

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
68-3-2**

Première édition
First edition
1976

**Essais fondamentaux climatiques
et de robustesse mécanique**

Troisième partie:

Informations de base

Section deux – Essais combinés température/
basse pression atmosphérique

Basic environmental testing procedures

Part 3:

Background information

Section Two – Combined temperature/
low air pressure tests



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 68-3-2: 1976

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 auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*;
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*;
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas*;

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale*.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

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 from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)*, which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology*;
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets*;
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams*;

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice*.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
68-3-2**

Première édition
First edition
1976

**Essais fondamentaux climatiques
et de robustesse mécanique**

Troisième partie:

Informations de base

Section deux – Essais combinés température/
basse pression atmosphérique

Basic environmental testing procedures

Part 3:

Background information

Section Two – Combined temperature/
low air pressure tests

© CEI 1976 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 pro-
cédé, 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

F

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Généralités	6
2. Eléments motivant la rédaction de l'essai	6
3. Effets dus à l'environnement	8
4. Appareillage d'essais	8
5. Mesures des paramètres climatiques	10
5.1 Mesures de la température	10
5.2 Mesures de la pression atmosphérique	10
FIGURE	12

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. General	7
2. Reasons behind the design of the test	7
3. Environmental effects	9
4. Testing facilities	9
5. Measurements of environmental parameters	11
5.1 Temperature measurements	11
5.2 Air pressure measurements	11
FIGURE	12

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**ESSAIS FONDAMENTAUX CLIMATIQUES
ET DE ROBUSTESSE MÉCANIQUE**

Troisième partie : Informations de base

Section deux — Essais combinés température/basse pression atmosphérique

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

Elle comporte les informations de base relatives à l'essai Z/AM: Essais combinés froid/basse pression atmosphérique pour spécimens dissipant et ne dissipant pas d'énergie, de la Publication 68-2-40 de la CEI, et à l'essai Z/BM: Essais combinés chaleur sèche/basse pression atmosphérique pour spécimens dissipant et ne dissipant pas d'énergie de la Publication 68-2-41 de la CEI.

Un premier projet a été examiné à la réunion de Munich en 1973. Après cette réunion, un document Secrétariat a été diffusé aux Comités nationaux selon la Procédure Accélérée, puis soumis pour approbation, suivant la Règle des Six Mois sous la forme d'un document 50B(Bureau Central)181 en septembre 1974.

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

Afrique du Sud (République d')	Norvège
Allemagne	Pays-Bas
Australie	Pologne
Autriche	Portugal
Belgique	Royaume-Uni
Canada	Suède
Danemark	Suisse
Espagne	Tchécoslovaquie
France	Turquie
Hongrie	Union des Républiques
Israël	Socialistes Soviétiques
Japon	

Autre publication de la CEI citée dans la présente publication:

Publication n° 68-3-1: Troisième partie: Informations de base. Section un: Essais de froid et de chaleur sèche.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

BASIC ENVIRONMENTAL TESTING PROCEDURES

Part 3: Background information

Section Two — Combined temperature/low air pressure 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 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 publication has been prepared by Sub-Committee 50B, Climatic Tests, of IEC Technical Committee No. 50, Environmental Testing.

It gives background information for Test Z/AM: Combined cold/low air pressure tests for both heat-dissipating and non-heat-dissipating specimens of IEC Publication 68-2-40, and for Test Z/BM: Combined dry-heat/low air pressure tests for both heat-dissipating and non-heat-dissipating specimens of IEC Publication 68-2-41.

A first draft was discussed at the meeting held in Munich in 1973. As a result of this meeting, a Secretariat draft was submitted to the National Committees under the Accelerated Procedure and approved for consideration under the Six Months' Rule as Document 50B(Central Office)181 in September 1974.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Norway
Austria	Poland
Belgium	Portugal
Canada	South Africa (Republic of)
Czechoslovakia	Spain
Denmark	Sweden
France	Switzerland
Germany	Turkey
Hungary	Union of Soviet
Israel	Socialist Republics
Japan	United Kingdom
Netherlands	

Other IEC publication quoted in this publication:

Publication No. 68-3-1: Part 3: Background Information. Section One: Cold and Dry Tests.

ESSAIS FONDAMENTAUX CLIMATIQUES ET DE ROBUSTESSE MÉCANIQUE

Troisième partie : Informations de base

Section deux — Essais combinés température/basse pression atmosphérique

1. Généralités

La gamme des valeurs de pression atmosphérique retenue pour les essais décrits dans la présente publication couvre les applications au sol et à l'aéronautique. Les pressions d'air inférieures à 10 mbar ne font pas l'objet de ces essais.

2. Éléments motivant la rédaction de l'essai

Dans la gamme des densités de l'air considérée, le parcours libre moyen des molécules est toujours une petite fraction de millimètre. La conductivité thermique et la viscosité absolue de l'air sont donc pratiquement indépendantes de la pression. Le flux d'air est en général du type à écoulement laminaire ou turbulent et donc soumis aux lois applicables à pression normale.

Les lois fondamentales de transmission de chaleur par convection d'air libre ou forcé sont donc les mêmes qu'à pression normale. En conséquence, toutes les informations concernant la convection données dans la Publication 68-3-1: Essais de froid et de chaleur sèche, peuvent être également appliquées — du moins en général — aux essais à basse pression atmosphérique.

La diminution de la densité de l'air ρ , néanmoins, affecte considérablement la valeur du coefficient de convection, α_c , qui est fonction de ρ^n avec $n = 0,5$ à $0,7$ (à la fois pour la convection libre et pour la convection forcée).

Dans un essai appliqué aux spécimens dissipant de l'énergie, une circulation forcée de l'air peut réduire considérablement la température de surface du spécimen par rapport à la valeur dans des conditions d'« air calme », dans la totalité de la gamme de pressions atmosphériques considérée. Cette réduction est illustrée par la figure 1, page 12, qui donne les variations de la température de surface moyenne d'un spécimen homogène en fonction de la vitesse de l'air et de la pression (à température de l'air et dissipation constantes).

En conséquence, la méthode d'essai du spécimen dissipant de l'énergie prescrit des « conditions d'air calme » (sans circulation forcée d'air) ou une vitesse de l'air suffisamment faible pour que l'effet de refroidissement supplémentaire soit négligeable.

La diminution de α_c , liée à la diminution de la densité de l'air, accroît l'importance de la dissipation thermique par rayonnement, particulièrement aux basses pressions; néanmoins la transmission de chaleur par convection ne doit pas être négligée.

L'importance croissante du rayonnement rend nécessaire un contrôle serré des caractéristiques d'émissivité et de la température des parois de la chambre, particulièrement aux basses pressions atmosphériques.

Etant donné l'importance du rayonnement thermique aux basses pressions, l'influence réciproque des différents spécimens dissipant de l'énergie placés dans la même chambre d'essai peut être grande et affecter la reproductibilité de l'essai.

Compte tenu de ces inconvénients, les méthodes destinées aux spécimens dissipant de l'énergie, fondées sur le contrôle de la température de l'air, ne sont appliquées qu'à un seul spécimen à la fois.

Les conditions relatives aux dimensions des chambres à « air calme » qui doivent être utilisées pour l'essai des spécimens dissipant de l'énergie sont fondées sur le diagramme prévu pour l'essai à pression normale de l'air, parce que le parcours moléculaire moyen est encore une très petite fraction des dimensions.

BASIC ENVIRONMENTAL TESTING PROCEDURES

Part 3: Background information

Section Two — Combined temperature/low air pressure tests

1. General

For the combined temperature/low air pressure tests described in this publication, a range of air pressures covering ground or aircraft applications is considered. Air pressures below 10 mbar are outside the scope of these tests.

2. Reasons behind the drafting of the test

In the range of air densities considered, the mean free path of molecules is always a small fraction of a millimetre. The thermal conductivity and the absolute viscosity of air are then practically independent of the pressure. The air flux is in general of the viscous type or turbulent and therefore governed by the laws applicable to normal pressure.

The fundamental laws of heat transmission by free or forced air convection are, then, the same as for normal air pressures. As a consequence, all the considerations on convection given in Publication 68-3-1, Cold and Dry Heat Tests, can also be applied — at least in general — to testing at reduced air pressures.

The reduction of the air density, ρ , however, considerably affects the value of the convection coefficient, α_c , which is a function of ρ^n with $n = 0.5 - 0.7$ (for both free and forced convection).

In a test on heat-dissipating specimens, forced air circulation can considerably reduce the specimen surface temperature compared with the value in “free air” conditions within the whole range of air pressures considered. This is illustrated in Figure 1, page 12, which shows changes in the surface mean temperature of a homogeneous specimen with air velocity and pressure (constant power dissipation and air temperature).

As a consequence, the test method for a heat-dissipating specimen specifies “free air” conditions (with no forced air circulation) or an air velocity which is sufficiently low that the additional cooling effect is unimportant.

The α_c decrease, with decreasing air density, increases the importance of heat dissipation by radiation, especially at the lower pressures considered, although the heat transmission by convection cannot be disregarded.

The increased importance of radiation requires a careful control of the emissivity characteristics and of the temperature of the chamber walls, particularly at lower air pressures.

Due to the importance of thermal radiation at low air pressures, the thermal interaction between different heat-dissipating specimens in the same test chamber may be large and affect the reproducibility of the test.

To avoid this, the procedures for heat-dissipating specimens, based on air temperature monitoring, are limited to the testing of one specimen at a time.

The requirement on the dimensions of “free air” chambers to be used for testing of heat-dissipating specimens have been based on the diagram used for testing at normal air pressures, because the molecular mean free path is still a very small fraction of the resulting dimensions.