		60068-2-56: Cb	+40 °C, 93 % RH, 10 days	8)
i) Relative humidity, combined with rapid temperature changes: air/air at high relative humidities	95 %, –20 °C/ +35 °C	As recommended test		Steady-state humidity test (test Cb) followed immediately by the rapid change of temperature test (test Na)		9)
j) Relative humidity, combined with rapid temperature changes: air/air at high water contents	60 %, +70 °C/ +15 °C	As recommended test		60068-2-30: Db variant 2	+55 °C, 90-100 % RH 2 cycles	10)

<sup>a</sup> No climatograms are shown for the climatic classes since they are not included in IEC 60721-3-6.

continued

### Explanatory notes for Table A.4 – Class 6K7

- 1) The nearest IEC 60068-2-1 test severity of  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  is shown. However, it is recommended that the temperature is  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  so as to reflect the conditions of IEC 60721-3-6 for this class. The effects of solar irradiation should also be taken into account (see note 14). 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 toleranced to function at this temperature.
- 2) No suitable IEC 60068-2 test exists. For products which may be influenced by the formation of sea ice, for example where the ice can form in joints or narrow places in the structure, causing mechanical and insulation faults, or cracking and leaking, a sequence test (IEC 60068-2-18 Rb method 2.2) followed by IEC 60068-2-1 Ab/Ad in this table should be considered. The user should, however, note that this test cannot replicate the actual ice mass which is likely to be experienced in this class.
- 3) The environmental condition and test severity are the same and therefore no detailed explanation of the choice is necessary. 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 toleranced to function at this temperature.
- 4) No suitable IEC 60068-2 test exists. The IEC 60068-2-2 test does not demonstrate the effect of rapid temperature change caused when the equipment is in contact with a hot surface of solid material. The condition of the equipment's surface being hot is demonstrated by the solar radiation test Sa or can be simulated by directional heat sources. This condition should be taken into account when selecting material for the equipment, especially for its encapsulation.
- 5) No suitable IEC 60068-2 test exists. This condition should be taken into account when selecting material for the equipment.
- 6) 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 crosses the  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  boundary in order to allow condensation to occur for low heat-dissipating equipment. The nearest IEC 60068-2-14 test temperature of  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  is shown. However, it is recommended that the temperature of  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  is used so as to reflect the conditions of IEC 60721-3-6 for this class.
- 7) No suitable IEC 60068-2 test exists. The effect of temperature change which is experienced by products when it either rains or snows on a warm location is likely to be a rapid change which contradicts the title of this item. If the equipment is likely to experience such rapid changes, IEC 60068-2-14 test Na should be performed: five cycles  $t_1 = 3\text{ h}$ ,  $t_2 < 3\text{ min}$  over a temperature range of  $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$  to  $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- 8) The nearest preferred test severity of the damp heat steady-state test has been chosen, although the temperature and the relative humidity are slightly lower than the value of the characteristic severity. The choice of the duration of 10 days is considered to be sufficient for most heat-dissipating specimens to demonstrate that their design is adequately toleranced to function at this condition.
- 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 a rapid change in temperature test (see note 7), the pre- and post-conditioning periods being 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 'h' and note 8) may be omitted.
- 10) No suitable IEC 60068-2 test exists. However, conducting the Db damp heat, cyclic test of IEC 60068-2-30 can approximate the condition. This is the maximum preferred damp heat cyclic test condition and is considered to be adequate to demonstrate the effects of this condition (the test condition'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.

**Table A.4 – Class 6K7 (continued)**

IEC 60721-3-6 – Climatic conditions		IEC 60068-2 – Climatic tests				
Environmental parameter	Class 6K7	Nearest IEC 60068-2		Recommended test		Note n°
		Test method	Severity	Test method	Severity	
k) Low relative humidity	10 % +30 °C	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 11)		11)
l) Movement of surrounding medium, air	50 m/s	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 12)		12)
m) Precipitation, rain	15 mm/min	As recommended test		60068-2-18: Rb method 2.2	Exposure: 3 min/m <sup>2</sup> Duration: 15 min minimum	13)
n) Solar radiation	1 120 W/m <sup>2</sup>	60068-2-5:Sa Procedure C	1 120 W/m <sup>2</sup> 3 cycles, +55 °C	The heating effect of solar radiation is already included in the high air temperature value of line c)		14)
o) Radiation: heat	1 200 W/m <sup>2</sup>	No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 15)		15)
p) Water from sources other than rain	10 m/s	No IEC 60068-2 test		60068-2-18: Ra/Rb	See note 16)	16)
q) Wetness: wet surfaces		No IEC 60068-2 test		Test normally not required - see note 17)		17)

**Explanatory notes for Table A.4 – Class 6K7 (continued)**

- 11) No suitable test is available in the 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 developing 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. These effects have to be considered when selecting materials and components for equipment for this class.
- 12) No suitable test exists in the IEC 60068-2 series; 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.
- 13) 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 has an equivalent test severity and is therefore recommended since it is a simple, repeatable test, which can be performed on products of all sizes.
- 14) The IEC 60068-2-5 procedure C test for simulating the effects of solar radiation at ground level has been chosen since it produces continuous irradiation, thus allowing photodegradation effects to be assessed. The severity of this class is 1 120 W/m<sup>2</sup> 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 using the temperature of the dry heat test and evaluating materials and components for photochemical reactions. For more information, see IEC 60721-4-0.

With this level of solar radiation, surface temperatures may be as high as 25 °C above ambient. The 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).

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.

- 15) No suitable test exists in the IEC 60068-2 series and no additional test is recommended as the effect is normally included in the dry heat test. For equipment mounted near sources of high heat radiation, special precautions such as heat shields or insulation may be necessary or an additional elevated temperature test may be required, the degree of elevation being dependant on the severity of the heat source.
- 16) The source of water is not given in IEC 60721-3-6. 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 is 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 5°, 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/m<sup>2</sup>, 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.

These tests do not demonstrate the dynamic shock caused by waves. In the IEC 60068-2 series, there is no suitable test for this but the effect should be considered in the design of equipment. The effect of salt water exposure should be considered when choosing materials and components and in particular, IEC 60068-2-52: Kb severity 1 test is recommended.

- 17) No test is recommended. No value is available in IEC 60721-3-6 for wet surfaces. The effect of wet surfaces is partially produced by several other tests in this class (see for example table line 'm' 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 difference in oxygen concentration increases the risk of corrosion in the two surfaces, which are in contact. This can accelerate electrochemical corrosion reactions, especially if the two surfaces are of different metals.

## Annexe B

### Environnement des navires – Conditions dynamiques

**Tableau B.1 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-6 – Catégorie 6M1**

*(navires non alimentés par des moteurs)*

CEI 60721-3-6 – Conditions climatiques			CEI 60068-2 – Essais climatiques						
Agent d'environnement	Unité	Catégorie 6M1		Essai de la CEI 60068-2 le plus approchant			Essai recommandé		Notes n°
				Méthode d'essai	Sévérité		Méthode d'essai	Sévérité	
a) Vibrations stationnaire: sinusoïdales  Déplacement: Accélération: Gamme de fréquences: Nombre d'axes: Cycles de balayage	mm m/s <sup>2</sup> Hz	Non							
b) Choc Spectre de réponse aux chocs: Accélération crête: Durée: Nombre de chocs par direction Directions des chocs	m/s <sup>2</sup> ms	Type I 50 11	Type II 100 6	60068-2-27: Ea Choc (demi sinusoïdale)	50 30	150 11	60068-2-29: Eb Secousse	150 6 100 6	1)
c) Variation angulaire, statique Rotation autour de l'axe x: (gîte) Rotation autour de l'axe y: (assiette)	degré  degré	15 10		Pas d'essai CEI 60068-2			Essai normalement non requis - (voir note 2)		2)
d) Variation angulaire, dynamique Rotation autour de l'axe x-: (roulis) Rotation autour de l'axe y-: (tangage) Rotation autour de l'axe z-: (lacet)	° Hz ° Hz ° Hz	22,5 0,14 10 0,2 4 0,05		Pas d'essai CEI 60068-2			Essai normalement non requis – (voir note 3)		3)
e) Accélération, constante direction x (transverse) direction y (longitudinale) direction z (verticale)	m/s <sup>2</sup> m/s <sup>2</sup> m/s <sup>2</sup>	5 6 10		CEI 60068-2-7: Ga	30 30 30		Essai normalement non requis – (voir note 4)		4)

### Notes explicatives pour le Tableau B.1 – Catégorie 6M1

- 1) Dans l'environnement navire, on s'attend à des chocs répétés, et il est recommandé de réaliser l'essai de secousses Eb de la CEI 60068-2-29. Les sévérités d'essai sont les valeurs recommandées les plus proches de l'essai Eb de la CEI 60068-2-29. Si l'on connaît la présentation du spécimen et si l'on sait qu'il existe un axe ou une direction privilégiée (habituellement l'axe vertical), il convient d'appliquer le nombre spécifié de secousses dans cette direction et selon cette présentation uniquement. Si l'on sait qu'un matériel a une direction critique, il convient alors d'en tenir compte en appliquant un essai dans une direction supplémentaire.
  - 2) Il n'est pas recommandé d'essai car c'est une condition de déplacement statique et la plupart des matériels ne seront pas affectés par cette condition à moins qu'ils soient sensibles à la gravité.
  - 3) Il n'est pas recommandé d'essai car on considère que les basses fréquences en question ont un effet similaire à l'environnement statique.
  - 4) Cette condition d'environnement peu contraignante est considérée comme couverte par les essais sinusoïdaux et les essais de chocs ou de secousses.
-

## Annex B

### Ship environment – Dynamic conditions

**Table B.1 – Recommended tests for IEC 60721-3-6 – Class 6M1**

*(ships not powered by engines)*

IEC 60721-3-6 – Mechanical conditions			IEC 60068-2 – Dynamic tests						
Environmental parameter	Unit	Class 6M1		Nearest IEC 60068-2		Recommended test		Note n°	
				Test method	Severity		Test method		Severity
a) Stationary vibration: sinusoidal Displacement Acceleration Frequency range  Number of axes: Sweep cycles:	mm m/s <sup>2</sup> Hz	No							
b) Shock Shock response spectrum Peak acceleration Duration  Number of shocks per direction Directions of shocks	m/s <sup>2</sup> ms	Type I 50 11	Type II 100 6	60068-2-27 Ea: Shock (half sine)	50 30	150 11	60068-2-29:Eb Bump	150 6 100 6	1)
c) Angular deviation, static Rotation around x-axis: (list) Rotation around y axis: (trim)	degree degree	15 10		No IEC 60068-2 test		Test normally not required – (see note 2)		2)	
d) Angular deviation, dynamic Rotation around x-axis: (roll) Rotation around y-axis: (pitch) Rotation around z-axis: (yaw)	° Hz ° Hz ° Hz	22,5 0,14 10 0,2 4 0,05		No IEC 60068-2 test		Test normally not required – (see note 3)		3)	
e) Acceleration, steady state x direction (surge) y direction (sway) z direction (heave)	m/s <sup>2</sup> m/s <sup>2</sup> m/s <sup>2</sup>	5 6 10		IEC 60068-2-7: Ga	30 30 30		Test normally not required – (see note 4)		4)

### Explanatory notes for Table B.1 – Class 6M1

- 1) In the ship environment, repetitive shocks are expected, and it is recommended that the IEC 60068-2-29: Eb, bump test, is performed. The severities are the nearest recommended values in test Eb of IEC 60068-2-29. Where the mounting attitude of the specimen is known and where it is known that there is one dominant axis or direction (usually vertical), the specified number of bumps should be applied in that direction and attitude only. If a product is known to have a critical direction, then this should be considered as an additional test direction.
  - 2) No test is recommended since this is a static displacement condition and most equipment will not be affected by it unless it is gravity sensitive.
  - 3) No test is recommended since the low frequencies involved are considered to be similar in effect to the static environment.
  - 4) This benign environmental condition is considered to be covered by the sinusoidal and shock/bump tests.
-

ISBN 2-8318-7076-3



9 782831 870762

---

ICS 19.040

---