

RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT

CEI
IEC

TR 60721-4-5

2001

AMENDEMENT 1
AMENDMENT 1

2003-05

PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ
BASIC SAFETY PUBLICATION

Amendement 1

Classification des conditions d'environnement –

Partie 4-5:

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

Installations des véhicules terrestres

Amendment 1

Classification of environmental conditions –

Part 4-5:

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

Ground vehicle installations



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

U

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

AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le comité d'études 104 de la CEI: Conditions, classification et essais d'environnement.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

Projet d'enquête	Rapport de vote
104/198/DTR	104/259A/RVC

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

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

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

Page 2

SOMMAIRE

Ajouter le titre de la nouvelle annexe:

Annexe A Installation des véhicules terrestres – Conditions climatiques

Remplacer la liste des tableaux existante par la nouvelle liste suivante:

Tableau 1 – Essais recommandés pour la CEI 60721-3-5 – Catégorie 5K2

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

FOREWORD

This amendment has been prepared by IEC technical committee 104: Environmental conditions, classification and methods of test.

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

Enquiry draft	Report on voting
104/198/DTR	104/259A/RVC

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

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

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

Page 3

CONTENTS

Add the title of the following new annex:

Annex A Ground vehicle installations – Climatic conditions

Replace the existing list of tables by the following new list:

Table 1 – Recommended tests for IEC 60721-3-5 – Class 5K2

Table 2 – Recommended tests for IEC 60721-3-5 – Class 5K3

Table 3 – Recommended tests for IEC 60721-3-5 – Class 5M1

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

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

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

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

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

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

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

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

Cette page est volontairement laissée vierge.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 60721-4-5:2001/AMD1:2003

This page is intentionally blank.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 60721-4-5:2001/AMD1:2003

Page 36

Ajouter, après le Tableau 5, la nouvelle Annexe A suivante :

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 60721-4-5:2001/AMD1:2003

Page 37

Add, after Table 5, the following new Annex A:

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 60721-4-5:2001/AMD1:2003

Annexe A

Installation des véhicules terrestres – Conditions climatiques

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

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

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

suite

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

- 1) La température d'essai est équivalente à l'agent d'environnement de la CEI 60721-3-5 pour cette catégorie. Le choix de la durée de 16 h est considéré comme suffisant pour la plupart des matériaux dissipateurs d'énergie pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner à cette température.

2) La température d'essai est la valeur préférentielle la plus proche de la CEI 60068-2-2. Cependant, il est recommandé que cette température d'essai soit augmentée jusqu'à +60 °C de manière à refléter les conditions de la CEI 60721-3-1 pour cette catégorie. Le choix de la durée de 16 h est considéré comme suffisant pour la plupart des matériaux pour démontrer que leur conception entre correctement dans les tolérances pour fonctionner à cette température.

- 3) Ces conditions de température et d'humidité sont contenues dans les conditions atmosphériques standard décrites dans la CEI 60068-1 et par conséquent il n'est pas recommandé d'essai.

IEC/TC100 Click to view the full PDF of IEC TR 60721-4-5:2001/AMD1:2003

Ground vehicle installations – Climatic conditions

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

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

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

continued

Explanatory notes for Table A.1 – Class 5K1

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

IECNOX.COM Click to view the full PDF of IEC TR 60721-4-5:2001/AMD1:2003

Tableau A.1 – Catégorie 5K1 (suite)

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

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

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

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

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

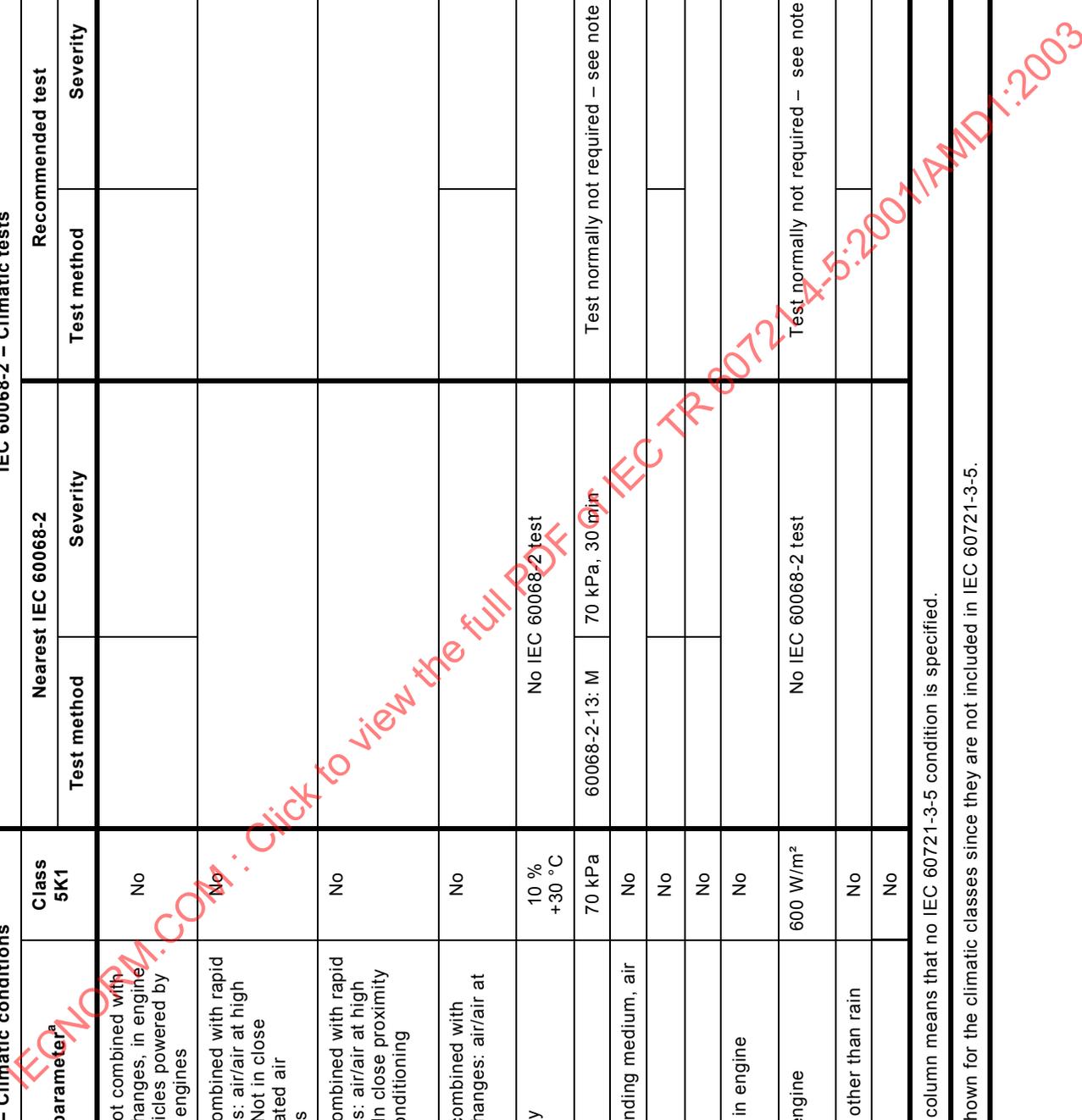
IEC NORM 60721-4-5:2001/AMD1:2003 to view the full PDF of IEC TR 60721-4-5:2001/AMD1:2003

Table A.1 – Class 5K1 (continued)

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

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

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



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

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

Click to view the full PDF of IEC TR 60721-4-5:2001/AMD1:2003

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

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

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

suite

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

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

Full PDF of IEC TR 60721-4-5:2001/AMD1:2003

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

(enclosed or partly open compartments – worldwide climates)

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

continued

Explanatory notes for Table A.2 – Class 5K4

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

IEC No. 60721-4-5:2001/AMD1:2003

Tableau A.2 – Catégorie 5K4 (suite)

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

IEC FORM.COM - Click to view the full PDF of IEC TR 60721-4-5:2003/AMEND:2003

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

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

Table A.2 – Class 5K4 (continued)

IEC 60721-3-5 – Climatic conditions		IEC 60068-2 – Climatic tests				Note n°
Environmental parameter	Class 5K4	Nearest IEC 60068-2		Recommended test		
		Test method	Severity	Test method	Severity	
m) Relative humidity, combined with rapid temperature changes: air/air at high relative humidities. Not in close proximity to refrigerated air conditioning systems	95 % -65 °C/ +30 °C	As recommended test	Severity	Damp heat, steady-state test (test Cb in this table) followed immediately by the rapid change of temperature test (test Na)		9)
n) Relative humidity, combined with rapid temperature changes: air/air at high relative humidities. In close proximity to refrigerated air conditioning systems.	95 % +10 °C/ +85 °C	As recommended test	Severity	Damp heat, steady-state test (test Cb in this table) followed immediately by the rapid change of temperature test (test Na)		9)
o) Absolute humidity, combined with rapid temperature changes: air/air with high water content.	80 g/m ³ +85 °C/ +15 °C	As recommended test	Severity	60068-2-30: Db variant 2	+55 °C, 90-100 % RH 2 cycles	10)
p) Low relative humidity	10 % +30 °C	No IEC 60068-2 test	Severity	Test normally not required - see note 11)		11)
q) Low air pressure	70 kPa	60068-2-13: M	Severity	Test normally not required - see note 12)		12)
r) Movement of surrounding medium, air	30 m/s	No IEC 60068-2 test	Severity	Test normally not required - see note 13)		13)
s) Precipitation, rain	15 mm/min	As recommended test	Severity	60068-2-18: Rb method 2.2	Exposure: 3 min/m ² Duration: 15 min minimum	14)
t) Solar radiation	1 120 W/m ²	60068-2-5: Sa Procedure C	Severity	Add 15 °C to the dry heat test and evaluate materials for photochemical reactions		15)
u) Radiation: heat, not in engine compartments	600 W/m ²	No IEC 60068-2 test	Severity	Test normally not required - see note 16)		16)
v) Radiation: heat, in engine compartments	1 200 W/m ²	No IEC 60068-2 test	Severity	Test normally not required - see note 16)		16)
w) Water from sources other than rain	3.0 m/s	No IEC 60068-2 test	Severity	60068-2-18: Ra/Rb	See note 17)	17)
x) Wetness - conditions of wet surfaces		No IEC 60068-2 test	Severity	Test normally not required - see note 18)		18)

Click to view the full PDF of IEC TR 60721-4-5:2001/AMD1:2003

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

- 9) This condition cannot be practically tested due to constraints of physics. However, it may be approximated by conducting a composite test with the steady-state humidity test followed immediately by the rapid change in temperature test, with the pre- and post-conditioning periods omitted between the two tests. By conducting a composite test in this way, the effects of the condition are considered to be adequately demonstrated. If this composite test is performed, the user may decide that the individual tests (table line 'e' and 'k/l') may be omitted. This would be particularly recommended if the equipment is monitored throughout the test.
- 10) This is the maximum preferred damp heat cyclic test severity and is considered to be adequate to demonstrate the effects of this condition (the test severity's absolute humidity being higher and the temperature lower). The duration of two cycles (48 h) is considered adequate for most equipment. Variant 2 of test Db is chosen since it adequately tests the condition and is simpler to perform than variant 1.
- 11) No suitable IEC test available in the IEC 60068-2 series. The main effects of low relative humidity are embrittlement, shrinking, and impairment of mechanical strength, increase in wearing of contact surfaces and development of electrostatic charge. Typical faults caused by drying are mechanical faults of non-metallic parts, cracking and electrical faults. Low relative humidity may attract dust particles, which cause, for example, wearing of contact surfaces. This effect has to be considered when selecting materials and components for equipment for this class.
- 12) For sealed equipment or for equipment containing or processing liquids, test M of IEC 60068-2-13 is recommended. For normal applications where the effect of air pressure is evaluated at the component level, no test is recommended.
- 13) No suitable test exists in IEC 60068-2; however, special precautions should be taken, especially for large equipment and the user may have to develop his own methodology if the condition is to be evaluated.
- 14) IEC 60068-2-18 recommends test Ra 1 for equipment exposed to rain. However this does not correspond to the rain intensity of this IEC 60721 class and is not practicable for large items. Test Rb 2.2 is therefore recommended since it is a simple, repeatable test, which can be performed on equipment of all sizes.
- 15) The IEC 60068-2-5 procedure C test for simulating the effects of solar radiation at ground level is chosen since it produces continuous irradiation, thus allowing assessment of photodegradation effects. The severity of this class is 1 120 W/m² which corresponds to the test condition contained in IEC 60068-2-5:Sa.
- Solar tests are not considered satisfactory, since it is difficult to replicate the actual radiation experienced in practice. It is recommended that this condition should be evaluated by increasing the temperature of the dry heat test by 15 °C and evaluating materials and components for photochemical reactions. For more information see IEC 60721-4-0.
- Equipment may be protected against the effect of solar radiation, for example, by the fitting of efficient heat shields, in which case the elevated temperature for the dry heat test can be omitted or reduced in severity depending on the effectiveness of the precautions. It should be normal practice to model such precautions in order to give confidence in the ability of the equipment to resist the effect of solar radiation.
- With this level of solar radiation, surface temperatures may be as high as 25 °C above ambient. Surface temperature can also fall at night due to heat irradiation (see IEC 60721-2-4). These effects should be taken into account when selecting materials and a reduced temperature test should be considered for the low temperature test (test Ab/Ad).
- 16) No test is recommended. There is no IEC 60068-2 test method for this condition. The effect of this condition is considered to be included in the dry heat test (see table line 'c' or 'd'). For equipment mounted near sources of high heat radiation, special precautions may be necessary or an additional elevated temperature test may be required.
- 17) The source of water is not given in IEC 60721-3-5. The user will have to select the appropriate test together with the duration and test severity from IEC 60068-2-18. As a guide the following may assist the user in the selection of a suitable test:
- Dripping water:** If the equipment is normally protected from rain, but likely to be exposed to falling drops from condensation or leakage from upper surfaces, IEC 60068-2-18: Ra 2 - drip box with a 2 m drop height, a tilt angle of 0°, and a 1 h duration is the preferred method.
 - Spraying water:** If the equipment is likely to be exposed to water spray from wheels, IEC 60068-2-18 tests Rb 2.1 - oscillating tube - or Rb 2.2 - handheld shower, 1 min/m², 30 min maximum, are the preferred methods.
 - Splashing water:** If the equipment is likely to be exposed to flushing or sluicing water, IEC 60068-2-18: Rb 3 - hosing - is the preferred method.
 - Water jets:** If jets of water are likely to strike the equipment, choose from either IEC 60068-2-18: Ra or Rb test to demonstrate that the equipment is designed to function under these conditions.
- 18) No test is recommended, as no value is available in IEC 60721-3-5 for wet surfaces. The effect of wet surfaces is partially produced by several other tests in this class (see for example table line 's' rain test) and should be taken into account when selecting materials. It is not possible to give any values to wet surfaces. The effect can be more severe than the effect of rain because it may be continuous and the oxygen concentration difference increases the corrosion in a surface which is in contact with another surface. This can accelerate electrochemical corrosion reactions, especially if the two surfaces are of different metals.

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

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

CEI 60721-3-5 – Conditions climatiques		CEI 60688-2 – Essais climatiques				Notes n°
Agent d'environnement	Catégorie 5K4H	Essai de la CEI 60688-2 le plus approchant		Essai recommandé		
		Méthode d'essai	Sévérité	Méthode d'essai	Sévérité	
a) Basse température de l'air	-25 °C	Selon l'essai recommandé		60688-2-1: Ab	-25 °C, 16 h	1)
b) Haute température de l'air dans des compartiments ventilés (sauf les compartiments moteur) ou air extérieur	+55 °C	Selon l'essai recommandé		60688-2-2: Bb	+55 °C, 16 h	2)
c) Haute température de l'air dans des compartiments non ventilés, sauf les compartiments moteur	+85 °C	Selon l'essai recommandé		60688-2-2: Bb	+85 °C, 16 h	2)
d) Température élevée, air dans les compartiments moteur	+85 °C	Selon l'essai recommandé		60688-2-2: Bb	+85 °C, 16 h	2)
e) Variation de température: air/air	-25 °C/ +30 °C	Selon l'essai recommandé		60688-2-14: Na	-25 °C jusqu'à la température ambiante, 5 cycles t ₁ = 3 h, t ₂ < 3 min	3)
f) Variation progressive de la température, air/air, sauf dans les compartiments moteur	-25 °C/ +30 °C 5 °C/min	60688-2-14: Nb	-25 °C à +30 °C, 5 °C/min 2 cycles t ₁ = 3 h	Essai normalement non requis - voir note 4)		4)
g) Variation progressive de la température air/air, dans les compartiments moteur	-25 °C/ +70 °C 10 °C/min	60688-2-14: Nb	-25 °C à +70 °C, 5 °C/min 2 cycles t ₁ = 3 h	60688-2-14: Nb	-25 °C à +70 °C, 10 °C/min 2 cycles t ₁ = 3 h	5)
h) Variation de la température, air/eau, sauf dans les compartiments moteur	+55 °C/ +5 °C	Pas d'essai de la CEI 60688-2		Essai normalement non requis - voir note 6)		6)
i) Variation de la température, air/eau, dans les compartiments moteur	+85 °C/ +5 °C	Pas d'essai de la CEI 60688-2		Essai normalement non requis - voir note 6)		6)
j) Variation de la température, air/neige, dans les compartiments moteur	+70 °C/ -5 °C	Pas d'essai de la CEI 60688-2		Essai normalement non requis - voir note 6)		6)
k) Humidité relative, non associée avec des variations rapides de température, sauf dans les compartiments moteur des véhicules alimentés par des moteurs à combustion interne	95 %, +50 °C	Selon l'essai recommandé		60688-2-56: Cb	+40 °C, 93 % HR, 96 h	7)
l) Humidité relative, non associée avec des variations rapides de température, dans les compartiments moteur des véhicules alimentés par des moteurs à combustion interne	95 %, +85 °C	Selon l'essai recommandé		60688-2-56: Cb	+55 °C, 93 % HR, 21 jours	8)

suite

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

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

Full PDF of IEC TR 60721-4-5:2001/AMD1:2003

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

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

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

continued

Explanatory notes for Table A.3 – Class 5K4H

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

Full PDF of IEC TR 60721-4-5:2001/AMD1:2003

Tableau A.3 – Catégorie 5K4H (suite)

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

IEC FORM.COM: Click to view the full PDF file TR 60721-4-5:2001/AMD1:2003

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

- 9) Cette condition ne peut pas être vérifiée dans la pratique en raison de contraintes physiques. Cependant, elle peut être approchée en effectuant un essai d'humidité composite avec l'essai d'humidité continu, immédiatement suivi de l'essai de variation rapide de température avec omission des périodes de pré et post conditionnement existant entre les deux essais. En réalisant l'essai composite de cette manière, les effets de la condition sont considérés comme correctement démontrés. Si cet essai composite est réalisé, l'utilisateur peut décider que les essais individuels (voir les lignes 'e' et 'k/l' du tableau) peuvent être omis. Ceci serait particulièrement recommandé si le matériel était contrôlé tout au long de l'essai.
- 10) Ceci est la condition maximale préférentielle d'essai cyclique de chaleur humide et elle est considérée comme satisfaisante pour démontrer les effets de cette condition, (la condition d'essai d'humidité absolue étant plus importante et la température étant inférieure). La durée des deux cycles (48 h) est considérée comme satisfaisante pour la plupart des matériaux. La variante 2 de l'essai Db est choisie car elle vérifie correctement la condition et car elle est plus simple à réaliser que la variante 1.
- 11) Il n'existe pas d'essai adapté dans la série CEI 60068-2. Les effets principaux de la faible humidité relative sont la fragilité, le retrait, la diminution de la résistance mécanique, l'augmentation de l'usure des surfaces de contact et le développement de charges électrostatiques. Les défauts typiques provoqués par le séchage sont les défauts mécaniques des parties non métalliques, les craquelures et les défauts électriques. Une faible humidité relative peut attirer des particules de poussière provoquant, par exemple, l'usure des surfaces de contact. Cet effet est à considérer lors du choix des matériaux et des composants destinés aux matériaux de cette catégorie.
- 12) Pour les matériaux hermétiquement fermés ou pour les matériaux contenant ou traitant des liquides, l'essai M de la CEI 60068-2-13 est recommandé. Pour des applications normales dans lesquelles l'effet de la pression atmosphérique est évalué au niveau du composant, il n'est pas recommandé d'essai.
- 13) Il n'existe pas d'essai adapté dans la CEI 60068-2, cependant il convient de prendre des précautions particulières, notamment pour les matériaux de grandes dimensions, et l'utilisateur peut être amené à développer sa propre méthodologie si la condition est à évaluer.
- 14) La CEI 60068-2-18 recommande l'essai Ra 1 pour les matériaux exposés à la pluie. Cependant cet essai ne correspond pas à l'intensité de la pluie de cette catégorie de la CEI 60721 et cet essai n'est pas faisable pour les articles de grandes dimensions. L'essai Rb 2.2 est par conséquent recommandé car c'est un essai simple, reproductible et qui peut être réalisé sur des matériaux de toutes les tailles.
- 15) La méthode d'essai C de la CEI 60068-2-5 destinée à simuler les effets du rayonnement solaire au niveau du sol est choisie car elle produit un rayonnement continu permettant l'évaluation des effets de la photooxydation. La sévérité de cette catégorie est de 1 120 W/m², ce qui correspond à la condition d'essai contenue dans l'essai Sa de la CEI 60068-2-5.
- Les essais d'exposition solaire ne sont pas considérés comme satisfaisants, car il est difficile de reproduire le rayonnement réel constaté dans la pratique. Il est
- recommandé que cette condition soit évaluée en augmentant la température de l'essai de chaleur sèche de 15 °C et en évaluant les matériaux et les composants par rapport aux réactions photochimiques. Pour plus d'informations, voir la CEI 60721-4-0.
- Les matériaux peuvent être protégés contre les effets du rayonnement solaire, par exemple en adaptant des écrans thermiques efficaces, auquel cas l'essai à température élevée de chaleur sèche peut être omis ou réduit en sévérité selon l'efficacité des précautions prises. Il serait de bonne pratique de modéliser de telles précautions pour donner confiance en l'aptitude du matériel à résister aux effets du rayonnement solaire.
- Avec ce niveau de rayonnement solaire, les températures de surface peuvent être supérieures de 25 °C par rapport à la température ambiante. La température de surface peut également chuter pendant la nuit en raison du rayonnement calorifique (CEI 60721-2-4). Il convient de prendre ces effets en compte quand on choisit les matériaux et il convient de tenir compte d'un essai réduit de température pour l'essai à basse température (essai Ab/Ad).
- 16) Il n'est pas recommandé d'essai. Il n'existe pas de méthode d'essai dans la CEI 60068-2 pour cette condition. L'effet de cette condition est considéré comme inclus dans l'essai de chaleur sèche (voir les lignes 'c' ou 'd' du tableau). Pour les matériels installés à proximité de sources de forts rayonnements thermiques, des précautions particulières peuvent être nécessaires, ou un essai supplémentaire à température élevée peut être requis.
- 17) La source d'eau n'est pas donnée dans la CEI 60721-3-5. L'utilisateur aura à choisir dans la CEI 60068-2-18 l'essai approprié en même temps que la durée et la sévérité d'essai. A titre de guide, ce qui suit peut aider l'utilisateur dans le choix d'un essai adapté :
- Chute de gouttes d'eau** : Si le matériel est normalement protégé contre la pluie, mais qu'il peut être exposé aux gouttes d'eau issues de la condensation ou de fuites en provenance des surfaces supérieures, la CEI 60068-2-18: Ra 2 est la méthode préférentielle (Dispositif générateur de gouttes d'eau, avec une hauteur de chute des gouttes de 2 m, un angle d'oscillation de 0°, et une durée de 1h).
 - Projections d'eau** : Si le matériel peut être exposé à des projections provenant des roues, les méthodes préférentielles sont les méthodes Rb 2.1 et Rb 2.2 de la CEI 60068-2-18 (Essais Rb 2.1 - Tube oscillant ou Rb - 2.2 - Appareil d'arrosage portatif - 1 min/m², 30 min maximum)
 - Ruissellement** : Si le matériel peut être exposé à des chasses d'eau ou des évacuations d'eau, la CEI 60068-2-18: Rb 3 est la méthode préférentielle (arrosage à la lance).
 - Jets d'eau** : Si des jets d'eau peuvent se produire sur le matériel, choisir la CEI 60068-2-18: Essais Ra ou Rb pour démontrer que le matériel est conçu pour fonctionner dans ces conditions.
- 18) On ne recommande pas d'essai. Il n'existe pas de valeur dans la CEI 60721-3-5 pour les surfaces humides. L'effet de surfaces humides est partiellement produit par plusieurs autres essais faisant partie de cette catégorie (voir par exemple l'essai de pluie à la ligne 's' du tableau), et il convient d'en tenir compte lors du choix des matériaux. Il n'est pas possible de donner une valeur pour les surfaces humides. L'effet peut être plus sévère que l'effet de pluie car il peut être continu et la différence de concentration en oxygène augmente la corrosion sur une surface qui se trouve au contact d'une autre surface. Ceci peut accélérer les réactions de corrosion électrochimique, en particulier si les deux surfaces sont faites de métaux différents.

Table A.3 – Class 5K4H (continued)

IEC 60721-3-5 – Climatic conditions		IEC 60068-2 – Climatic tests				Note n°
Environmental parameter	Class 5K4H	Nearest IEC 60068-2 Test method	Severity	Recommended test Test method	Severity	
m) Relative humidity, combined with rapid temperature changes: air/air at high relative humidities. Not in close proximity to refrigerated air conditioning systems	95 % -25 °C/ +30 °C	As recommended test	Severity	Damp heat, steady-state test (test Cb in this table) followed immediately by the rapid change of temperature test (test Na)		9)
n) Relative humidity, combined with rapid temperature changes: air/air at high relative humidities. In close proximity to refrigerated air conditioning systems.	95 % +10 °C/ +85 °C	As recommended test	Severity	Damp heat, steady-state test (test Cb in this table) followed immediately by the rapid change of temperature test (test Na)		9)
o) Absolute humidity, combined with rapid temperature changes: air/air with high water content.	80 g/m ³ +85 °C/ +15 °C	As recommended test	Severity	60068-2-30: Db variant 2	+55 °C, 90-100 % RH 2 cycles	10)
p) Low relative humidity	10 % +30 °C	No IEC 60068-2 test	Severity	Test normally not required - see note 11)		11)
q) Low air pressure	70 kPa	60068-2-13: M	Severity	Test normally not required - see note 12)		12)
r) Movement of surrounding medium, air	30 m/s	No IEC 60068-2 test	Severity	Test normally not required - see note 13)		13)
s) Precipitation, rain	15 mm/min	As recommended test	Severity	60068-2-18: Rb method 2.2	Exposure: 3 min/m ² Duration: 15 min minimum	14)
t) Solar radiation	1 120 W/m ²	60068-2-5: Sa Procedure C	Severity	Add 15 °C to the dry heat test and evaluate materials for photochemical reactions		15)
u) Radiation: heat, not in engine compartments	600 W/m ²	No IEC 60068-2 test	Severity	Test normally not required - see note 16)		16)
v) Radiation: heat, in engine compartments	1 200 W/m ²	No IEC 60068-2 test	Severity	Test normally not required - see note 16)		16)
w) Water from sources other than rain	3.0 m/s	No IEC 60068-2 test	Severity	60068-2-18: Ra/Rb	See note 17)	17)
x) Wetness - conditions of wet surfaces		No IEC 60068-2 test	Severity	Test normally not required - see note 18)		18)

Click to view the full PDF of IEC TR 60721-4-5:2001/AMD1:2003

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

- 9) This condition cannot be practically tested due to constraints of physics. However, it may be approximated by conducting a composite test with the steady-state humidity test followed immediately by the rapid change in temperature test, with the pre- and post-conditioning periods omitted between the two tests. By conducting a composite test in this way, the effects of the condition are considered to be adequately demonstrated. If this composite test is performed, the user may decide that the individual tests (table line 'e' and 'k/l') may be omitted. This would be particularly recommended if the equipment is monitored throughout the test.
- 10) This is the maximum preferred damp heat cyclic test severity and is considered to be adequate to demonstrate the effects of this condition, (the test severity's absolute humidity being higher and the temperature lower). The duration of two cycles (48 h) is considered adequate for most equipment. Variant 2 of test Db is chosen since it adequately tests the condition and is simpler to perform than variant 1.
- 11) No suitable IEC test available in the IEC 60068-2 series. The main effect of low relative humidity are embrittlement, shrinking, impairment of mechanical strength, increase in wearing of contact surfaces and development of electrostatic charge. Typical faults caused by drying are mechanical faults of non-metallic parts, cracking and electrical faults. Low relative humidity may attract dust particles, which cause, for example, wearing of contact surfaces. This effect has to be considered when selecting materials and components for equipment for this class.
- 12) For sealed equipment or for equipment containing or processing liquids, test M of IEC 60068-2-13 is recommended. For normal applications where the effect of air pressure is evaluated at the component level, no test is recommended.
- 13) No suitable test exists in IEC 60068-2, however special precautions should be taken, especially for large equipment and the user may have to develop his own methodology if the condition is to be evaluated.
- 14) IEC 60068-2-18 recommends test Ra 1 for equipment exposed to rain. However this does not correspond to the rain intensity of this IEC 60721 class and is not practicable for large items. Test Rb 2.2 is therefore recommended since it is a simple, repeatable test, which can be performed on equipment of all sizes.
- 15) The IEC 60068-2-5 procedure C test for simulating the effects of solar radiation at ground level is chosen since it produces continuous irradiation thus allowing assessment of photodegradation effects. The severity of this class is 1 120 W/m² which corresponds to the test condition contained in IEC 60068-2-5:Sa.
- Solar tests are not considered satisfactory, since it is difficult to replicate the actual radiation experienced in practice. It is recommended that this condition should be evaluated by increasing the temperature of the dry heat
- test by 15 °C and evaluating materials and components for photochemical reactions. For more information see IEC 60721-4-0.
- Equipment may be protected against the effect of solar radiation, for example, by the fitting of efficient heat shields, in which case the elevated temperature for the dry heat test can be omitted or reduced in severity depending on the effectiveness of the precautions. It should be normal practice to model such precautions in order to give confidence in the ability of the equipment to resist the effect of solar radiation.
- With this level of solar radiation, surface temperatures may be as high as 25 °C above ambient. Surface temperature can also fall at night due to heat irradiation (see IEC 60721-2-4). These effects should be taken into account when selecting materials and a reduced temperature test should be considered for the low temperature test (test Ab/Ad).
- 16) No test is recommended. There is no IEC 60068-2 test method for this condition. The effect of this condition is considered to be included in the dry heat test (see table line 'c' or 'd'). For equipment mounted near sources of high heat radiation, special precautions may be necessary or an additional elevated temperature test may be required.
- 17) The source of water is not given in IEC 60721-3-5. The user will have to select the appropriate test together with the duration and test severity from IEC 60068-2-18. As a guide the following may assist the user in the selection of a suitable test:
- a) **Dripping water:** If the equipment is normally protected from rain, but likely to be exposed to falling drops from condensation or leakage from upper surfaces, IEC 60068-2-18: Ra 2 - drip box with a 2 m drop height, a tilt angle of 0°, and a 1 h duration - is the preferred method.
 - b) **Spraying water:** If the equipment is likely to be exposed to water spray from wheels, IEC 60068-2-18 tests Rb 2.1 - oscillating tube - or Rb 2.2 hand-held shower, 1 min/m², 30 min maximum - are the preferred methods.
 - c) **Splashing water:** If the equipment is likely to be exposed to flushing or sluicing water, IEC 60068-2-18: Rb 3 - hosing - is the preferred method.
 - d) **Water jets:** If jets of water are likely to strike the equipment, choose from either IEC 60068-2-18: Ra or Rb test to demonstrate that the equipment is designed to function under these conditions.
- 18) No test is recommended as no value is available in IEC 60721-3-5 for wet surfaces. The effect of wet surfaces is partially produced by several other tests in this class (see for example table line 's' rain test) and should be taken into account when selecting materials. It is not possible to give any values to wet surfaces. The effect can be more severe than the effect of rain because it may be continuous and the oxygen concentration difference increases the corrosion in a surface that is in contact with another surface. This can accelerate electrochemical corrosion reactions, especially if the two surfaces are of different metals.

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

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

CEI 60721-3-5 – Conditions climatiques		CEI 60068-2 – Essais climatiques				Notes n°
Agent d'environnement	Catégorie 5K4L	Essai de la CEI 60068-2 le plus approchant		Essai recommandé		
		Méthode d'essai	Sévérité	Méthode d'essai	Sévérité	
a) Basse température de l'air	-65 °C	Selon l'essai recommandé	Essai recommandé	60068-2-1: Ab	-65 °C, 16 h	1)
b) Haute température de l'air dans des compartiments ventilés (sauf les compartiments moteur) ou air extérieur	+40 °C	Selon l'essai recommandé	Essai recommandé	60068-2-2: Bb	+40 °C, 16 h	2)
c) Haute température de l'air dans des compartiments non ventilés, sauf les compartiments moteur	+70 °C	Selon l'essai recommandé	Essai recommandé	60068-2-2: Bb	+70 °C, 16 h	2)
d) Température élevée, air dans les compartiments moteur	+70 °C	Selon l'essai recommandé	Essai recommandé	60068-2-2: Bb	+70 °C, 16 h	2)
e) Variation de température: air/air	-65 °C/ +30 °C	Selon l'essai recommandé	Essai recommandé	60068-2-14: Na	-65 °C jusqu'à la température ambiante, 5 cycles, t ₁ = 3 h, t ₂ < 3 min	3)
f) Variation progressive de la température, air/air, sauf dans les compartiments moteur	-65 °C/ +30 °C 5 °C/min	60068-2-14: Nb	-65 °C à +30 °C, 5 °C/min 2 cycles t ₁ = 3 h	Essai normalement non requis	Essai normalement non requis – voir note 4)	4)
g) Variation progressive de la température air/air, dans les compartiments moteur	-65 °C/ +70 °C 10 °C/min	60068-2-14: Nb	-65 °C à +70 °C, 5 °C/min 2 cycles t ₁ = 3 h	60068-2-14: Nb	-65 °C à +70 °C, 10 °C/min 2 cycles t ₁ = 3 h	5)
h) Variation de la température, air/eau, sauf dans les compartiments moteur	+40 °C/ +5 °C	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis – voir note 6)		6)
i) Variation de la température, air/eau, dans les compartiments moteur	+70 °C/ +5 °C	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis – voir note 6)		6)
j) Variation de la température, air/neige, dans les compartiments moteur	+70 °C/ -5 °C	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis – voir note 6)		6)
k) Humidité relative, non associée avec des variations rapides de température, sauf dans les compartiments moteur des véhicules alimentés par des moteurs à combustion interne	95 %, +45 °C	Selon l'essai recommandé	Essai recommandé	60068-2-56: Cb	+40 °C, 93 % HR, 96 h	7)
l) Humidité relative, non associée avec des variations rapides de température, dans les compartiments moteur des véhicules alimentés par des moteurs à combustion interne	95 %, +70 °C	Selon l'essai recommandé	Essai recommandé	60068-2-56: Cb	+55 °C, 93% HR, 21 jours	8)

suite

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

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

EXCERPT FROM FULL PDF of IEC TR 60721-4-5:2001/AMD1:2003

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

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

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

continued

Explanatory notes for Table A.4 – Class 5K4L

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

Full PDF of IEC TR 60721-4-5:2001/AMD1:2003

Tableau A.4 – Catégorie 5K4L (suite)

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

Notes explicatives pour le Tableau A.4 – Catégorie 5K4K (suite)

- 9) Cette condition ne peut pas être vérifiée dans la pratique en raison de contraintes physiques. Cependant, elle peut être approchée en effectuant un essai d'humidité composite avec l'essai d'humidité continu, immédiatement suivi de l'essai de variation rapide de température avec omission des périodes de pré et post conditionnement existant entre les deux essais. En réalisant l'essai composite de cette manière, les effets de la condition sont considérés comme correctement démontrés. Si cet essai composite est réalisé, l'utilisateur peut décider que les essais individuels (voir les lignes 'e' et 'k/l' du tableau) peuvent être omis. Ceci serait particulièrement recommandé si le matériel était contrôlé tout au long de l'essai.
- 10) Ceci est la condition maximale préférentielle d'essai cyclique de chaleur humide et elle est considérée comme satisfaisante pour démontrer les effets de cette condition, (la condition d'essai d'humidité absolue étant plus importante et la température étant inférieure). La durée des deux cycles (48 h) est considérée comme satisfaisante pour la plupart des matériaux. La variante 2 de l'essai Db est choisie car elle vérifie correctement la condition et elle est plus simple à réaliser que la variante 1.
- 11) Il n'existe pas d'essai adapté dans la série CEI 60068-2. Les effets principaux de la faible humidité relative sont la fragilité, le retrait, la diminution de la résistance mécanique, l'augmentation de l'usure des surfaces de contact et le développement de charges électrostatiques. Les défauts typiques provoqués par le séchage sont les défauts mécaniques des parties non métalliques, les craquelures et les défauts électriques. Une faible humidité relative peut attirer des particules de poussière provoquant, par exemple, l'usure des surfaces de contact. Cet effet est à considérer lors du choix des matériaux et des composants destinés aux matériels de cette catégorie.
- 12) Pour les matériels hermétiquement fermés ou pour les matériels contenant ou traitant des liquides, l'essai M de la CEI 60068-2-13 est recommandé. Pour des applications normales dans lesquelles l'effet de la pression atmosphérique est évalué au niveau du composant, il n'est pas recommandé d'essai.
- 13) Il n'existe pas d'essai adapté dans la CEI 60068-2, cependant il convient de prendre des précautions particulières, notamment pour les matériels de grandes dimensions, et l'utilisateur peut être amené à développer sa propre méthodologie si la condition est à évaluer.
- 14) La CEI 60268-2-18 recommande l'essai Ra 1 pour les matériels exposés à la pluie. Cependant cet essai ne correspond pas à l'intensité de la pluie de cette catégorie de la CEI 60721 et cet essai n'est pas faisable pour les articles de grandes dimensions. L'essai Rb 2.2 est par conséquent recommandé car c'est un essai simple, reproductible et qui peut être réalisé sur des matériels de toutes les tailles.
- 15) La procédure d'essai C de la CEI 60068-2-5 destinée à simuler les effets du rayonnement solaire au niveau du sol est choisie car elle produit un rayonnement continu permettant l'évaluation des effets de la photodégradation. La sévérité de cette catégorie est de 1 120 W/m², ce qui correspond à la condition d'essai contenue dans l'essai Sa de la CEI 60068-2-5.
- Les essais d'exposition solaire ne sont pas considérés comme satisfaisants, car il est difficile de reproduire le rayonnement réel constaté dans la pratique. Il est recommandé que cette condition soit évaluée en augmentant la température de
- l'essai de chaleur sèche de 15 °C et en évaluant les matériaux et les composants par rapport aux réactions photochimiques. Pour plus d'informations, voir la CEI 60721-4-0.
- Les matériels peuvent être protégés contre les effets du rayonnement solaire, par exemple en adaptant des écrans thermiques efficaces, auquel cas l'essai à température élevée de chaleur sèche peut être omis ou réduit en sévérité selon l'efficacité des précautions prises. Il serait de bonne pratique de modéliser de telles précautions pour donner confiance en l'aptitude du matériel à résister aux effets du rayonnement solaire.
- Avec ce niveau de rayonnement solaire, les températures de surface peuvent être supérieures de 25 °C par rapport à la température ambiante. La température de surface peut également chuter pendant la nuit en raison du rayonnement calorifique (CEI 60721-2-4). Il convient de prendre ces effets en compte quand on choisit les matériaux et il convient de tenir compte d'un essai réduit de température pour l'essai à basse température (essai Ab/Ad).
- 16) Il n'est pas recommandé d'essai. Il n'existe pas de méthode d'essai dans la CEI 60068-2 pour cette condition. L'effet de cette condition est considéré comme inclus dans l'essai de chaleur sèche (voir les lignes 'c' ou 'd' du tableau). Pour les matériels installés à proximité de sources de forts rayonnements thermiques, des précautions particulières peuvent être nécessaires, ou un essai supplémentaire à température élevée peut être requis.
- 17) La source d'eau n'est pas donnée dans la CEI 60721-3-5. L'utilisateur aura à choisir dans la CEI 60068-2-18 l'essai approprié en même temps que la durée et la sévérité d'essai. A titre de guide, ce qui suit peut aider l'utilisateur dans le choix d'un essai adapté :
- Chute de gouttes d'eau** : Si le matériel est normalement protégé contre la pluie, mais qu'il peut être exposé aux gouttes d'eau issues de la condensation ou de fuites en provenance des surfaces supérieures, la CEI 60068-2-18: Ra 2 est la méthode préférentielle (Dispositif générateur de gouttes d'eau, avec une hauteur de chute des gouttes de 2 m, un angle d'oscillation de 0°, et une durée de 1 h).
 - Projections d'eau** : Si le matériel peut être exposé à des projections provenant des roues, les méthodes préférentielles sont les méthodes Rb 2.1 et Rb 2.2 de la CEI 60068-2-18 (Essais Rb 2.1 - Tube oscillant ou Rb - 2.2 - Appareil d'arrosage portatif - 1 min/m², 30 min maximum)
 - Ruissellement** : Si le matériel peut être exposé à des chasses d'eau ou des évacuations d'eau, la CEI 60068-2-18: Rb 3 est la méthode préférentielle (arrosage à la lance).
 - Jets d'eau** : Si des jets d'eau peuvent se produire sur le matériel, choisir la CEI 60068-2-18: Essais Ra ou Rb pour démontrer que le matériel est conçu pour fonctionner dans ces conditions.
- 18) On ne recommande pas d'essai. Il n'existe pas de valeur dans la CEI 60721-3-5 pour les surfaces humides. L'effet de surfaces humides est partiellement produit par plusieurs autres essais faisant partie de cette catégorie (voir par exemple l'essai de pluie à la ligne 's' du tableau), et il convient d'en tenir compte lors du choix des matériaux. Il n'est pas possible de donner une valeur pour les surfaces humides. L'effet peut être plus sévère que l'effet de pluie car il peut être continu et la différence de concentration en oxygène augmente la corrosion sur une surface qui se trouve au contact d'une autre surface. Ceci peut accélérer les réactions de corrosion électrochimique, en particulier si les deux surfaces sont faites de métaux différents.

Table A.4 – Class 5K4L (continued)

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

Click to view the PDF of IEC TR 60721-4-5:2001/AMD1:2003

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

- 9) This condition cannot be practically tested due to constraints of physics. However, it may be approximated by conducting a composite test with the steady-state humidity test followed immediately by the rapid change in temperature test, with the pre- and post-conditioning periods omitted between the two tests. By conducting a composite test in this way, the effects of the condition are considered to be adequately demonstrated. If this composite test is performed, the user may decide that the individual tests (table line 'e' and 'k/l') may be omitted. This would be particularly recommended if the equipment is monitored throughout the test.
- 10) This is the maximum preferred damp heat cyclic test severity and is considered to be adequate to demonstrate the effects of this condition (the test severity's absolute humidity being higher and the temperature lower). The duration of two cycles (48 h) is considered adequate for most equipment. Variant 2 of test Db is chosen since it adequately tests the condition and is simpler to perform than variant 1.
- 11) No suitable IEC test available in the IEC 60068-2 series. The main effects of low relative humidity are embrittlement, shrinking and impairment of mechanical strength, increase in wearing of contact surfaces and development of electrostatic charge. Typical faults caused by drying are mechanical faults of non-metallic parts, cracking and electrical faults. Low relative humidity may attract dust particles which cause, for example, wearing of contact surfaces. This effect has to be considered when selecting materials and components for equipment for this class.
- 12) For sealed equipment or for equipment containing or processing liquids, test M of IEC 60068-2-13 is recommended. For normal applications where the effect of air pressure is evaluated at the component level, no test is recommended.
- 13) No suitable test exists in IEC 60068-2, however special precautions should be taken, especially for large equipment, and the user may have to develop his own methodology if the condition is to be evaluated.
- 14) IEC 60068-2-18 recommends test Ra 1 for equipment exposed to rain. However, this does not correspond to the rain intensity of this IEC 60721 class and is not practicable for large items. Test Rb 2.2 is therefore recommended since it is a simple, repeatable test, which can be performed on equipment of all sizes.
- 15) The IEC 60068-2-5 procedure C test for simulating the effects of solar radiation at ground level is chosen since it produces continuous irradiation thus allowing assessment of photodegradation effects. The severity of this class is 1 120 W/m² which corresponds to the test condition contained in IEC 60068-2-5: Sa. Solar tests are not considered satisfactory, since it is difficult to replicate the actual radiation experienced in practice. It is recommended that this condition should be evaluated by increasing the temperature of the dry heat test by 15 C and evaluating materials and components for photochemical reactions. For more information see IEC 60721-4-0.
- Equipment may be protected against the effect of solar radiation, for example, by the fitting of efficient heat shields, in which case the elevated temperature for the dry heat test can be omitted or reduced in severity, depending on the effectiveness of the precautions. It should be normal practice to model such precautions in order to give confidence in the ability of the equipment to resist the effect of solar radiation.
- With this level of solar radiation, surface temperatures may be as high as 25 °C above ambient. Surface temperature can also fall at night due to heat irradiation (see IEC 60721-2-4). These effects should be taken into account when selecting materials and a reduced temperature test should be considered for the low temperature test (test Ab/Ad).
- 16) No test is recommended. There is no IEC 60068-2 test method for this condition. The effect of this condition is considered to be included in the dry heat test (see table line 'c' or 'd'). For equipment mounted near sources of high heat radiation, special precautions may be necessary or an additional elevated temperature test may be required.
- 17) The source of water is not given in IEC 60721-3-5. The user will have to select the appropriate test together with the duration and test severity from IEC 60068-2-18. As a guide, the following may assist the user in the selection of a suitable test:
- Dripping water:** If the equipment is normally protected from rain, but likely to be exposed to falling drops from condensation or leakage from upper surfaces, IEC 60068-2-18: Ra 2 - drip box with a 2 m drop height, a tilt angle of 0°, and a 1 h duration is the preferred method.
 - Spraying water:** If the equipment is likely to be exposed to water spray from wheels, IEC 60068-2-18 tests Rb 2.1 - oscillating tube - or Rb 2.2 hand-held shower, 1 min/m², 30 min maximum, are the preferred methods.
 - Splashing water:** If the equipment is likely to be exposed to flushing or sluicing water, IEC 60068-2-18: Rb 3 - hosing - is the preferred method.
 - Water jets:** If jets of water are likely to strike the equipment, choose from either IEC 60068-2-18: Ra or Rb test to demonstrate that the equipment is designed to function under these conditions.
- 18) No test is recommended as no value is available in IEC 60721-3-5 for wet surfaces. The effect of wet surfaces is partially produced by several other tests in this class (see for example table line 's': rain test) and should be taken into account when selecting materials. It is not possible to give any values to wet surfaces. The effect can be more severe than the effect of rain because it may be continuous and the oxygen concentration difference increases the corrosion in a surface that is in contact with another surface. This can accelerate electrochemical corrosion reactions, especially if the two surfaces are of different metals.

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

(compartiments fermés ou partiellement ouverts – climats tropicaux humides)

CEI 60721-3-5 – Conditions climatiques		CEI 6068-2 – Essais climatiques				Notes n°
Agent d'environnement	Catégorie 5K5	Essai de la CEI 6068-2 le plus approchant		Essai recommandé		
		Méthode d'essai	Sévérité	Méthode d'essai	Sévérité	
a) Basse température de l'air	+5 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-1: Ab	+5 °C, 16 h	1)
b) Haute température de l'air dans des compartiments ventilés (sauf les compartiments moteur) ou air extérieur	+40 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-2: Bb	+40 °C, 16 h	2)
c) Haute température de l'air dans des compartiments non ventilés, sauf les compartiments moteur	+70 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-2: Bb	+70 °C, 16 h	2)
d) Température élevée, air dans les compartiments moteur	+70 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-2: Bb	+70 °C, 16 h	2)
e) Variation de température: air/air	+5 °C/ +30 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-14: Na	+5 °C jusqu'à la température ambiante, 2 cycles $t_1 = 3 \text{ h}, t_2 < 3 \text{ min}$	3)
f) Variation progressive de la température, air/air, sauf dans les compartiments moteur	+5 °C/ +30 °C 5 °C/min	60068-2-14: Nb	+5 °C à +30 °C, 5 °C/min 2 cycles $t_1 = 3 \text{ h}$	Essai normalement non requis - voir note 4)		4)
g) Variation progressive de la température air/air, dans les compartiments moteur	+5 °C/ +70 °C 10 °C/min	60068-2-14: Nb	+5 °C à +70 °C, 5 °C/min 2 cycles $t_1 = 3 \text{ h}$	60068-2-14: Nb	+5 °C à +70 °C, 10 °C/min 2 cycles $t_1 = 3 \text{ h}$	5)
h) Variation de la température, air/eau, sauf dans les compartiments moteur	+40 °C/ +5 °C	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 6)		6)
i) Variation de la température, air/eau, dans les compartiments moteur	+70 °C/ +5 °C	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 6)		6)
j) Variation de la température, air/neige, dans les compartiments moteur	+70 °C/ -5 °C	Pas d'essai de la CEI 60068-2		Essai normalement non requis - voir note 6)		6)
k) Humidité relative, non associée avec des variations rapides de température, sauf dans les compartiments moteur des véhicules alimentés par des moteurs à combustion interne	95 %, +45 °C	Pas d'essai de la CEI 60068-2		60068-2-56: Cb	+40 °C, 93 % HR, 96 h	7)
l) Humidité relative, non associée avec des variations rapides de température, dans les compartiments moteur des véhicules alimentés par des moteurs à combustion interne	95 %, +85 °C	Selon l'essai recommandé		60068-2-56: Cb	+55 °C, 93 % HR, 21 jours	8)

suite

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

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

Full PDF of IEC TR 60721-4-5:2001/AMD1:2003

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

(enclosed or partly open compartments – tropical damp climates)

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

continued

Explanatory notes for Table A.5 – Class 5K5

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

IEC No. 60721-4-5:2001/AMD1:2003

Tableau A.5 – Catégorie 5K5 (suite)

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