

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60068-2-51

Première édition
First edition
1983

PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ
BASIC SAFETY PUBLICATION

Essais d'environnement –

Partie 2-51:

Essais – Essai Z/BFc: Essais combinés chaleur sèche/vibrations (sinusoïdales) pour spécimens dissipant et ne dissipant pas d'énergie

Environmental testing –

Part 2-51:

Tests – Test Z/BFc: Combined dry heat/vibration (sinusoidal) tests for both heat-dissipating and non-heat-dissipating specimens



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60068-2-51:1983



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 1993 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: 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 corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

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

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

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

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

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

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60068-2-51

Première édition
First edition
1983

BASIC SAFETY PUBLICATION
PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ

Essais d'environnement –

Partie 2-51:

Essais – Essai Z/BFc: Essais combinés chaleur sèche/vibrations (sinusoïdales) pour spécimens dissipant et ne dissipant pas d'énergie

Environmental testing –

Part 2-51:

Tests – Test Z/BFc: Combined dry heat/vibration (sinusoidal) tests for both heat-dissipating and non-heat-dissipating specimens



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

L

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1. Objet	8
2. Description générale	8
3. Description de l'appareillage d'essai	8
4. Sévérités	10
5. Choix du point de contrôle de la température et détermination de la température de contrôle (uniquement pour les spécimens dissipant de l'énergie)	10
6. Préconditionnement	12
7. Mesures initiales	14
8. Epreuve	14
9. Mesures intermédiaires	16
10. Reprise	16
11. Mesures finales	16
12. Critères de défaillance	18
13. Renseignements que doit fournir la spécification particulière	18
FIGURES	20

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1. Object	9
2. General description	9
3. Description of test apparatus	9
4. Severities	11
5. Selection of temperature monitoring point and determination of monitoring temperature (applies to heat-dissipating specimens only)	11
6. Pre-conditioning	13
7. Initial measurements	15
8. Conditioning	15
9. Intermediate measurements	17
10. Recovery	17
11. Final measurements	17
12. Criteria of failure	19
13. Information required in the relevant specification	19
FIGURES	20

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS FONDAMENTAUX CLIMATIQUES ET DE ROBUSTESSE MÉCANIQUE –

Deuxième partie: Essais – Essais Z/BFc: Essais combinés chaleur sèche/vibrations (sinusoïdales) pour spécimens dissipant et ne dissipant pas d'énergie

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 50 de la CEI: Essais climatiques et mécaniques.

Un projet fut discuté lors de la réunion tenue à La Haye en 1975. A la suite de cette réunion, un projet, document 50(Bureau Central)181, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en juillet 1977.

Des modifications, document 50(Bureau Central)192, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux selon la Procédure des Deux Mois en décembre 1981.

Elle a le statut d'une publication fondamentale de sécurité conformément aux Guide CEI 104.

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')
Allemagne
Australie
Autriche
Belgique
Brésil
Danemark
Egypte
Espagne
Etats-Unis d'Amérique
Finlande
France
Hongrie
Israël

Japon
Norvège
Pays-Bas
Pologne
République Démocratique Allemande
Roumanie
Royaume-Uni
Suède
Suisse
Tchécoslovaquie
Turquie
Union des Républiques
Socialistes Soviétiques

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

BASIC ENVIRONMENTAL TESTING PROCEDURES –**Part 2: Tests –****Test Z/BFc: Combined dry heat/vibration (sinusoidal) tests
for both heat-dissipating and non-heat-dissipating specimens**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC technical committee 50: Environmental testing.

A draft was discussed at the meeting held in The Hague in 1975. As a result of this meeting, a draft, Document 50(Central Office)181, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in July 1977.

Amendments, Document 50(Central Office) 192, were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in December 1981.

It has the status of a basic safety publication in accordance with IEC Guide 104.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Netherlands
Austria	Norway
Belgium	Poland
Brazil	Romania
Czechoslovakia	South Africa (Republic of)
Denmark	Spain
Egypt	Sweden
Finland	Switzerland
France	Turkey
German Democratic Republic	Union of Soviet
Germany	Socialist Republics
Hungary	United Kingdom
Israel	United States of America
Japan	

ESSAIS FONDAMENTAUX CLIMATIQUES ET DE ROBUSTESSE MÉCANIQUE

Deuxième partie: Essais — Essais Z/BFc: Essais combinés chaleur sèche/vibrations (sinusoïdales) pour spécimens dissipant et ne dissipant pas d'énergie

INTRODUCTION

i) Généralités

La présente norme décrit les essais combinés chaleur sèche/vibrations (sinusoïdales) applicables aux spécimens dissipant et ne dissipant pas d'énergie. Ces essais consistent en une combinaison de l'essai Fc: Vibrations (sinusoïdales) (Publication 68-2-6 de la CEI), et des essais B: Chaleur sèche (Publication 68-2-2 de la CEI).

Les méthodes sont destinées uniquement au cas des spécimens qui atteignent la stabilité thermique pendant l'exposition aux températures élevées.

ii) Vibrations

L'essai de vibrations utilisé est, dans son principe, équivalent à l'essai Fc. Une ou plusieurs des méthodes d'endurance de l'essai Fc peuvent être appliquées. Une étude des fréquences critiques après l'épreuve d'endurance n'est pas prévue dans cet essai combiné.

iii) Température

Les conditions de température pour l'essai de spécimens dissipatifs sont établies de façon que le spécimen subisse des contraintes thermiques analogues à celles qui se produiraient dans des conditions d'air calme.

Compte tenu des difficultés pour simuler l'effet des conditions d'air calme dans une chambre d'essai associée à un générateur de vibrations, une circulation forcée d'air est normalement utilisée pour cet essai. Le contrôle est fait au point du spécimen où la température de surface est la plus élevée. Le point de contrôle et la température de contrôle sont déterminés en plaçant le spécimen dans des conditions d'air calme, avec la température ambiante spécifiée, avant d'entreprendre l'essai.

iv) Documents de référence

- | | |
|----------------------|--|
| Publication 68: | Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique. |
| Publication 68-1: | Première partie: Généralités et guide. |
| Publication 68-2-2: | Deuxième partie: Essais B: Chaleur sèche. |
| Publication 68-2-6: | Deuxième partie: Essai Fc et guide: Vibrations (sinusoïdales). |
| Publication 68-2-14: | Deuxième partie: Essai N: Variations de température. |
| Publication 68-2-47: | Deuxième partie: Fixation de composants, matériels et autres articles pour essais dynamiques tels que chocs (Ea), secousses (Eb), vibrations (Fc et Fd) et accélération constante (Ga) et guide. |
| Publication 68-3-1: | Troisième partie: Informations de base, Section un — Essais de froid et de chaleur sèche. |

BASIC ENVIRONMENTAL TESTING PROCEDURES

Part 2: Tests — Tests Z/BFc: Combined dry heat/vibration (sinusoidal) tests for both heat-dissipating and non-heat-dissipating specimens

INTRODUCTION

i) General

This standard deals with combined dry heat/vibration (sinusoidal) tests applicable both to heat-dissipating and non-heat-dissipating specimens. It is basically a combination of Test Fc: Vibration (Sinusoidal) (IEC Publication 68-2-6) and Tests B: Dry Heat (IEC Publication 68-2-2).

The procedures are limited to the case of specimens which reach temperature stability during exposure to high temperature conditions.

ii) Vibration

The vibration test involved is basically equivalent to Test Fc. One or more of the endurance procedures of Test Fc may be applied. A vibration response investigation after endurance conditioning is not included in this combined test.

iii) Temperature

Temperature conditions for testing heat-dissipating specimens are intended to subject the specimen to thermal stresses in a manner equivalent to that in free air conditions.

Because of the difficulties in simulating the effect of free air conditions in a test chamber combined with a vibrator, forced air circulation is normally used for this test. Monitoring is made on the hottest surface point of the specimen. The monitoring point and the monitoring temperature are determined by subjecting the specimen to free air conditions with specified ambient temperature before conducting the test.

iv) Related documents

Publication 68:	Basic Environmental Testing Procedures.
Publication 68-1:	Part 1: General and Guidance.
Publication 68-2-2:	Part 2: Tests B: Dry Heat.
Publication 68-2-6:	Part 2: Test Fc and Guidance: Vibration (Sinusoidal)
Publication 68-2-14:	Part 2: Test N: Change of Temperature.
Publication 68-2-47:	Part 2: Mounting of Components, Equipment and Other Articles for Dynamic Tests including Shock (Ea), Bump (Eb), Vibration (Fc and Fd) and Steady-state Acceleration (Ga) and Guidance.
Publication 68-3-1:	Part 3: Background Information, Section One – Cold and Dry Heat Tests.

1. Objet

Décrire une méthode d'essai normalisée permettant de déterminer l'aptitude des composants, équipements ou autres articles, dissipant et ne dissipant pas d'énergie, à être utilisés, stockés et transportés dans des conditions de température élevée combinées avec des vibrations.

2. Description générale

Cet essai consiste en une combinaison des essais B: Chaleur sèche, et de l'essai Fc: Vibrations (sinusoïdales).

Note. — Les essais Bb et Bd prescrivent que, pendant les phases d'élévation et de diminution de la température prévues au cours de l'épreuve, la vitesse de variation de celle-ci ne soit pas supérieure à 1 K/min, la moyenne étant effectuée sur une durée de 5 min. La vitesse de variation maximale de 1 K/min n'est pas applicable aux spécimens qui peuvent subir un choc thermique, c'est-à-dire aux spécimens qui peuvent normalement subir l'essai Ba et sont susceptibles de subir l'essai de variations rapides de température Na ou Nc. Pour ces spécimens, les chambres permettant l'obtention des conditions spécifiées pour l'essai Ba ou Bc (variations brusques de température) peuvent être utilisées.

Sauf dans le cas où les essais B et Fc ont déjà été effectués (et les résultats enregistrés), un essai de vibrations dans les conditions de température du laboratoire est d'abord effectué. Le spécimen est ensuite soumis aux conditions de température élevée jusqu'à ce que sa stabilité thermique soit atteinte, puis soumis à la combinaison de conditions de température élevée et de vibrations. Les diagrammes d'essai font l'objet des figures 1 et 2, pages 20 et 21.

Les contraintes vibratoires peuvent être appliquées selon une ou plusieurs des modalités indiquées ci-après:

- a) endurance par balayage;
- b) étude des fréquences critiques, puis endurance aux fréquences découlant de l'étude des fréquences critiques;
- c) endurance aux fréquences prédéterminées.

3. Description de l'appareillage d'essai

3.1 Conditions dans la chambre d'essai

3.1.1 Essai de spécimens ne dissipant pas d'énergie

La chambre utilisée pour l'essai doit être conforme aux conditions indiquées dans l'essai Ba ou Bb selon le cas (voir note de l'article 2).

3.1.2 Essai de spécimens dissipant de l'énergie

Le choix du point de contrôle de la température et la détermination de la température de contrôle peuvent être effectués:

- a) soit dans une chambre, normalement prévue avec circulation forcée de l'air, mais susceptible de simuler les effets de condition «d'air calme» à haute température et répondant aux prescriptions données dans l'article 36 de la Publication 68-2-2 de la CEI, relatif à l'essai Bd,
- b) soit dans une chambre ou un local tel que le spécimen soit protégé des perturbations telles que l'exposition au soleil et aux courants d'air (voir paragraphe 5.1.2).

1. Object

To provide a standard test procedure to determine the suitability of heat-dissipating and non-heat-dissipating components, equipment or other articles for use, storage and transportation under conditions of high temperature combined with vibration.

2. General description

This test is a combination of Tests B: Dry heat, and Test Fc: Vibration (Sinusoidal).

Note. — Tests Bb and Bd require that during the heating and cooling phases of temperature conditioning the rate of change of temperature does not exceed 1 K/min averaged over a period of 5 min. The maximum rate of change of temperature of 1 K/min does not apply to specimens which are capable of withstanding thermal shock, that is specimens which are normally subjected to Test Ba and are capable of withstanding rapid change of temperature Test Na or Nc. For these specimens, chambers capable of maintaining the conditions specified for Test Ba or Bc (sudden change of temperature) may be used.

Unless the Tests B and Fc have been performed (and the results recorded) a vibration test under laboratory temperature conditions is first performed and the specimen is then subjected to the high temperature until temperature stability has been reached, after which it is subjected to the combination of vibration and high temperature. Test profiles are shown in Figures 1 and 2, pages 20 and 21.

The vibration environment could be one or more of the following:

- a) endurance by sweeping;
- b) vibration response investigation plus endurance at those frequencies derived from the vibration response investigation;
- c) endurance at pre-determined frequencies.

3. Description of test apparatus

3.1 Test chamber conditions

3.1.1 Testing of non-heat-dissipating specimens

The test chamber shall comply with the requirements given in Test Ba or Bb as appropriate (see note to Clause 2).

3.1.2 Testing of heat-dissipating specimens

The selection of the temperature monitoring point and the determination of the monitoring temperature can be made either in:

- a) a chamber, normally provided with forced air circulation, capable of simulating the effects of "free air" conditions at high temperature and complying with the requirements given in Clause 36 of IEC Publication 68-2-2 concerning Test Bd, or
- b) a chamber or room such that the specimen is protected from disturbing influences, such as sunlight and draughts (see Sub-clause 5.1.2).

La chambre utilisée pour l'essai doit normalement comporter une circulation forcée de l'air et doit être conforme aux prescriptions données dans l'article 25 de la Publication 68-2-2 de la CEI, relatif à l'essai Bc, ou dans l'article 36, relatif à l'essai Bd, selon le cas (voir note de l'article 2).

3.2 Prescriptions relatives au générateur de vibrations

3.2.1 Montage

Les conditions relatives au montage figurant dans l'essai Fc doivent être appliquées. Néanmoins, si la température de la face supérieure de la table d'essai est différente de celle de la température ambiante de la chambre parce que le spécimen en essai est dissipatif, le dispositif de montage, sur la table, de ce spécimen doit avoir une conductibilité thermique faible pour que, dans la pratique, l'isolement thermique soit respecté.

- Notes 1. — La cinquième édition de l'essai Fc se réfère à la Publication 68-2-47 de la CEI pour les conditions relatives au montage et elle donne également des indications pour le montage des spécimens normalement montés sur amortisseurs.
2. — Il convient de prendre des précautions lors de l'introduction d'un dispositif isolé thermiquement pour qu'aucune modification sensible ne se produise dans le comportement dynamique du spécimen et de son montage, dans la gamme des fréquences d'essai.

3.2.2 Générateur de vibrations

Le générateur de vibrations doit être conforme aux conditions spécifiées dans l'essai Fc.

4. Sévérités

Les sévérités pour les niveaux de vibrations, les gammes de fréquences et les durées doivent être choisies dans la liste figurant dans l'essai Fc. Les valeurs de température doivent être choisies dans chaque liste figurant dans les essais B.

L'épreuve d'endurance commence lorsque la stabilité thermique du spécimen est atteinte.

5. Choix du point de contrôle de la température et détermination de la température de contrôle (uniquement pour les spécimens dissipant de l'énergie)

5.1 Spécimens sans refroidissement artificiel

5.1.1 Utilisation d'une chambre permettant de simuler les effets des «conditions d'air calme» à des températures élevées

5.1.1.1 Le spécimen doit être placé dans une chambre dont les caractéristiques sont données au point a) du paragraphe 3.1.2 et mis sous tension.

5.1.1.2 La température ambiante dans la chambre doit ensuite être réglée à la valeur correspondant au degré de sévérité et il doit s'écouler une durée suffisante pour que le spécimen atteigne la stabilité thermique.

- Notes 1. — La température ambiante est définie au paragraphe 4.6 de la Publication 68-1 de la CEI.
2. — La stabilité thermique est définie au paragraphe 4.8 de la Publication 68-1 de la CEI.

The chamber used for the test shall normally include forced air circulation and shall comply with the requirements given in Clause 25 of IEC Publication 68-2-2 concerning Test Bc and Clause 36 concerning Test Bd (see note to Clause 2).

3.2 Requirements for the vibration system

3.2.1 Mounting

The requirements on mounting given in Test Fc shall be applied. However, should the temperature of the upper surface of the table differ from the ambient temperature of the chamber because the test specimen is heat-dissipating, the mounting of the specimen to the table shall have a low thermal conductivity such that, for all practical purposes, thermal isolation is achieved.

Notes 1. — Test Fc (fifth edition) refers to IEC Publication 68-2-47 for mounting requirements, and includes guidance on mounting for specimens normally mounted on isolators.

2. — Care should be taken in introducing a thermal isolating device that it makes no significant change in the dynamic behaviour of the specimen and of its mounting within the frequency range of the test.

3.2.2 Vibration system

The vibration system shall comply with the requirements given in Test Fc.

4. Severities

The severities of vibration levels, frequency ranges and durations shall be chosen from the list given in Test Fc. The temperature values shall be chosen from the lists given in Tests B.

The endurance conditioning starts from the point where temperature stability of the specimen has been reached.

5. Selection of temperature monitoring point and determination of monitoring temperature (applies to heat-dissipating specimens only)

5.1 Specimens without artificial cooling

5.1.1 Using a chamber capable of simulating the effects of "free air conditions" at high temperatures

5.1.1.1 The specimen shall be placed in a chamber with the characteristics given in Item a) of Sub-clause 3.1.2 and be switched on.

5.1.1.2 The ambient temperature of the chamber shall then be adjusted to the value appropriate to the degree of severity and time shall be allowed for the specimen to reach temperature stability.

Notes 1. — Ambient temperature is defined in Sub-clause 4.6 of IEC Publication 68-1.

2. — The temperature stability is defined in Sub-clause 4.8 of IEC Publication 68-1.

- 5.1.1.3 Le point du spécimen exposé à l'air ambiant et dont la température est la plus élevée doit être déterminé et choisi comme *point de contrôle de la température* et doit, chaque fois que possible, être précisé dans la spécification particulière. La température de ce point doit être notée et considérée comme étant la *température de contrôle*.

Notes 1. — Si le spécimen a plusieurs modes de fonctionnement donnant lieu à différentes valeurs de température de surface, la détermination du point de contrôle et de la température de contrôle est normalement effectuée avec le mode de fonctionnement qui entraîne la température la plus élevée.

2. — La détermination du point de contrôle de la température peut être très coûteuse, par exemple dans le cas de grands spécimens de structure complexe, et il est recommandé, en particulier en de telles occasions, d'indiquer le point de contrôle de la température dans la spécification particulière.

5.1.2 *Utilisation d'une chambre ou d'une salle permettant de simuler les effets des «conditions d'air calme» seulement à la température du laboratoire*

Si la chambre permettant de simuler les effets des conditions d'air calme à des températures élevées n'est pas disponible, le choix du point de contrôle et la détermination de la température de contrôle peuvent être effectués à la température du laboratoire en utilisant la méthode suivante:

- 5.1.2.1 Le spécimen doit être placé dans une chambre ou une salle dont les caractéristiques sont conformes au point b) du paragraphe 3.1.2 et mis sous tension.

- 5.1.2.2 Il doit s'écouler une durée suffisante pour que le spécimen atteigne la stabilité thermique. Le point du spécimen exposé à l'air ambiant et dont la température est la plus élevée doit être déterminé et choisi comme *point de contrôle de la température*.

La température de ce point et la température ambiante de la chambre ou de la salle doivent être mesurées.

- 5.1.2.3 La *température de contrôle* de l'essai est alors déterminée en utilisant l'abaque de l'annexe B de la Publication 68-2-2 de la CEI.

5.2 *Spécimen pourvu d'un refroidissement artificiel*

- 5.2.1 En ce qui concerne les précautions, la terminologie, etc., se reporter aux articles correspondants de l'essai Bd.

5.2.2 *Système de refroidissement «isolé» par rapport à la chambre*

Le point de contrôle de la température et la température de contrôle doivent être déterminés conformément au paragraphe 5.1.1. La seconde méthode indiquée au paragraphe 5.1.2 ne peut être utilisée dans ce cas.

5.2.3 *Système de refroidissement «non isolé» par rapport à la chambre*

La détermination du point de contrôle de la température et de la température de contrôle peut être effectuée selon le paragraphe 5.2.2, sauf qu'il convient de considérer le point où l'air de la chambre pénètre dans le spécimen comme étant le point de contrôle de la température et la température mesurée comme étant la température de contrôle.

6. Préconditionnement

La spécification particulière peut prescrire un preconditionnement.

- 5.1.1.3 The hottest point of the test specimen which is exposed to the surrounding air shall be determined and selected as the *temperature monitoring point* and shall, whenever possible, be identified in the relevant specification. The temperature of this point shall be noted and used as the *monitoring temperature*.

Notes 1. — If the specimen has more than one operational mode giving rise to different surface temperatures, the determination of the monitoring point and the monitoring temperature is normally made with the operational mode causing the highest temperature.

2. — The determination of the temperature monitoring point may be very expensive, for example in the case of large specimens with a complex structure, it is recommended, and particularly in such cases, that the temperature monitoring point be indicated in the relevant specification.

5.1.2 *Using a chamber or room capable of simulating the effects of "free air conditions" only at laboratory temperature*

If a chamber capable of simulating the effects of free air conditions at high temperatures is not available, the selection of the temperature monitoring point and the determination of the monitoring temperature may be made at laboratory temperature, using the following procedure.

- 5.1.2.1 The specimen shall be placed in a chamber or room with the characteristics given in Item b) of Sub-clause 3.1.2 and switched on.

- 5.1.2.2 Time shall then be allowed for the specimen to reach temperature stability. The hottest point of the test specimen which is exposed to the surrounding air shall be determined and selected as the *temperature monitoring point*.

The temperature of this point and the ambient temperature of the chamber or room shall be measured.

- 5.1.2.3 The *monitoring temperature* for the test is then determined by use of the nomogram in Appendix B of IEC Publication 68-2-2.

5.2 *Specimen with artificial cooling*

- 5.2.1 For general precautions, terminology etc., see the corresponding clauses in Test Bd.

5.2.2 *Cooling system "isolated" from the chamber*

The temperature monitoring point and monitoring temperature shall be determined in accordance with Sub-clause 5.1.1. The alternative method given in Sub-clause 5.1.2 cannot be used in this case.

5.2.3 *Cooling system "not isolated" from the chamber*

The determination of the temperature monitoring point and the monitoring temperature shall be made in accordance with Sub-clause 5.2.2 with the exception that the point where the air of the chamber enters into the specimen should be the temperature monitoring point and the temperature measured there should be the monitoring temperature.

6. **Pre-conditioning**

The relevant specifications may call for pre-conditioning.

7. Mesures initiales

Le spécimen est examiné visuellement et soumis aux vérifications électriques et mécaniques prescrites par la spécification particulière.

8. Epreuve

La spécification particulière doit indiquer l'axe (ou les axes) selon lesquels les vibrations doivent être appliquées au spécimen. Lorsque le nombre d'axes est supérieur à un, la totalité de l'épreuve doit être effectuée pour chacun des axes spécifiés.

Si le spécimen est pourvu d'un système de refroidissement, les conditions de refroidissement spécifiées doivent être appliquées pendant les périodes de l'épreuve au cours desquelles le spécimen est en fonctionnement.

Si les essais B et Fc n'ont pas été effectués et leurs résultats enregistrés, les modalités indiquées aux paragraphes 8.1 et 8.2 doivent être appliquées.

8.1 Application des vibrations à la température du laboratoire

Le spécimen est monté sur la table du générateur de vibrations. Si la spécification le prescrit, le spécimen est mis sous tension.

Quand la stabilité thermique est atteinte, les vibrations sont appliquées avec le niveau spécifié et, si la spécification particulière le prescrit, une vérification du fonctionnement est effectuée.

Lorsqu'une endurance par balayage est prescrite, un cycle de balayage de la gamme de fréquences spécifiée doit être effectué.

Dans le cas où une endurance aux fréquences découlant de l'étude des fréquences critiques est spécifiée, on doit effectuer un seul cycle de balayage pour déterminer les fréquences critiques. L'amplitude des vibrations doit être celle qui est prescrite pour l'essai aux fréquences découlant de l'étude des fréquences critiques.

Note. — Afin de simplifier l'étude des fréquences critiques aux températures élevées, il peut être utile d'étudier les fréquences critiques constatées au cours de l'essai par balayage à la température du laboratoire.

Lorsqu'une endurance sur des fréquences prédéterminées est spécifiée, elle doit être effectuée aux fréquences prescrites avec l'amplitude prescrite. La durée doit être courte par rapport à la durée spécifiée pour l'essai.

8.2 Application de la température élevée sans vibrations

8.2.1 Essai de spécimens ne dissipant pas d'énergie

La température de la chambre est élevée à la valeur spécifiée pour l'essai et il doit s'écouler une durée suffisante pour que le spécimen atteigne la stabilité thermique.

8.2.2 Essai de spécimens dissipant de l'énergie

La spécimen étant mis sous tension, la température de la chambre est élevée à une valeur telle que la température du point de contrôle ne présente pas un écart supérieur à 2 K par rapport à la température de contrôle déterminée dans l'article 5.

7. Initial measurements

The specimen shall be visually inspected and electrically and mechanically checked as required by the relevant specification.

8. Conditioning

The relevant specification shall state the axis (axes) in which the specimen shall be vibrated. When more than one axis is specified the whole conditioning process shall be repeated for each specified axis.

If the specimen is fitted with a cooling device, specified cooling conditions shall be applied during the parts of the conditioning periods when the specimen is functioning.

If Tests B and Fc have not been carried out and the results recorded, then the procedures given in Sub-clauses 8.1 and 8.2 shall be followed.

8.1 *Application of vibration at laboratory temperature*

The specimen is mounted on the vibration table. If required by the relevant specification, the specimen is switched on.

After temperature stability has been reached, vibration of specified level is applied and if required by the relevant specification a functional check is made.

In the event of endurance by sweeping being specified, one sweep cycle of the specified frequency range shall be performed.

In the event of endurance at frequencies derived from the vibration response investigation being specified, one sweep cycle of the specified frequency range shall be performed during the response investigation. The vibration amplitude shall be as prescribed for the testing at frequencies derived from the vibration response investigation.

Note. — In order to simplify the vibration response investigation at high temperature, it may be appropriate to study responses in connection with the sweep test at laboratory temperature.

In the event of endurance at pre-determined frequencies being specified, a dwell at the specified frequencies of prescribed amplitude shall be performed. The duration shall be short compared to the specified test duration.

8.2 *Application of high temperature without vibration*

8.2.1 *For the testing of non-heat-dissipating specimens*

The temperature of the chamber is raised to the specified test value and time allowed for the specimen to reach temperature stability.

8.2.2 *For the testing of heat-dissipating specimens*

With the specimen switched on, the temperature of the chamber is raised to a value where the temperature of the monitoring point is within 2 K of the monitoring temperature determined in Clause 5.

- 8.2.3 Si la spécification particulière le prescrit, une vérification du fonctionnement est effectuée après que la stabilité thermique a été atteinte.

Note. — Si le spécimen a plusieurs modes de fonctionnement qui conduisent à différentes températures de surface, il convient d'effectuer la vérification fonctionnelle avec le mode qui conduit à la température la plus élevée du point de contrôle.

8.3 Application des vibrations et de la température

- 8.3.1 Lorsque la stabilité thermique est atteinte conformément au paragraphe 8.2, les vibrations sont appliquées au spécimen avec le niveau et la durée spécifiés. La spécification particulière doit indiquer si le spécimen doit être mis sous tension et en fonctionnement pendant cet essai.

- 8.3.2 La spécification particulière doit indiquer la ou les méthodes d'endurance, figurant dans l'essai Fc, qu'il convient d'appliquer:

- a) endurance par balayage;
- b) endurance aux fréquences découlant de l'étude des fréquences critiques. Cela nécessite qu'une étude des fréquences critiques ait été effectuée avant l'épreuve d'endurance; une étude des fréquences critiques à la fin de l'épreuve d'endurance n'est pas imposée, *mais peut être recommandée*. Dans ce cas, la spécification particulière du spécimen doit l'indiquer. Pendant l'épreuve d'endurance, la fréquence d'excitation doit être ajustée pour que le niveau de réponse soit maximal;
- c) endurance à des fréquences prédéterminées.

Note. — Si la spécification particulière prescrit pour le fonctionnement plusieurs modes entraînant des températures de surface différentes, il convient que la température ambiante soit maintenue à la valeur obtenue dans la phase de l'essai, décrite au paragraphe 8.2.

- 8.3.3 L'application des vibrations est ensuite interrompue. Si le spécimen était sous tension et fonctionnait pendant l'épreuve, il doit être mis hors tension à ce moment. Le spécimen doit être maintenu dans la chambre et la température doit être diminuée lentement jusqu'à une valeur comprise entre les limites des conditions atmosphériques normales d'essai. A la fin de cette période, le spécimen doit être soumis aux conditions de reprise dans la chambre ou à d'autres conditions selon les prescriptions de la spécification particulière.

9. Mesures intermédiaires

Voir les essais B.

10. Reprise

Voir les essais B.

11. Mesures finales

Le spécimen doit être examiné visuellement et soumis aux vérifications électriques et mécaniques prescrites par la spécification particulière.

8.2.3 After temperature stability has been reached, a functional check is made if required by the relevant specification.

Note. — If the specimen has more than one operational mode giving rise to different surface temperatures this functional check should be made with the operational mode causing the highest temperature at the monitoring point.

8.3 *Application of vibration and temperature*

8.3.1 After temperature stability has been reached in accordance with Sub-clause 8.2, vibration is then applied to the specimen at the specified level and duration. The relevant specification shall state whether the specimen shall be switched on and functioning during this test.

8.3.2 The relevant specification shall state which procedure(s) described in Test Fc is to be employed:

- a) endurance by sweeping;
- b) endurance at frequencies derived from the vibration response investigation. This requires a vibration response investigation to be carried out prior to the endurance conditioning; a vibration response investigation at the completion of the conditioning is not required, *but may be recommended*. In this case, the detail specification for the specimen should indicate this. The driving frequency shall, during the endurance conditioning, be so adjusted that a maximum response is obtained;
- c) endurance at pre-determined frequencies

Note. — If the relevant specification calls for the functioning of a series of operational modes causing different surface temperatures, the ambient temperature should be held at the level attained in that part of the test described in Sub-clause 8.2.

8.3.3 The vibration is then discontinued. If the specimen was switched on and functioning during the conditioning, it shall now be switched off. The specimen shall remain in the chamber and the temperature shall be slowly lowered to a value within the limits of standard atmospheric conditions for testing. At the end of this period, the specimen shall be subjected to the recovery procedure in the chamber or otherwise as specified in the relevant specification.

9. **Intermediate measurements**

See Tests B.

10. **Recovery**

See Tests B.

11. **Final measurements**

The specimen shall be visually inspected and electrically and mechanically checked as required by the relevant specification.

12. Critères de défaillance

Les critères de défaillance doivent être indiqués dans la spécification particulière.

13. Renseignements que doit fournir la spécification particulière

Lorsque cet essai est inclus dans la spécification particulière, les renseignements concernant les essais B et Fc, y compris les précisions suivantes, doivent être donnés dans la mesure où ils sont applicables:

	Article ou paragraphe
a) vitesse de variation de la température: brusque (essai Ba ou Bc) ou lente (essai Bb ou Bd)	2
b) caractéristiques du montage et des supports	3.2.1
c) sévérité: température, amplitude des vibrations, durée de l'essai et gamme de fréquences ou fréquences prédéterminées	4
d) préconditionnement	6
e) mesures initiales	7
f) axe (axes) de vibrations	8
g) état du spécimen pendant l'épreuve	8, 8.1, 8.3.1
h) vérifications fonctionnelles	8.1, 8.3.1
i) modalités de l'essai de vibration effectué (endurance par balayage, aux fréquences découlant de l'étude des fréquences critiques, aux fréquences prédéterminées)	8.3.2
<i>Note.</i> — Voir la possibilité indiquée au point b) du paragraphe 8.3.2.	
j) reprise, si elle n'est pas normale	10
k) mesures et conditions de dissipation pendant l'épreuve	9
l) mesures finales	11
m) critères de défaillance	12