

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
68-2-33**

Première édition
First edition
1971

**Essais fondamentaux climatiques et
de robustesse mécanique**

Deuxième partie:

Essais – Guide pour les essais de
variations de température

Basic environmental testing procedures

Part 2:

Tests – Guidance on change of
temperature tests



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 68-2-33: 1971

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

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

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
68-2-33**

Première édition
First edition
1971

**Essais fondamentaux climatiques
et de robustesse mécanique**

Deuxième partie:

Essais

Guide pour les essais de variations de température

Basic environmental testing procedures

Part 2:

Tests

Guidance on change of temperature tests

© CEI 1971 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

G

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

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**ESSAIS FONDAMENTAUX CLIMATIQUES
ET DE ROBUSTESSE MÉCANIQUE**

Deuxième partie : Essais — Guide pour les essais de variations de température

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 cette unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la CEI dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Sous-Comité 50B : Essais climatiques, du Comité d'Etudes N° 50 de la CEI : Essais climatiques et mécaniques.

Elle a pour but de servir de guide à l'essai N : Variations de température (Publication 68-2-14 de la CEI).

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Stockholm en 1968, à la suite de laquelle un nouveau projet fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en janvier 1969.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication :

Afrique du Sud	Israël
Allemagne	Japon
Australie	Norvège
Autriche	Pays-Bas
Belgique	Roumanie
Corée (République de)	Royaume-Uni
Danemark	Suisse
Etats-Unis d'Amérique	Tchécoslovaquie
Finlande	Turquie
Hongrie	

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

BASIC ENVIRONMENTAL TESTING PROCEDURES

Part 2: Tests — Guidance on change of temperature tests

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 this international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the IEC recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

This Recommendation has been prepared by Sub-Committee 50B, Climatic Tests, of IEC Technical Committee No. 50, Environmental Testing.

It is intended to give guidance for Test N: Change of Temperature (IEC Publication 68-2-14).

A first draft was discussed at the meeting held in Stockholm in 1968, as a result of which a new draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in January 1969.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Korea (Republic of)
Austria	Netherlands
Belgium	Norway
Czechoslovakia	Romania
Denmark	South Africa
Finland	Switzerland
Germany	Turkey
Hungary	United Kingdom
Israel	United States of America
Japan	

ESSAIS FONDAMENTAUX CLIMATIQUES ET DE ROBUSTESSE MÉCANIQUE

Deuxième partie : Essais — Guide pour les essais de variations de température

1. Introduction

La présente recommandation donne, aux bureaux d'études et au personnel exécutant les essais, un guide concernant la rédaction et l'utilisation des essais de variations de température.

Un essai de variation de température est destiné à déterminer les effets sur le spécimen d'une variation de température ou d'une succession de variations de température.

Il n'a pas pour but de mettre en évidence les effets dus seulement à un séjour à basse ou à haute température. Dans ce cas, les essais de froid et de chaleur sèche devraient être utilisés.

L'effet de ces essais est déterminé par :

- les valeurs respectives de la basse température et de la haute température entre lesquelles la variation est effectuée ;
- les durées pendant lesquelles le spécimen en essai est maintenu à ces températures ;
- la vitesse de variation entre ces températures ;
- le nombre de cycles de l'épreuve ;
- la valeur de la quantité de chaleur entrant ou sortant du spécimen.

2. Conditions réelles de variations de température

Dans les équipements électroniques et les composants, il ne se produit la plupart du temps que des variations progressives de température. Les parties situées à l'intérieur d'un équipement subissent des variations de température plus lentes que celles situées sur une surface extérieure, lorsque l'équipement n'est pas sous tension.

Des variations rapides de température peuvent se produire :

- quand l'équipement est transporté d'un milieu chaud dans un milieu froid, ou vice versa ;
- quand un équipement est refroidi de façon brutale par la pluie ou immersion dans l'eau froide ;
- dans un équipement aéroporté, situé à l'extérieur de l'aéronef ;
- ou dans certaines conditions de transport ou de stockage.

Les composants subiront des contraintes de variations de température lorsque des gradients de température élevés s'établiront dans un équipement après sa mise en fonctionnement ; par exemple, au voisinage de résistances à forte dissipation, le rayonnement peut provoquer une élévation de la température de surface sur les composants situés à proximité alors que d'autres parties de ces composants restent à une température inférieure.

Les composants refroidis artificiellement peuvent être soumis à des variations rapides de température lorsque le système de refroidissement est mis en route.

Des variations rapides de température peuvent également se produire pendant les étapes de la fabrication des équipements.

BASIC ENVIRONMENTAL TESTING PROCEDURES

Part 2: Tests — Guidance on change of temperature tests

1. Introduction

This Recommendation gives guidance to designers and testing personnel on the specification and use of change of temperature tests.

A change of temperature test is intended to determine the effect on the specimen of a change of temperature or a succession of changes of temperature.

It is not intended to show effects which are due only to the high or low temperature. For these effects, the dry heat test or the cold test should be used.

The effect of such tests is determined by :

- values of high and low conditioning temperature between which the change is to be effected ;
- the conditioning times for which the test specimen is kept at these temperatures ;
- the rate of change between these temperatures ;
- the number of cycles of conditioning ;
- the amount of heat transfer into or from the specimen.

2. Field conditions of changing temperature

In electronic equipment and components, only gradual changes of temperature usually occur. Parts inside an equipment will undergo slower changes of temperature than those on an external surface of the equipment when it is not switched on.

Rapid changes of temperature may be expected :

- when equipment is transported from warm indoor environments into cold open air conditions or vice versa ;
- when equipment is suddenly cooled by rainfall or immersion in cold water ;
- in externally mounted airborne equipment ;
- or under certain conditions of transportation and storage.

Components will undergo stresses due to changing temperature when high temperature gradients build up in an equipment after switching on ; e.g. in the neighbourhood of high wattage resistors, radiation can cause rise of surface temperature in neighbouring components while other portions are still cool.

Artificially cooled components may be subjected to rapid temperature changes when the cooling system is switched on.

Rapid changes of temperature in components may also be induced during manufacturing processes of equipment.

Le nombre et l'intensité des variations de température, ainsi que l'intervalle de temps qui les sépare, ont un rôle important.

Lorsque la durée du transfert est de 2 min à 3 min, les contraintes thermiques sur le spécimen seront plus faibles pour les très petits spécimens que pour les grands. Les contraintes thermiques présenteront, néanmoins, une relation avec ce que supporterait un tel spécimen transporté en quelques minutes d'une atmosphère à une température extrême dans une atmosphère dont la température est à l'autre extrême.

Les effets sur les composants et les équipements d'une élévation de température et d'une chute de température peuvent être différents lorsque de la rosée ou du gel apparaissent sur les composants et les équipements. Ils peuvent provoquer des contraintes thermiques supplémentaires ; dans le cas où l'on désire éviter celles-ci, l'humidité devra être contrôlée de manière à réduire ces effets.

3. Philosophie de l'essai

3.1 Conception des essais de variations de température

Les essais de variations de température, essais Na, Nb et Nc (Publication 68-2-14 de la CEI), comportent des périodes alternées de températures haute et basse avec des transitions bien définies d'une température à l'autre. La variation de la température ambiante du laboratoire jusqu'à la première température de l'épreuve, puis jusqu'à la deuxième température de l'épreuve, avec retour à la température ambiante du laboratoire, constitue un cycle.

3.1.1 Paramètres de l'essai

- Température (ambiante) de la pièce.
- Température élevée de l'essai.
- Température basse de l'essai.
- Durée d'exposition.
- Durée séparant les expositions aux deux températures extrêmes.
- Nombre de cycles.

Les températures basse et élevée sont définies comme étant les températures ambiantes que la plupart des spécimens doivent atteindre avec un certain temps de retard.

Dans des cas exceptionnels seulement, elles peuvent être prescrites en dehors de la gamme de températures de stockage ou de fonctionnement normaux de l'objet en essai.

L'essai est accéléré parce que le nombre de variations importantes de température effectuées en un temps donné est supérieur à celui qui se produirait en réalité.

3.2 But et choix des essais

Un essai de variations de température n'est pas destiné à reproduire exactement les conditions réelles. Le but d'un essai de variations de température est de faire subir aux composants une contrainte afin de déterminer s'ils sont correctement conçus ou fabriqués.

3.2.1 L'essai de variations de température est recommandé dans les cas suivants :

- 3.2.1.1 Vérification du fonctionnement électrique pendant une variation de température, essai Nb.
- 3.2.1.2 Vérification du fonctionnement mécanique pendant une variation de température, essai Nb.
- 3.2.1.3 Vérification du fonctionnement électrique après un nombre spécifié de variations rapides de température, essai Na ou Nc.

The number and amplitude of temperature changes, and the time interval between them, are important.

When a transfer time of 2 min to 3 min is applied, the magnitude of the thermal stresses experienced by the specimen will be less for very small items than for large ones. The thermal stresses, however, will bear a relationship to that which would be experienced by such a specimen when it was transported within a few minutes from an atmosphere at one extreme of temperature to one at the other extreme.

The effects on components and equipment of temperature rise and temperature fall may be different. Dew or frost appearing on components or equipment may cause additional stresses and, where these additional stresses are not desired, humidity should be suitably controlled to minimize these effects.

3. Basic philosophy

3.1 *Design of change of temperature tests*

The change of temperature tests, Tests Na, Nb and Nc (IEC Publication 68-2-14), comprise alternate periods at a high and at a low temperature with well defined transitions from one temperature to the other. The conditioning run from room temperature to the first conditioning temperature, then to the second conditioning temperature, and back to room temperature, is called one test cycle.

3.1.1 *Test parameters*

- Room temperature.
- High temperature.
- Low temperature.
- Duration of exposure.
- Interval between exposure to the two extremes of temperature.
- Number of test cycles.

The high and low temperatures are understood to be ambient temperatures which will be reached by most specimens with a certain time-lag.

Only in exceptional cases may they be specified outside the normal storage or operating temperature range of the object under test.

The test is accelerated because the number of severe changes of temperature in a given period is greater than that which will occur under field conditions.

3.2 *Purpose and choice of the tests*

A change of temperature test is not intended to simulate field conditions exactly. The purpose of a change of temperature test is to stress specimens in order to determine whether they are properly designed or made.

3.2.1 Change of temperature testing is recommended in the following cases :

3.2.1.1 Evaluation of electrical performance during a change of temperature, Test Nb.

3.2.1.2 Evaluation of mechanical performance during a change of temperature, Test Nb.

3.2.1.3 Evaluation of electrical performance after a specified number of rapid changes of temperature, Test Na or Test Nc.

- 3.2.1.4 Vérification de l'aptitude des composants électromécaniques, des matériels et des combinaisons de matériels à supporter des variations rapides de température, essai Na ou Nc.
- 3.2.1.5 Vérification de l'aptitude des composants (de par leur construction) à résister à des contraintes artificielles, essai Na ou Nc.
- 3.2.2 Les essais de variations de température tels qu'ils sont spécifiés dans la Publication 68 de la CEI ne sont pas destinés à vérifier les variations dans les constantes du matériau ou les performances électriques lors d'un fonctionnement à une température stable à deux valeurs extrêmes.

3.3 *Choix pour la durée de l'exposition*

La durée de l'exposition doit être liée à la constante thermique des spécimens (ou de leurs parties critiques) de manière telle qu'ils puissent atteindre approximativement la température ambiante de l'espace ou du bain. Il est donc important de connaître la constante thermique du spécimen. D'importantes différences pouvant apparaître entre les constantes thermiques des parties extérieures et intérieures des spécimens de grandes dimensions, il est préférable de prendre en considération la constante thermique de la partie située le plus loin de la surface du spécimen ou de la partie la plus critique.

La constante thermique dépend de la nature et du mouvement du milieu environnant (l'air pour les essais Na et Nb, l'eau pour l'essai Nc, etc.); il est donc souhaitable de déterminer expérimentalement la constante thermique dans les conditions ambiantes réelles de l'essai. Le choix pour la durée de l'exposition doit être effectué selon les considérations ci-dessous (voir figure 1) :

$$\begin{aligned} \text{si } t_1 \geq 5 \tau & \text{ alors } d < 0,01 D \\ \text{et si } t_1 \geq 2,5 \tau & \text{ alors } d < 0,1 D \end{aligned}$$

où :

t_1 est la durée de l'exposition

τ est la constante thermique du spécimen

d est la différence de température entre le milieu d'essai et le spécimen

D est la différence de température entre la température élevée et basse de l'épreuve

$$|T_B| - |T_A|$$

3.4 *Choix pour la durée du transfert*

Dans le cas de la méthode des deux chambres, si le transfert ne peut se faire en 2 min à 3 min, compte tenu des dimensions élevées des spécimens, cette durée peut être prolongée sans avoir d'influence appréciable sur les résultats d'essai, selon ci-dessous :

$$t_2 \leq 0,05 \tau$$

où :

t_2 est la durée du transfert

τ est la constante thermique du spécimen

3.5 *Limites d'application des essais de variations de température*

- 3.5.1 A l'intérieur d'un spécimen, la vitesse de variation de la température dépend de la conduction thermique de ses matériaux, de la répartition dans l'espace des capacités calorifiques, et de ses dimensions.

La variation de température en un point sur la surface d'un spécimen suit approximativement une loi exponentielle. A l'intérieur de gros spécimens, la superposition de ces augmentations et

- 3.2.1.4 Evaluation of the suitability of mechanical components, and of materials and combinations of materials to withstand rapid changes of temperature, Test Na or Test Nc.
- 3.2.1.5 Evaluation of the suitability of construction of components to withstand artificial stressing, Test Na or Test Nc.
- 3.2.2 The change of temperature tests specified in IEC Publication 68 are not intended to evaluate the difference in material constants or electrical performance when operating under temperature stability at the two extremes of temperature.

3.3 *Choice of the duration of the exposure*

The duration of the exposure should be related in such a way to the temperature time constant of the specimens (or of their critical parts) that they would reach the approximate ambient temperature of the space or of the bath. It is, therefore, important to know the temperature time constant of the specimen. As the temperature time constant of the outside and inside parts of large specimens (equipment) may differ considerably from each other, it is preferable to take into consideration the temperature time constant of the innermost or most critical part.

The time constant depends upon the nature and movement of the surrounding medium (air in Tests Na and Nb, water in Test Nc, etc.), and it is desirable, therefore, to determine experimentally the time constant in the actual ambient conditions of test. When choosing the duration of the exposure, the following should be considered (see Figure 1):

$$\begin{aligned} &\text{if } t_1 \geq 5 \tau \quad \text{then } d < 0.01 D \\ &\text{and if } t_1 \geq 2.5 \tau \quad \text{then } d < 0.1 D \end{aligned}$$

where:

t_1 is the duration of the exposure

τ is the temperature time constant of the specimen

d is the difference between the temperatures of the test medium and the specimen

D is the difference between the hot and cold conditioning temperatures

$$|T_B| - |T_A|$$

3.4 *Choice of the duration of the change-over time*

If, in the case of the two-chamber method, in consequence of the large size of the specimens the change over cannot be made in 2 min to 3 min, the change-over time may be increased without an appreciable influence on the test results as follows:

$$t_2 \leq 0.05 \tau$$

where:

t_2 is the duration of the change-over time

τ is the temperature time constant of the specimen

3.5 *Applicability limits of change of temperature tests*

- 3.5.1 Inside a specimen, the rate of change of temperature depends on the heat conduction of its materials, on the spatial distribution of its heat capacity and on its dimensions.

The change of temperature at a point on the surface of a specimen follows approximately an exponential law. Inside large specimens, the superposition of such alternate exponential rises and

de ces diminutions exponentielles peut conduire à des variations de température périodiques et approximativement sinusoïdales d'amplitudes beaucoup plus faibles que les variations de température appliquées.

- 3.5.2 Le mécanisme du transfert de chaleur entre le spécimen en essai et le milieu d'épreuve dans la chambre ou le bain est à prendre en considération. Les liquides mobiles conduisent à des vitesses de variation de température très importantes à la surface des spécimens et l'air calme à des vitesses très lentes.
- 3.5.3 La méthode des deux bains d'eau comme milieu d'épreuve (essai Nc) devrait être limitée aux spécimens étanches ou, par leur nature, insensibles à l'eau, car les performances et les propriétés peuvent se détériorer par immersion.

Note. — Afin de vérifier l'applicabilité de la méthode des deux bains, il peut être utile de se reporter à l'essai Q : Etanchéité (Publication 68-2-17 de la CEI).

4. Reproductibilité des essais de variations de température

4.1 *Influence de la méthode d'essai*

La reproductibilité des essais de variations de température dépend de la précision avec laquelle les paramètres d'essai, mentionnés au paragraphe 3.1.1, sont maintenus.

Les variations des paramètres d'essai suivants ont des effets importants sur la reproductibilité :

- a) Vitesse de variation de température du milieu environnant.
- b) Températures élevée et basse.
- c) Mécanismes du transfert de chaleur (par convection, rayonnement et conduction).

Toutes les prescriptions particulières telles que la disposition et l'orientation de l'échantillon dans la chambre ou le bain, qui pourraient affecter la reproductibilité de l'essai, devront être prescrites dans la spécification particulière.

4.2 *Influence de l'objet en essai*

Les différences dans les paramètres suivants entre les objets en essai influencent les résultats de l'essai de variations de température :

- a) Capacité calorifique.
- b) La quantité de chaleur transférée à la surface du spécimen et sa répartition sur celle-ci.
- c) Conductivité calorifique à l'intérieur du spécimen, qui peut être non homogène.
- d) Dilatation thermique des composants et matériaux constituant le spécimen.
- e) Caractéristiques mécaniques (par exemple élasticité et résistance à la traction) des composants et matériaux constituant le spécimen.
- f) Dimensions et tolérances.
- g) Autres caractéristiques pouvant influencer la distribution de la température à l'intérieur du spécimen.

Ces renseignements peuvent être utiles dans le choix du nombre de spécimens et peuvent aider à comprendre les différences dans les résultats d'essai.

5. Guide pour le choix du type d'essai

- 5.1 La sévérité augmente avec la différence de température et la quantité de chaleur transférée au spécimen. Un essai plus sévère, dont les températures extrêmes seraient comprises entre la température la plus élevée et la plus basse de la catégorie, pourrait être spécifié si l'essai moins sévère le plus proche fournit des renseignements insuffisants sur le fonctionnement du spécimen.