

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Environmental testing –
Part 3-1: Supporting documentation and guidance – Cold and dry heat tests**

**Essais d'environnement –
Partie 3-1: Documentation d'accompagnement et recommandations – Essais de
froid et de chaleur sèche**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-3-1:2023



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2023 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Secretariat
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 300 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 19 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études, ...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 300 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 19 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Environmental testing –

Part 3-1: Supporting documentation and guidance – Cold and dry heat tests

Essais d'environnement –

Partie 3-1: Documentation d'accompagnement et recommandations – Essais de froid et de chaleur sèche

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 19.040

ISBN 978-2-8322-7134-6

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

CONTENTS

FOREWORD	3
1 Scope	5
2 Normative references	5
3 Terms and definitions	5
4 Selection of test procedures	6
4.1 General background	6
4.1.1 General	6
4.1.2 Ambient temperature	6
4.1.3 Specimen temperatures	6
4.1.4 Non heat-dissipating specimens	6
4.1.5 Heat-dissipating specimens	6
4.2 Mechanisms of heat transfer	7
4.2.1 Convection	7
4.2.2 Radiation	10
4.2.3 Thermal conduction	11
4.2.4 Forced air circulation	11
4.3 Test chambers	11
4.3.1 General	11
4.3.2 Methods of achieving the required conditions in the test chamber	12
4.4 Measurements	12
4.4.1 Temperature	12
4.4.2 Air velocity	12
Annex A (informative) Effect of airflow on chamber conditions and on surface temperatures of test specimens	13
A.1 Calculation	13
A.2 Specimen temperature	13
A.3 Gradient between incoming and outgoing air	13
Bibliography	15
Figure 1 – Experimental data on the effect of airflow on the surface temperature of a wire-wound resistor – Radial airflow	8
Figure 2 – Experimental data on the effect of airflow on the surface temperature of a wire-wound resistor – Axial airflow	9
Figure 3 – Temperature distribution on a cylinder with homogeneous heat generation in airflow of velocities (0,5, 1 and 2) m · s ⁻¹	10
Table 1 – Influence parameters when testing heat-dissipating specimens	12

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ENVIRONMENTAL TESTING –

**Part 3-1: Supporting documentation and guidance –
Cold and dry heat tests**

FOREWORD

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

IEC 60068-3-1 has been prepared by IEC technical committee 104: Environmental conditions, classification and methods of test. It is an International Standard.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2011. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) information relating to specimen temperatures has been revised;
- b) information relating to tests of multiple specimens has been revised;
- c) the effect of air density has been added;
- d) a recommendation for corrective actions regarding IR radiation has been added;
- e) the requirements for the mounting and supports of the specimen have been revised.

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
104/986/FDIS	104/1002/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

A list of all parts in the IEC 60068 series, published under the general title *Environmental testing*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-3-1:2023

ENVIRONMENTAL TESTING –

Part 3-1: Supporting documentation and guidance – Cold and dry heat tests

1 Scope

This part of IEC 60068 provides guidance regarding the performance of cold and dry heat tests.

2 Normative references

There are no normative references in this document.

3 Terms and definitions

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

ISO and IEC maintain terminology databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <https://www.iso.org/obp>

3.1

heat-dissipating specimen

specimen on which the hottest point on its surface, measured in free-air conditions and under the air pressure as specified in IEC 60068-1, is more than 5 K above the ambient temperature of the surrounding atmosphere after thermal stability has been reached

[SOURCE: IEC 60068-1:2013, 3.6, modified – The definition has been slightly adapted and Note 1 to entry has been deleted.]

3.2

non heat-dissipating specimen

specimen on which the hottest point on its surface, measured in free-air conditions and under the air pressure as specified in IEC 60068-1, is equal or less than 5 K above the ambient temperature of the surrounding atmosphere after thermal stability has been reached

3.3

free-air conditions

conditions within an infinite space where the movement of the air is affected only by the heat-dissipating specimen

Note 1 to entry: Free-air conditions can apply to the laboratory environment. The conditions during the measurement should be stated in the test report (if not specified otherwise).

[SOURCE: IEC 60068-1:2013, 3.7, modified – In the preferred term "free" has been added, in the definition "itself" has been deleted and the Note 1 to entry has been added.]

4 Selection of test procedures

4.1 General background

4.1.1 General

Specimen performance can be influenced or limited by the temperatures in which the specimen is operated. The level of influence can be affected by test gradients that exist within the test system (climatic or environmental chamber) and internal temperatures within the specimen itself. In order to determine the level of influence that exists and to ensure that the specimen is designed appropriately, cold or dry heat tests or both are performed.

4.1.2 Ambient temperature

The maximum and minimum ambient temperature values, in which the specimen is intended to operate, should be known. Preferred values for testing purposes are provided in IEC 60068-2-1 or IEC 60068-2-2 or both.

Difficulties can arise due to the fact that heat transfer causes temperature variations in the area surrounding the specimen. Consequently, the effect from the transfer of heat to the ambient temperature of the surrounding atmosphere should be considered. Airflow related to spacing between specimens should also be considered when performing a test.

4.1.3 Specimen temperatures

The performance of the specimen can be affected by its own temperature in the case of heat-dissipating specimens. Because of this, when controlling the test environment, it can be necessary to measure the temperature of the specimen under test at different locations, both internally and externally.

The change of temperature at a point on the surface of a specimen follows approximately an exponential law. Inside large specimens, temperature equalization can be reached with significant delay.

In case of doubt, how the temperature change is reflected by the specimen, the monitoring of the temperature of the specimens at a representative point (or points) is recommended.

NOTE For further information on the influence of test temperatures on specimens, IEC 60068-2-14 or IEC 60068-3-11 can be helpful.

4.1.4 Non heat-dissipating specimens

If the ambient temperature is uniform and constant and there is no generation of heat within the specimen, heat will flow from the ambient atmosphere into the specimen if the ambient atmosphere is at a higher temperature. Conversely, heat will flow from the specimen into the ambient atmosphere if the specimen is at a higher temperature. This heat transfer will continue until the specimen has completely reached thermal equilibrium with the surrounding atmosphere. From that moment on, the heat transfer ceases and will not start again unless the ambient temperature changes.

4.1.5 Heat-dissipating specimens

If heat is generated within the specimen, the temperature of the specimen will rise to a stabilization point above the ambient temperature. It follows that if a steady temperature is reached, heat will flow continuously from the specimen by convection, radiation, and conduction into the atmosphere whereby the specimen is cooled.

If more than one specimen is subjected to a dry heat test in the same chamber, it is necessary to ensure that all specimens are in the same ambient temperature and have identical mounting conditions. It can become necessary to differentiate between testing of single specimens and multiple specimens when the cold test is being performed.

NOTE If more than one specimen is tested in the same test chamber, a uniform incoming airflow can be disturbed.

4.2 Mechanisms of heat transfer

4.2.1 Convection

Heat transfer through convection is an important factor when testing heat-dissipating specimens. The coefficient of heat transfer from the surface of the test specimen to the ambient air is affected by the velocity and density of the surrounding air. The greater the air velocity, the more efficient the heat transfer is. Therefore, the higher the air velocity, the lower the surface temperature of the test specimen will be with the same temperature of the ambient air. This effect is illustrated in Figure 1 and Figure 2.

Air density also has a significant influence on heat transfer. Cold air is denser than warm air. Therefore, hot air causes a lower heat transfer than cold air.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-3-1:2023

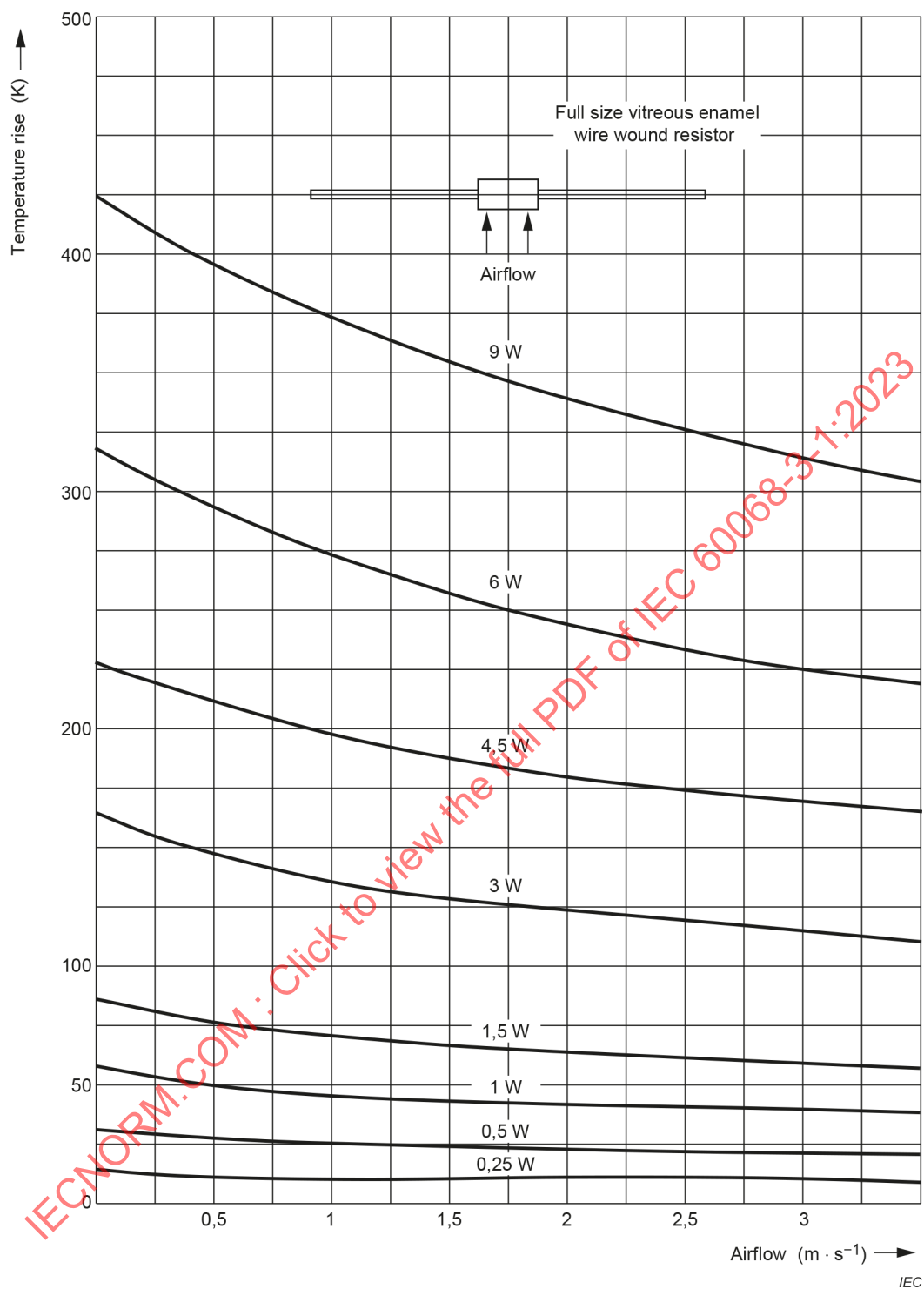


Figure 1 – Experimental data on the effect of airflow on the surface temperature of a wire-wound resistor – Radial airflow

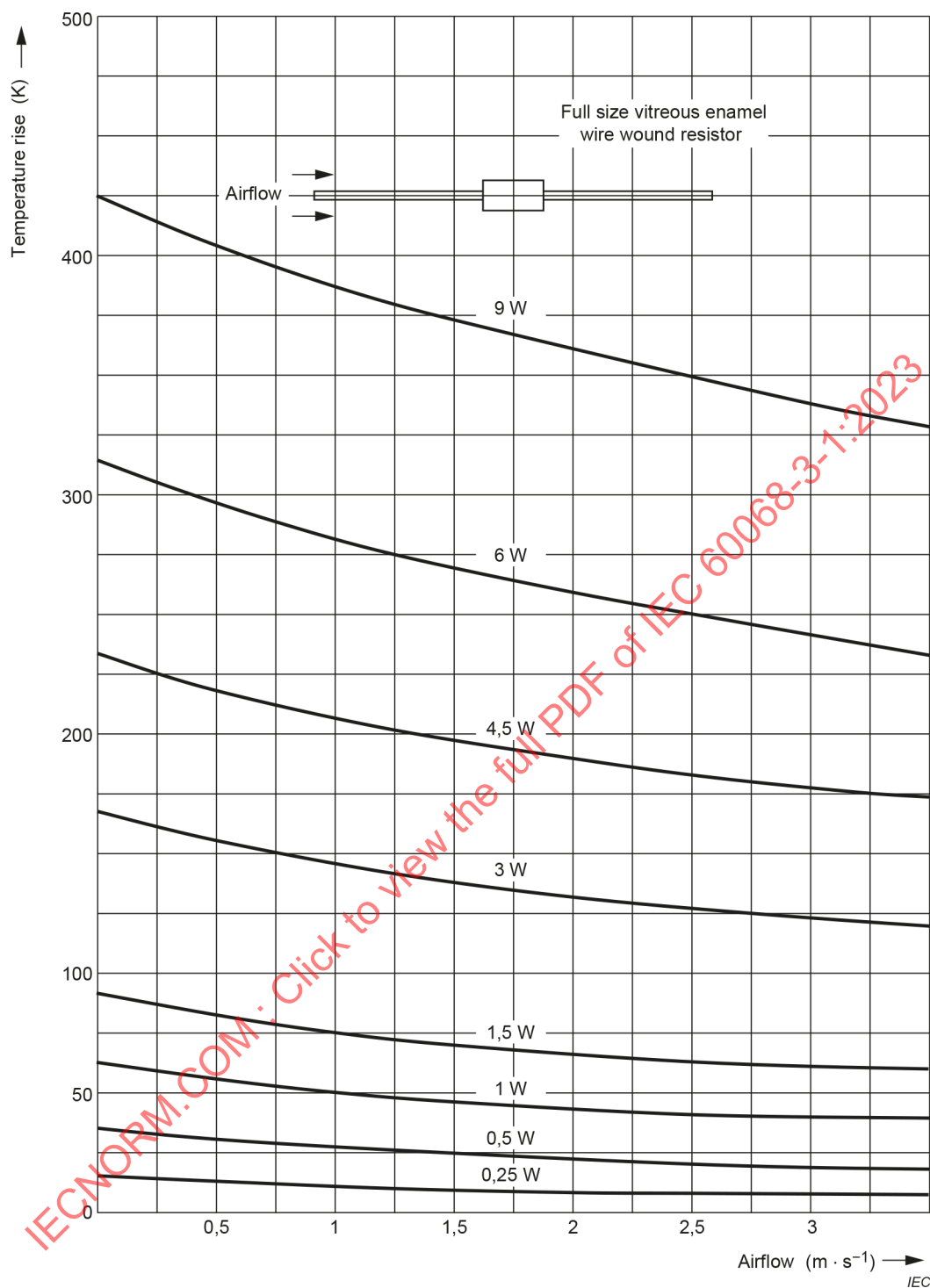
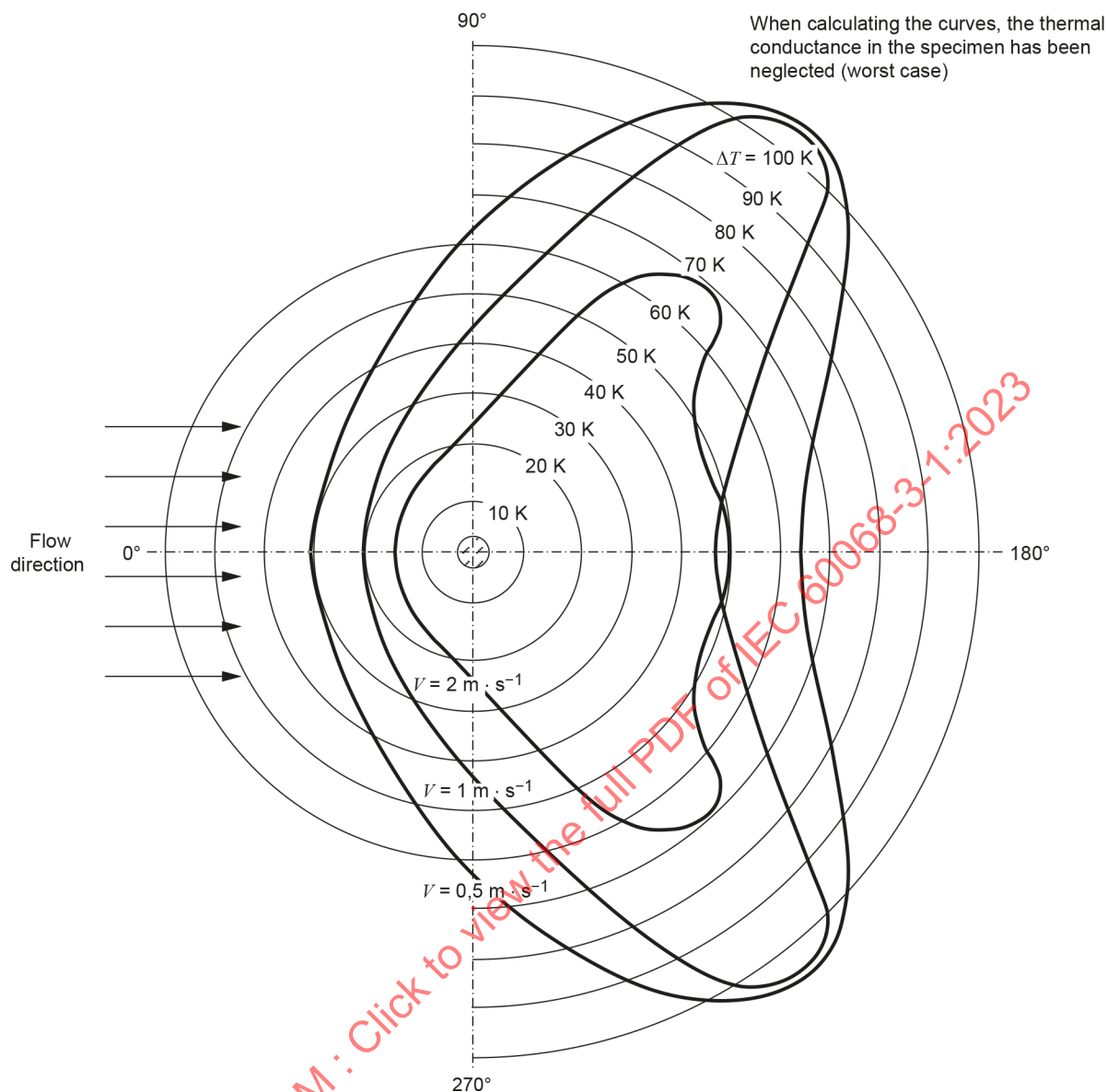


Figure 2 – Experimental data on the effect of airflow on the surface temperature of a wire-wound resistor – Axial airflow

In addition to the influence on the surface temperature of the test specimen, the airflow within the chamber will also affect the temperature distribution over the surface of the specimen under test. This effect is illustrated in Figure 3.

Therefore, when testing heat-dissipating specimens, the effects of airflow around or over the specimen should be known to ensure that the conditions approximate as close as possible typical free-air conditions or those conditions expected when the specimen is in use.



ΔT is the rise in surface temperature of the specimen above ambient

V air velocity $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

Air temperature 70 °C

Cylinder diameter 6 mm

Heat-dissipation per unit of surface area $1,5 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$

IEC

Figure 3 – Temperature distribution on a cylinder with homogeneous heat generation in airflow of velocities (0,5, 1 and 2) $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

4.2.2 Radiation

Heat transfer by thermal radiation cannot be neglected when test chamber conditions for testing of heat-dissipating specimens are considered. In a "free air" condition, the heat transferred from the test specimen is absorbed by its surroundings.

Corrective actions should be considered to minimize the effect of IR radiation.

NOTE IR radiation through the chamber window (observing window) can impact the specimen's temperature. This effect can be increased by radiation heating systems in the laboratory or windows in the laboratory allowing IR radiation of the sun to enter the test space.

4.2.3 Thermal conduction

Heat transfer by thermal conduction depends on the thermal characteristics of mounting and other connections. These should be known in advance of the test.

Many heat-dissipating specimens are intended to be mounted on heat sinks or other well-conducting elements, with the result that a certain amount of heat is effectively transferred through thermal conduction.

The relevant specification should define the thermal characteristics of the mounting and these characteristics should be reproduced when the test is made.

The thermal conduction of the mounting or supports should be low, such that for practical purposes the specimen is thermally isolated, if not specified otherwise. When testing several specimens simultaneously they should be so placed that free circulation is provided between specimens, and between specimens and chamber surfaces.

4.2.4 Forced air circulation

To verify that the temperature at representative points on the surface of the test specimen is not unduly influenced by the air velocity used in the chamber, measurements should be made with the specimen inside the chamber, with the chamber operating at standard atmospheric conditions for measurement and tests (see IEC 60068-1). If the surface temperature at any point of the test specimen is not reduced by more than 5 K by the influence of the air circulation used in the chamber, the cooling effect of the forced air circulation can be ignored.

Where the reduction of surface temperature exceeds 5 K, the temperatures from a representative number of points on the surface of the test specimen should be measured in order to give a basis for calculation of the surface temperatures at the specified test conditions. These measurements should be carried out under those load conditions which are specified for the test temperature by the relevant specification.

For small temperature differences below 5 K between the ambient temperature and surface temperature of the specimen, the surface temperature can be assumed to be the same when tested at different ambient temperatures.

The choice of representative points to be checked should be based on a detailed knowledge of the test specimen (thermal distribution, thermally critical points, etc.). A single chamber characterization can cover the chamber performance for a long series of the same type of tests with similar specimens, whereas in other cases it can be necessary for a characterization to be made prior to each test for different types of specimens.

4.3 Test chambers

4.3.1 General

Even in very large chambers, the air circulation and temperature distribution around the test specimen will not be identical with actual free-air conditions. It is not practical for testing purposes to try to reproduce free-air conditions, but it is possible to simulate the effects of these conditions. Nevertheless, it is established by experimental results and test experience that a reasonably large chamber with low air flow through the workspace will affect the temperature of the test specimen in approximately the same way as would free-air conditions.

Table 1 lists the parameters of a test chamber that should be considered when testing heat-dissipating specimens.

Table 1 – Influence parameters when testing heat-dissipating specimens

Transfer mechanism	Convection		Radiation	Conduction
	Free air	Forced air circulation		
Chamber parameter	Chamber dimensions	Chamber dimensions, air velocity	Emissivity of the chamber walls	Thermal characteristic of mounting

4.3.2 Methods of achieving the required conditions in the test chamber

4.3.2.1 Design of chambers for simulating the effect of free-air conditions

Heating and cooling components used to control the temperature of the working space should not be placed in the working space.

4.3.2.2 Design of chambers with forced air circulation

The airflow should be as uniform as possible and should be directed in such a way to minimize the variation that would occur due to convection. The effects of airflow are given in more detail in Annex A.

4.4 Measurements

4.4.1 Temperature

Measurement of the temperature at various points on or in a specimen are recommended for tests involving heat-dissipating specimens in conditions other than "free air". The choice of representative points should be based on a detailed knowledge of the test specimen (thermal distribution, thermally critical points, etc.).

4.4.2 Air velocity

The velocity of the air in the test chamber should be known to ensure uniformity of conditions within the chamber in the case of testing multiple specimens in the same chamber. Measurements should be made based on the working space within the chamber and the size and shape of the test specimen.

If more than one specimen is tested in the same test chamber, a uniform incoming airflow can be disturbed. It should be taken into consideration that one specimen can shield the other.

Annex A (informative)

Effect of airflow on chamber conditions and on surface temperatures of test specimens

A.1 Calculation

For the calculation of the effect of airflow on a specimen temperature and on the temperature gradient in the chamber the following symbols are used, where:

- V is the air velocity ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$);
- $\lambda(V)$ is the heat transfer coefficient ($\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$);
- P is the quantity of heat transferred in unit time (W);
- F is the effective area of the heat-dissipating surface (m^2);
- t is the time (s);
- G is the mass of incoming or outgoing air per unit time ($\text{kg} \cdot \text{s}^{-1}$);
- C_p is the specific heat of air at constant pressure ($1\,000 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$);
- γ is the density of air ($1,29 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$);
- S is the cross-sectional area of the chamber (m^2);
- T is the temperature (K).

A.2 Specimen temperature

The following equation expresses a specimen temperature:

$$T = \frac{1}{\lambda(V)} \times \frac{P}{F}$$

where

$$\lambda(V) = a + bV$$

$$a \cong 10$$

$$V < \frac{a}{b} < 3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

Experimental results indicate that, at the low air velocities relevant to the tests, $b \cong 3$; b increases with increasing air velocity until at $3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $b \cong 8$.

If $V = 0,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, the error in $T \leq 10 \%$.

A.3 Gradient between incoming and outgoing air

The gradient between incoming and outgoing air is expressed as:

$$\Delta T_{\text{air}} = \frac{P}{C_p G}$$

Substituting numerical values for a cubic chamber of 0,5 m side length with an airflow of $0,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ and a power dissipation within the chamber of 100 W gives:

$$S = 0,25 \text{ m}^2$$

$$\Delta T_{\text{air}} = \frac{100 \text{ W}}{1000 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \times 0,25 \text{ m}^2 \times 0,3 \frac{\text{m}}{\text{s}} \times 1,29 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} \cong 1 \text{ K}$$

Up to 100 W dissipation, there is little concern. At 1 kW, a chamber with a larger volume or higher air exchange should be considered.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-3-1:2023

Bibliography

IEC 60068-1:2013, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

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

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

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

IEC 60068-3-11, *Environmental testing – Part 3-11: Supporting documentation and guidance – Calculation of uncertainty of conditions in climatic test chambers*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-3-1:2023

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	17
1 Domaine d'application	19
2 Références normatives	19
3 Termes et définitions	19
4 Choix des procédures d'essai	20
4.1 Contexte général	20
4.1.1 Généralités	20
4.1.2 Température ambiante	20
4.1.3 Températures du spécimen	20
4.1.4 Spécimens ne dissipant pas de chaleur	20
4.1.5 Spécimens dissipant de la chaleur	20
4.2 Mécanismes de transmission thermique	21
4.2.1 Convection	21
4.2.2 Rayonnements	24
4.2.3 Conduction thermique	25
4.2.4 Circulation forcée de l'air	25
4.3 Chambres d'essai	25
4.3.1 Généralités	25
4.3.2 Méthodes permettant d'atteindre les conditions exigées à l'intérieur de la chambre d'essai	26
4.4 Mesurages	26
4.4.1 Température	26
4.4.2 Vitesse de l'air	26
Annexe A (informative) Effet de la circulation de l'air sur les conditions à l'intérieur de la chambre et sur les températures de surface des spécimens d'essai	27
A.1 Calcul	27
A.2 Température du spécimen	27
A.3 Gradient entre l'air pénétrant et l'air sortant	27
Bibliographie	29
Figure 1 – Données expérimentales concernant l'effet de la circulation d'air sur la température de surface d'une résistance bobinée – Circulation d'air selon une direction radiale	22
Figure 2 – Données expérimentales concernant l'effet de la circulation d'air sur la température de surface d'une résistance bobinée – Circulation d'air selon une direction axiale	23
Figure 3 – Distribution de la température sur un cylindre avec une production de chaleur homogène pour des vitesses de circulation d'air de (0,5, 1 et 2) m · s ⁻¹	24
Tableau 1 – Paramètres d'influence lors des essais de spécimens dissipant de la chaleur	26

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

**Partie 3-1: Documentation d'accompagnement et recommandations –
Essais de froid et de chaleur sèche**

AVANT-PROPOS

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

L'IEC 60068-3-1 a été établie par le comité d'études 104 de l'IEC: Conditions, classification et essais d'environnement. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2011. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) les informations relatives à la température des spécimens ont été révisées;
- b) les informations relatives aux essais sur plusieurs spécimens ont été révisées;
- c) l'effet de la masse volumique de l'air a été ajouté;

- d) une recommandation concernant les actions correctives relatives aux rayonnements IR a été ajoutée;
- e) les exigences relatives au montage et aux supports des spécimens ont été révisées.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
104/986/FDIS	104/1002/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Le présent document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60068, publiées sous le titre général *Essais d'environnement*, se trouve sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

Partie 3-1: Documentation d'accompagnement et recommandations – Essais de froid et de chaleur sèche

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60068 fournit des recommandations concernant l'exécution des essais de froid et de chaleur sèche.

2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative.

3 Termes et définitions

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

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

3.1

spécimen dissipant de la chaleur

spécimen pour lequel la température au point le plus chaud de sa surface, mesurée dans des conditions d'air libre et sous la pression atmosphérique spécifiée dans l'IEC 60068-1, dépasse la température ambiante de l'atmosphère environnante de plus de 5 K lorsque la stabilité thermique a été atteinte

[SOURCE: IEC 60068-1:2013, 3.6, modifié – La définition a été légèrement adaptée et la Note 1 à l'article a été supprimée.]

3.2

spécimen ne dissipant pas de chaleur

spécimen pour lequel la température au point le plus chaud de sa surface, mesurée dans des conditions d'air libre et sous la pression atmosphérique spécifiée dans l'IEC 60068-1, ne dépasse pas la température ambiante de l'atmosphère environnante de plus de 5 K lorsque la stabilité thermique a été atteinte

3.3

conditions d'air libre

conditions existant dans un espace infini où le mouvement de l'air n'est affecté que par le spécimen dissipant de la chaleur

Note 1 à l'article: Les conditions d'air libre peuvent s'appliquer à l'environnement de laboratoire. Il convient d'indiquer les conditions de mesurage dans le rapport d'essai (sauf spécification contraire).

[SOURCE: IEC 60068-1:2013, 3.7, modifié – Dans le terme, "calme" a été remplacé par "libre"; dans la définition, "lui-même" a été supprimé et la Note 1 à l'article a été ajoutée.]

4 Choix des procédures d'essai

4.1 Contexte général

4.1.1 Généralités

Les performances du spécimen peuvent être influencées ou limitées par les températures de fonctionnement du spécimen. Le niveau d'influence peut être affecté par les gradients d'essai présents dans le système d'essai (chambre climatique ou environnementale) et par les températures internes du spécimen lui-même. Pour déterminer le niveau d'influence qui existe et s'assurer que le spécimen est conçu de façon appropriée, des essais de froid et/ou de chaleur sèche sont réalisés.

4.1.2 Température ambiante

Il convient de connaître les valeurs de température ambiante maximale et minimale auxquelles le spécimen est destiné à fonctionner. Les valeurs préférentielles pour les essais sont fournies dans l'IEC 60068-2-1 et/ou l'IEC 60068-2-2.

Des difficultés peuvent apparaître sous l'effet de la transmission thermique qui provoque des variations de température dans la zone entourant le spécimen. Par conséquent, il convient de prendre en compte l'effet de la transmission thermique à la température ambiante de l'atmosphère environnante. Il convient de prendre également en compte la circulation d'air liée à l'espacement entre les spécimens pendant la réalisation d'un essai.

4.1.3 Températures du spécimen

Les performances du spécimen peuvent être altérées par sa propre température dans le cas de spécimens dissipant de la chaleur. C'est pourquoi, lors du contrôle de l'environnement d'essai, il peut être nécessaire de mesurer la température en différents points à l'intérieur et à l'extérieur du spécimen d'essai.

La variation de la température en un point sur la surface d'un spécimen suit approximativement une loi exponentielle. À l'intérieur des grands spécimens, l'égalesation de la température peut être atteinte avec un délai significatif.

En cas de doute concernant la manière dont la variation de température est reflétée par le spécimen, il est recommandé de surveiller la température des spécimens en un ou plusieurs points représentatifs.

NOTE Pour plus d'informations concernant l'influence des températures d'essai sur les spécimens, l'IEC 60068-2-14 ou l'IEC 60068-3-11 peut être pertinente.

4.1.4 Spécimens ne dissipant pas de chaleur

Si la température ambiante est uniforme et constante, et qu'il n'y a aucune production de chaleur à l'intérieur du spécimen, la chaleur circule depuis l'atmosphère ambiante dans le spécimen si la température de l'atmosphère ambiante est plus élevée. Inversement, la chaleur circule du spécimen dans l'atmosphère ambiante si la température du spécimen est plus élevée. Cette transmission thermique se poursuit tant que le spécimen n'a pas complètement atteint l'équilibre thermique avec l'atmosphère environnante. La transmission thermique cesse alors à partir de cet instant et ne se reproduit que si la température ambiante varie.

4.1.5 Spécimens dissipant de la chaleur

S'il y a production de chaleur à l'intérieur du spécimen, la température du spécimen s'élève jusqu'à un point de stabilisation supérieur à la température ambiante. Si une température stable est atteinte, la chaleur se dégage alors en continu du spécimen par convection, rayonnement et conduction vers l'atmosphère, ce qui refroidit le spécimen.

Si plusieurs spécimens sont soumis à un essai de chaleur sèche dans la même chambre, il est nécessaire de s'assurer que tous les spécimens sont placés à la même température ambiante et dans des conditions de montage identiques. Il peut être nécessaire de distinguer les essais effectués sur un seul spécimen et sur plusieurs spécimens lorsque l'essai de froid est effectué.

NOTE Si plusieurs spécimens sont soumis à l'essai dans la même chambre d'essai, la circulation uniforme de l'air pénétrant peut être perturbée.

4.2 Mécanismes de transmission thermique

4.2.1 Convection

La transmission thermique par convection est un facteur important lors des essais des spécimens dissipant de la chaleur. Le coefficient de transmission thermique de la surface du spécimen d'essai à l'air ambiant dépend de la vitesse et la masse volumique de l'air environnant. Plus la vitesse de l'air est grande, plus la transmission thermique est efficace. Ainsi, pour une température de l'air ambiant donnée, la température de la surface du spécimen d'essai est d'autant plus faible que la vitesse de l'air est plus élevée. Cet effet est mis en évidence par la Figure 1 et la Figure 2.

La masse volumique de l'air a également une influence significative sur la transmission thermique. L'air froid est plus dense que l'air chaud. Par conséquent, l'air chaud provoque une transmission thermique plus faible que l'air froid.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60068-3-1:2023

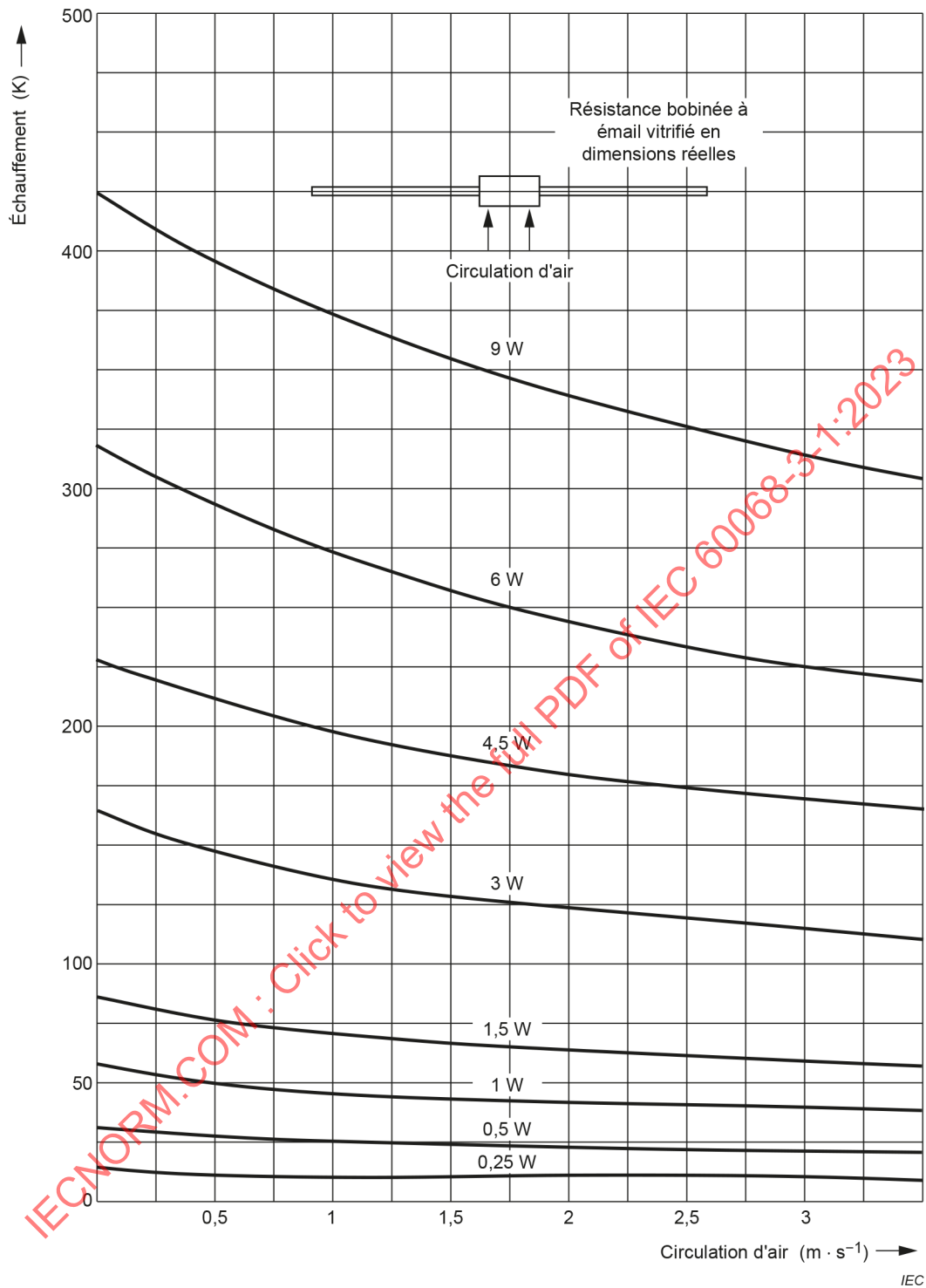


Figure 1 – Données expérimentales concernant l'effet de la circulation d'air sur la température de surface d'une résistance bobinée – Circulation d'air selon une direction radiale

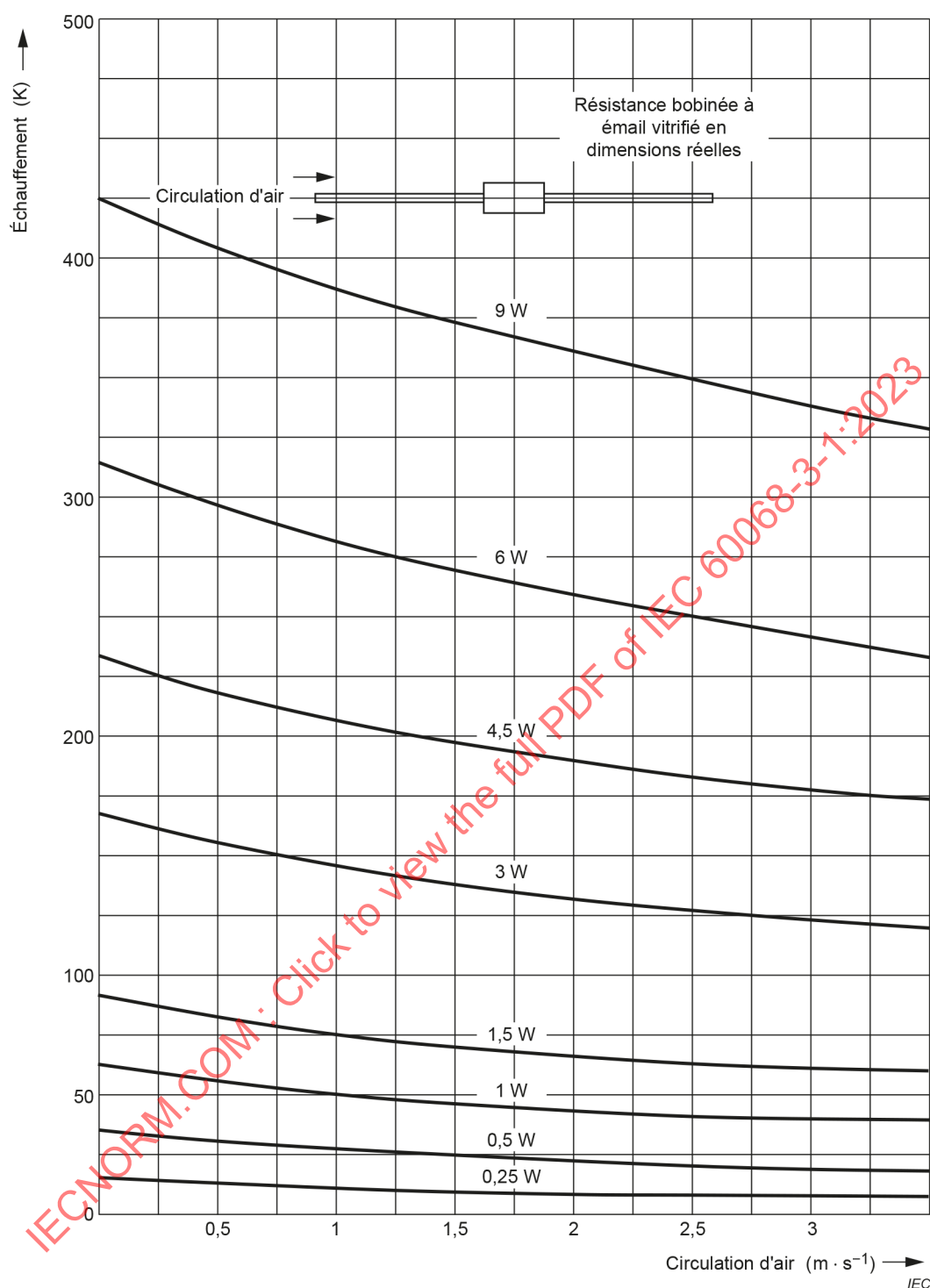
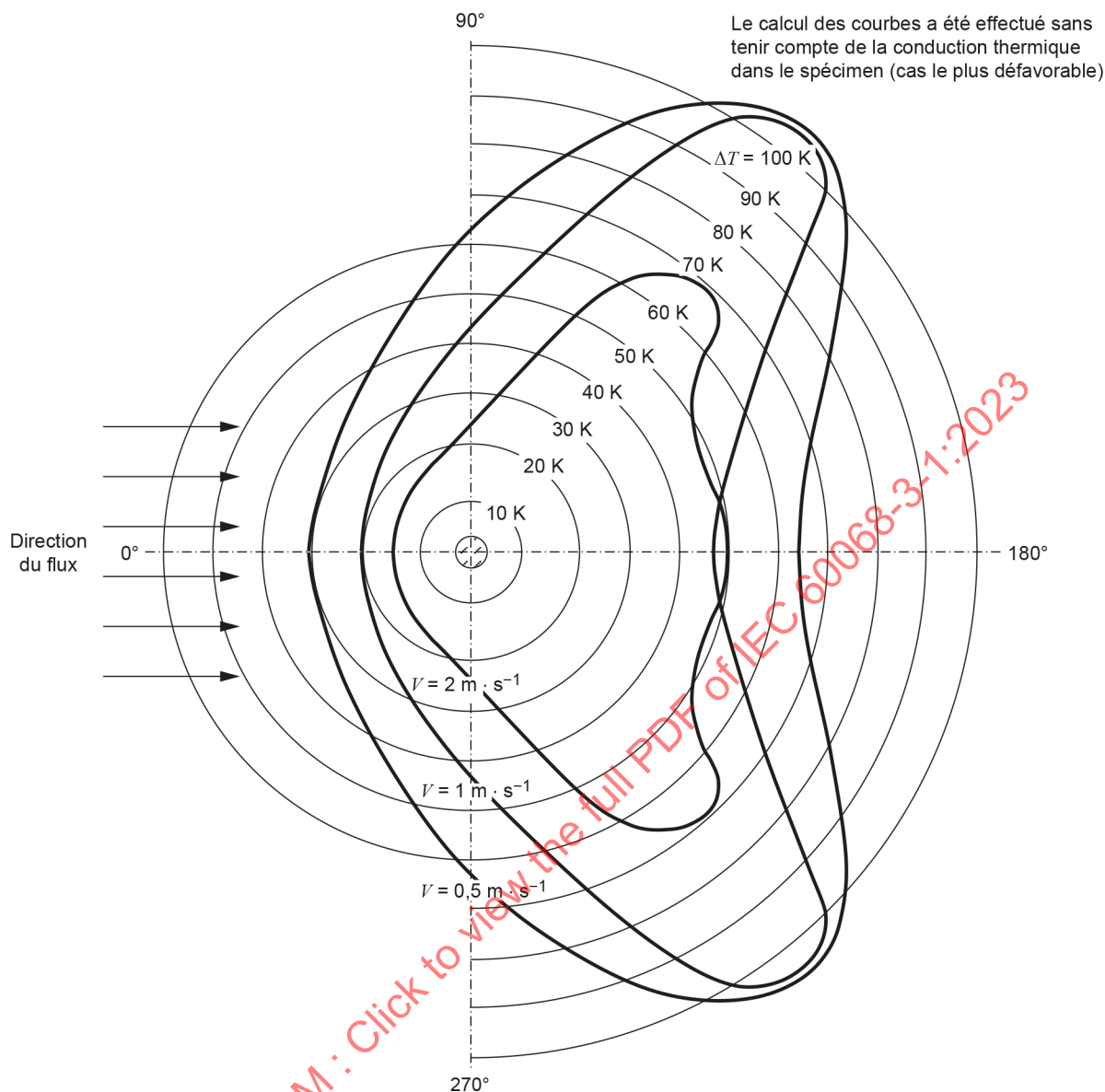


Figure 2 – Données expérimentales concernant l'effet de la circulation d'air sur la température de surface d'une résistance bobinée – Circulation d'air selon une direction axiale

En plus de son influence sur la température de surface du spécimen d'essai, la circulation d'air à l'intérieur de la chambre a également une incidence sur la distribution de la température sur la surface du spécimen d'essai. Cet effet est représenté à la Figure 3.

C'est pourquoi, lors des essais de spécimens dissipant de la chaleur, il convient de connaître les effets de la circulation d'air autour du spécimen ou sur le spécimen, afin de s'assurer que les conditions se rapprochent le plus possible des conditions d'air libre types ou des conditions attendues lorsque le spécimen est en fonctionnement.



ΔT augmentation de la température de la surface du spécimen au-dessus de la température ambiante

V vitesse de l'air en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

Température de l'air 70°C

Diamètre du cylindre 6 mm

Dissipation thermique par unité de surface $1,5 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$

IEC

Figure 3 – Distribution de la température sur un cylindre avec une production de chaleur homogène pour des vitesses de circulation d'air de (0,5, 1 et 2) $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$

4.2.2 Rayonnements

La transmission thermique par rayonnement thermique ne peut pas être négligée lorsque les conditions de la chambre d'essai pour les essais des spécimens dissipant de la chaleur sont prises en compte. À "l'air libre", la chaleur transférée par le spécimen d'essai est absorbée par son environnement.

Il convient d'envisager des actions correctives afin de réduire le plus possible les effets des rayonnements IR.

NOTE Les rayonnements IR qui traversent la fenêtre de la chambre (fenêtre d'observation) peuvent avoir une incidence sur la température du spécimen. Cet effet peut être augmenté par les systèmes de chauffage par rayonnement du laboratoire ou par les fenêtres du laboratoire qui laissent pénétrer les rayonnements IR émis par le soleil dans la zone d'essai.

4.2.3 Conduction thermique

La transmission thermique par conduction thermique dépend des caractéristiques thermiques de montage et autres connexions. Il convient de les connaître avant d'engager l'essai.

De nombreux spécimens dissipant de la chaleur sont destinés à être montés sur des dissipateurs thermiques ou sur d'autres éléments bons conducteurs, afin de transférer efficacement une partie de la chaleur par conduction thermique.

Il convient que la spécification pertinente définisse les caractéristiques thermiques du montage, et il convient de reproduire ces caractéristiques lors de la réalisation de l'essai.

Il convient que la conduction thermique du montage ou des supports soit faible, afin d'isoler thermiquement le spécimen à des fins pratiques, sauf spécification contraire. Lorsque plusieurs spécimens sont soumis à l'essai simultanément, il convient de les placer de telle sorte que l'air circule librement entre les spécimens, d'une part, et entre les spécimens et les surfaces de la chambre, d'autre part.

4.2.4 Circulation forcée de l'air

Pour vérifier que la température des points représentatifs de la surface du spécimen d'essai n'est pas perturbée par la vitesse de l'air à l'intérieur de la chambre, il convient de procéder au mesurage alors que le spécimen est placé dans la chambre, celle-ci étant en fonctionnement dans les conditions atmosphériques normales pour le mesurage et les essais (voir l'IEC 60068-1). Si la température de surface en un point quelconque du spécimen d'essai ne diminue pas de plus de 5 K en raison de l'influence de la circulation de l'air à l'intérieur de la chambre, le refroidissement dû à la circulation forcée de l'air peut être ignoré.

Lorsque la diminution de la température de surface est supérieure à 5 K, il convient de mesurer les températures d'un certain nombre de points représentatifs sur la surface du spécimen d'essai afin d'établir une base pour le calcul des températures de surface aux conditions d'essai spécifiées. Il convient de procéder à ces mesurages dans les conditions de charge indiquées dans la spécification pertinente pour la température d'essai.

Pour les petites différences de température inférieures à 5 K entre la température ambiante et la température de surface du spécimen, il peut être admis par hypothèse que la température de surface est identique lors des essais à différentes températures ambiantes.

Il convient de choisir les points représentatifs à contrôler en s'appuyant sur une connaissance détaillée du spécimen d'essai (distribution thermique, points thermiquement critiques, etc.). La caractérisation d'une chambre peut couvrir les performances de la chambre pour une longue série du même type d'essai avec des spécimens analogues, alors que dans d'autres cas, il peut être nécessaire de réaliser une caractérisation avant chaque essai pour différents types de spécimens.

4.3 Chambres d'essai

4.3.1 Généralités

Même dans les très grandes chambres, la circulation d'air et la distribution de la température autour du spécimen d'essai ne sont pas identiques à celles obtenues dans des conditions d'air libre réelles. Il n'est pas techniquement possible de tenter de reproduire des conditions d'air libre pour les besoins de l'essai, mais les effets de ces conditions peuvent être simulés. Néanmoins, les résultats déjà obtenus et l'expérience montrent que les conditions dans une chambre de dimensions suffisantes avec une faible circulation d'air dans l'espace de travail influencent la température du spécimen d'essai approximativement comme les conditions d'air libre.