

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

68-2-7

Deuxième édition
Second edition
1983-01

**Essais fondamentaux climatiques
et de robustesse mécanique –**

**Deuxième partie:
Essais – Essai Ga et guide:
Accélération constante**

Basic environmental testing procedures –

**Part 2:
Tests – Test Ga and guidance:
Acceleration, steady state**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 68-2-7: 1983

Numéros des publications

Depuis le 1er 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**

68-2-7

Deuxième édition
Second edition
1983-01

**Essais fondamentaux climatiques
et de robustesse mécanique –**

**Deuxième partie:
Essais – Essai Ga et guide:
Accélération constante**

Basic environmental testing procedures –

**Part 2:
Tests – Test Ga and guidance:
Acceleration, steady state**

© IEC 1983 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.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

e-mail: inmail@iec.ch

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

L

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE.....	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Objet de l'essai.....	8
2. Généralités	8
3. Conditions d'essai	8
4. Sévérités	10
5. Mesures initiales.....	12
6. Epreuve: méthode d'essai à la centrifugeuse	12
7. Mesures finales.....	12
8. Informations que doit donner la spécification particulière	12
ANNEXE A — Guide	16
ANNEXE B — Guide supplémentaire	20

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Object	9
2. General	9
3. Conditions for testing	9
4. Severity	11
5. Initial measurements	13
6. Conditioning: procedure for testing with a centrifuge	13
7. Final measurements	13
8. Information to be given in the relevant specification	13
APPENDIX A — Guidance	17
APPENDIX B — Additional guidance	21

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**ESSAIS FONDAMENTAUX CLIMATIQUES
ET DE ROBUSTESSE MÉCANIQUE**

Deuxième partie: Essais — Essai Ga et guide: Accélération constante

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 Sous-Comité 50A: Essais de chocs et de vibrations, du Comité d'Etudes n° 50 de la CEI: Essais climatiques et mécaniques.

Elle constitue la deuxième édition de la Publication 68-2-7 de la CEI. Elle regroupe les textes de la première édition (1968) et de la Modification n° 1 (1982) et comporte quelques changements mineurs qui tiennent compte du transfert des exigences de fixation dans la Publication 68-2-47 de la CEI: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique, Deuxième partie: Essais — 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.

Des projets de la première édition de l'essai Ga furent discutés lors des réunions tenues à Aix-les-Bains en 1964, à Tokyo en 1965 et à Londres en 1966. A la suite de cette dernière réunion, un projet, document 50A(Bureau Central)118, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mars 1967.

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

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

BASIC ENVIRONMENTAL TESTING PROCEDURES

Part 2: Tests — Test Ga and guidance: Acceleration, steady state

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 Sub-Committee 50A: Shock and Vibration Tests, of IEC Technical Committee No. 50: Environmental Testing.

It forms the second edition of IEC Publication 68-2-7: This second edition combines the texts of the first edition (1968) and its first amendment (1982), and incorporates minor editorial amendments to take account of the transfer of the requirements for mounting for test to IEC Publication 68-2-47: Basic Environmental Testing Procedures, Part 2: Tests – 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.

Drafts of the first edition of Test Ga were discussed at the meetings held in Aix-les-Bains in 1964, in Tokyo in 1965 and in London in 1966. As a result of this latter meeting, a draft, Document 50A(Central Office)118, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in March 1967.

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

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

Un projet concernant l'annexe B: Guide supplémentaire, fut discuté lors de la réunion tenue à Moscou en 1977. A la suite de cette réunion, un projet, document 50A(Bureau Central)151, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en février 1980.

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

Afrique du Sud (République d')	Hongrie
Allemagne	Israël
Australie	Norvège
Belgique	Nouvelle-Zélande
Brésil	Pays-Bas
Canada	Pologne
Corée (République de)	Roumanie
Danemark	Royaume-Uni
Egypte	Suisse
Espagne	Turquie
Etats-Unis d'Amérique	Union des Républiques
Finlande	Socialistes Soviétiques

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

- Publications nos 68-1: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique. Première partie: Généralités et guide.
- 68-2-47: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique. Deuxième partie: Essais — 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.
- 721: Classification des conditions d'environnement.

A draft concerning Appendix B: Additional guidance, was discussed at the meeting held in Moscow in 1977. As a result of this meeting, a draft, Document 50A(Central Office)151, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in February 1980.

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

Australia	New Zealand
Belgium	Norway
Brazil	Poland
Canada	Romania
Denmark	South Africa (Republic of)
Egypt	Spain
Finland	Switzerland
Germany	Turkey
Hungary	Union of Soviet
Israel	Socialist Republics
Korea (Republic of)	United Kingdom
Netherlands	United States of America

Other IEC publications quoted in this standard:

- Publication Nos. 68-1: Basic Environmental Testing Procedures. Part 1: General and Guidance.
- 68-2-47: Basic Environmental Testing Procedures. Part 2: Tests — 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.
- 721: Classification of Environmental Conditions.

ESSAIS FONDAMENTAUX CLIMATIQUES ET DE ROBUSTESSE MÉCANIQUE

Deuxième partie: Essais — Essai Ga et guide: Accélération constante

1. Objet de l'essai

Cet essai a pour but de vérifier l'aptitude structurelle et le fonctionnement correct des matériels, composants et autres produits électrotechniques, dénommés ci-après «spécimens», soumis aux forces produites par des accélérations (autres que la pesanteur) telles que celles qui sont rencontrées dans les véhicules en mouvement, spécialement dans les véhicules aériens, dans les ensembles tournants et dans les projectiles, et de fournir une méthode d'essai de robustesse structurelle de certains composants.

2. Généralités

Les matériels, composants et autres produits électrotechniques destinés à être installés dans des corps en mouvement seront soumis à des forces dues à des accélérations constantes. Ces conditions naturelles d'ambiance se rencontrent le plus souvent dans les véhicules aériens et les machines tournantes, bien que, dans certaines conditions, des accélérations d'amplitude importante puissent se produire dans les véhicules terrestres.

En général, les accélérations rencontrées en service ont différentes valeurs suivant chacun des axes principaux du corps en mouvement et, de plus, ont des valeurs différentes suivant les deux sens d'un même axe.

Si l'attitude du spécimen vis-à-vis du corps en mouvement n'est pas fixée, la spécification particulière devra fixer un niveau qui puisse être appliqué le long de chacun des sens et des axes principaux du spécimen, en tenant compte des accélérations maximales se produisant dans les différents axes du corps en mouvement.

La présente norme doit être utilisée conjointement avec la Publication 68-1 de la CEI: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique, Première partie: Généralités et guide.

3. Conditions d'essai

3.1 *Caractéristiques du moyen d'essai*

3.1.1 *Généralités*

Les conditions d'accélération sont appliquées au moyen d'une centrifugeuse dans laquelle l'accélération se dirige vers le centre du système rotatif. Dans certains cas, cependant, le spécimen peut être sensible à des couples gyroscopiques et il n'est possible d'effectuer l'essai qu'à l'aide d'une machine capable d'appliquer une accélération linéaire; dans ce cas, la spécification particulière devra indiquer cette prescription.

3.1.2 *Accélération tangentielle*

Lorsqu'on fait croître la vitesse de rotation de la centrifugeuse depuis zéro jusqu'à la valeur nécessaire pour obtenir l'accélération spécifiée, ou lorsqu'on la fait décroître jusqu'à zéro, le dispositif de commande de la machine devra être tel que le spécimen ne soit pas soumis à une accélération tangentielle supérieure à 10% de la valeur de l'accélération spécifiée.

BASIC ENVIRONMENTAL TESTING PROCEDURES

Part 2: Tests — Test Ga and guidance: Acceleration, steady-state

1. Object

To prove the structural suitability and the satisfactory performance of components, equipment and other electrotechnical products, hereinafter referred to as "specimens", when subjected to forces produced by steady acceleration environments (other than gravity) such as occur in moving vehicles, especially flying vehicles, rotating parts and projectiles, and to provide a test of structural integrity for certain components.

2. General

Equipment, components and other electrotechnical products intended to be installed in moving bodies will be subjected to forces caused by steady accelerations. Naturally, such an environment is most pronounced in flying vehicles and rotating machinery, although in certain conditions accelerations in land vehicles may be of significant magnitude.

In general, the accelerations encountered in service have different values along each of the major axes of the moving body, and, in addition, usually have different values in the opposite senses of each axis.

If the attitude of the specimen is not fixed with regard to the moving body, then the relevant specification should prescribe a level, which may be applied along each of the major axes and senses of the specimen, having taken into account the maximum accelerations in different axes of the moving body.

This standard is to be used in conjunction with IEC Publication 68-1: Basic Environmental Testing Procedures, Part 1: General and Guidance.

3. Conditions for testing

3.1 *Characteristics of the test apparatus*

3.1.1 *General*

Acceleration conditions are applied by means of a centrifuge where the acceleration is directed towards the centre of the rotating system. In certain special cases, however, the specimen may be sensitive to gyroscopic couples, and it may only be possible to perform the test by using a machine capable of applying linear acceleration, in which case the relevant specification shall state this requirement.

3.1.2 *Tangential acceleration*

When increasing the rotational speed of a centrifuge from zero to the value necessary to achieve the specified acceleration, or when decreasing back to zero, the machine shall be so controlled that the specimen is not subjected to a value of tangential acceleration greater than 10% of the specified acceleration.

3.1.3 Gradient d'accélération

Les dimensions relatives de la machine et du spécimen doivent être telles qu'aucune partie du spécimen, excepté les fils volants, ne puisse être soumise à une valeur d'accélération sortant des tolérances données au paragraphe 3.1.4.

3.1.4 Tolérances sur l'accélération

Si les dimensions linéaires du spécimen ne sont pas supérieures à 10 cm, l'accélération appliquée en chaque point du spécimen (excepté les fils volants) ne doit pas s'écarter de plus de $\pm 10\%$ de l'accélération constante spécifiée.

Dans les autres cas, la tolérance sur l'accélération constante spécifiée est de -10% $+30\%$.

3.2 Montage

Le spécimen doit être monté sur le moyen d'essai selon les exigences de la Publication 68-2-47 de la CEI: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique, Deuxième partie: Essais — 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.

Note. — Pour des raisons de sécurité, il convient de prendre soin d'éviter que les spécimens en essai ne soient éjectés si les dispositifs de fixation se brisent, tout en prenant garde que le dispositif de sécurité utilisé n'introduise pas de contrainte supplémentaire en cours d'essai.

4. Sévérités

La spécification particulière doit prescrire une valeur d'accélération pour l'essai, choisie si possible parmi les valeurs normalisées indiquées ci-dessous. Elle doit également prescrire l'angle, en fonction des axes du spécimen, selon lequel cette accélération sera appliquée, lorsque cela est nécessaire (articles A1, A2 et B2).

Note. — La valeur prescrite pour l'accélération devra tenir compte du but de l'essai, selon qu'il est destiné à la vérification de la robustesse structurelle du spécimen ou à l'évaluation du pouvoir du spécimen à résister aux forces qui se produisent dans les corps mobiles et les machines tournantes.

Les niveaux d'essai normalisés sont les suivants:

Accélération	
m/s ²	Valeurs équivalentes g _n
49	5
98	10
196	20
490	50
980	100
1 960	200
4 900	500
9 800	1 000
19 000	2 000
49 000	5 000
98 000	10 000
196 000	20 000
294 000	30 000

3.1.3 Acceleration gradient

The dimensions of a centrifuge relative to the specimen shall be such that no part of the specimen, other than flying leads, shall be subjected to a value of acceleration outside the tolerances given in Sub-clause 3.1.4.

3.1.4 Acceleration tolerance

If the linear dimensions of the specimen are less than 10 cm, the acceleration on all parts of the specimen (excluding flying leads) shall not depart from the specified steady-state acceleration by more than $\pm 10\%$.

In other cases, the tolerance on the specified steady-state acceleration is -10% $+30\%$.

3.2 Mounting

The specimen shall be mounted on the test apparatus in accordance with the requirements in IEC Publication 68-2-47: Basic Environmental Testing Procedures. Part 2: Tests — 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.

Note. — For reasons of safety, care should be taken to prevent the specimens under test from being thrown off if the mounting attachments are broken but any safety devices used should not introduce additional constraint during the test.

4. Severity

The relevant specification shall prescribe an acceleration value for the test, chosen, where possible, from the standard values listed below. It shall also prescribe the angle, with respect to the axes of the specimen, at which this acceleration is to be applied, where it is necessary (Clauses A1, A2 and B2).

Note. — The value prescribed for the acceleration should take into account the purpose of the test, whether it is to be made for checking the structural integrity of the specimen or to assess the ability of the specimen to withstand the forces occurring in moving vehicles or rotating machinery.

The standard levels of test are:

Acceleration	
m/s ²	Equivalent values g_n
49	5
98	10
196	20
490	50
980	100
1 960	200
4 900	500
9 800	1 000
19 000	2 000
49 000	5 000
98 000	10 000
196 000	20 000
294 000	30 000

5. Mesures initiales

Le spécimen doit être soumis aux vérifications visuelles, dimensionnelles et fonctionnelles prescrites par la spécification particulière.

6. Epreuve: méthode d'essai à la centrifugeuse

- 6.1 Sauf prescription contraire de la spécification particulière, l'épreuve d'accélération doit être effectuée successivement dans chaque sens de trois axes trirectangulaires qui doivent être les trois axes principaux.
- 6.2 La centrifugeuse doit être mise en rotation à la vitesse nécessaire pour obtenir le niveau d'accélération spécifié.
- 6.3 La vitesse de rotation nécessaire doit être maintenue pendant au moins 10 s ou pendant la durée prescrite par la spécification particulière.
- 6.4 La spécification particulière doit prescrire laquelle des conditions de fonctionnement ou de survie suivantes doit être remplie et les niveaux d'accélération correspondants (article A2):
 - 1) Le spécimen doit fonctionner et ses caractéristiques rester dans les limites fixées par la spécification particulière.
 - 2) Le spécimen doit fonctionner sans pour cela rester dans des limites fixées de caractéristiques, mais ne doit pas souffrir de dérangement permanent.
 - 3) Le spécimen ne doit pas souffrir de dérangement permanent mais n'a pas besoin de fonctionner.
 - 4) Le spécimen ne doit pas se briser, mais peut être endommagé ou souffrir d'un dérangement permanent.
- 6.5 La spécification particulière doit prescrire l'ordre dans lequel les vérifications du paragraphe 6.4 sont à effectuer (article A2).

7. Mesures finales

Le spécimen doit être soumis aux vérifications visuelles, dimensionnelles et fonctionnelles prescrites par la spécification particulière.

8. Informations que doit donner la spécification particulière

Lorsque cet essai est inclus dans une spécification particulière, les détails suivants doivent être donnés s'il y a lieu:

- | | |
|---|----------------|
| a) Type de moyen d'essai | paragraphe 3.1 |
| b) et c) Méthodes de montage des spécimens | paragraphe 3.2 |
| d) Niveaux d'accélération (articles A2 et B2) | article 4 |
| e) Axes et direction de l'accélération (article A1) | articles 4, 6 |

5. Initial measurements

The specimen shall be submitted to the visual, dimensional and functional checks prescribed by the relevant specification.

6. Conditioning: procedure for testing with a centrifuge

- 6.1 Unless otherwise stated in the relevant specification, the acceleration conditioning shall be imposed in both senses of three mutually perpendicular axes in turn, which shall be the three major axes.
- 6.2 The centrifuge shall be rotated at the speed necessary to produce the specified level.
- 6.3 The necessary speed of rotation shall be maintained for not less than 10 s or for a period stated in the relevant specification.
- 6.4 The relevant specification shall prescribe which of the following conditions of functioning or survival has to be satisfied and the corresponding acceleration level(s) (Clause A2):
- 1) Specimen to function within the performance limits given in the relevant specification.
 - 2) Specimen to function, but not necessarily within the performance limits, but should suffer no permanent derangement.
 - 3) Specimen not to suffer any permanent derangement, but need not function.
 - 4) Specimen not to break loose, although it may be permanently damaged or deranged.
- 6.5 The relevant specification shall prescribe the order in which the checks in Sub-clause 6.4 are to be applied (Clause A2).

7. Final measurements

The specimen shall be submitted to the visual, dimensional and functional checks as prescribed by the relevant specification.

8. Information to be given in the relevant specification

When this test is included in a relevant specification, the following details shall be given as far as they are applicable:

- | | |
|---|----------------|
| a) Type of test apparatus | Sub-clause 3.1 |
| b) and c) Methods of mounting the specimen | Sub-clause 3.2 |
| d) Acceleration level(s) (Clauses A2 and B2) | Clause 4 |
| e) Axes and direction of acceleration (Clause A1) | Clauses 4, 6 |

<i>f)</i> Mesures initiales	article 5
<i>g)</i> Durée de l'épreuve	paragraphe 6.3
<i>h)</i> Conditions de fonctionnement ou de survie (article B1)	paragraphe 6.4
<i>j)</i> Ordre des vérifications	paragraphe 6.5
<i>k)</i> Mesures finales	article 7

<i>f)</i> Initial measurements	Clause 5
<i>g)</i> Duration of conditioning	Sub-clause 6.3
<i>h)</i> Conditions of functioning or survival (Clause B1)	Sub-clause 6.4
<i>j)</i> Order of checks	Sub-clause 6.5
<i>k)</i> Final measurements	Clause 7

ANNEXE A

GUIDE

A1. Orientation des spécimens pour l'essai

Dans beaucoup d'applications, particulièrement en aviation, les forces qui donnent lieu à un accroissement d'accélération sur les corps mobiles sont invariablement complexes mais peuvent être considérées à tout instant comme une force définie en direction par sa position angulaire vis-à-vis des trois axes principaux du corps mobile. Pour l'établissement d'un projet, les niveaux d'accélération maximaux correspondant à une manœuvre particulière du corps mobile sont décomposés et spécifiés par rapport à chaque axe principal du corps mobile.

Si un spécimen a une attitude fixe connue par rapport à un corps mobile donné et lorsqu'il est nécessaire de simuler simultanément les trois composantes de l'accélération, ces trois composantes peuvent être combinées et le spécimen soumis à une accélération simple égale en amplitude et en direction à la résultante des trois niveaux des composantes. Une telle action nécessiterait un dispositif de montage relativement compliqué pour orienter le spécimen vis-à-vis de la machine d'essai de façon que l'accélération soit bien dans l'axe de la résultante. Sauf s'il est important de conserver la relation angulaire entre la résultante et le spécimen, il est plus simple, et habituellement convenable, d'appliquer le long de l'axe principal du spécimen l'accélération résultante ayant le plus grand des trois niveaux spécifiés. On applique aux autres axes les niveaux des composantes de l'accélération correspondants.

Lorsque l'attitude du spécimen vis-à-vis du corps mobile n'est pas connue, le niveau résultant maximal correspondant au corps mobile particulier devra être appliqué successivement dans chacun des sens des trois axes principaux du spécimen.

A2. Niveaux d'accélération

Certaines des valeurs d'accélération dont la liste figure à l'article 4 représentent des ambiances réelles et d'autres, principalement celles à haut niveau, représentent des ambiances artificielles utilisées pour essayer l'intégrité structurelle de certains composants électroniques. Ayant présent à l'esprit le fait que de hautes valeurs d'accélération peuvent se produire dans des machines tournantes, les niveaux réels d'accélération peuvent, dans certains cas, se recouvrir avec les niveaux artificiels utilisés dans d'autres buts.

Pour l'approbation d'un projet de matériel aéronautique, il peut être prescrit que le matériel soit essayé successivement pour vérifier le fonctionnement et la survie à des niveaux différents d'accélération. Les prescriptions de fonctionnement et de survie sont liées entre elles par un facteur défini, donné par les conditions requises pour le matériel aéronautique. Il y a généralement quatre conditions à remplir:

- 1) Niveau de fonctionnement maximal ou de crête — le spécimen doit normalement fonctionner à ce niveau sans que ses caractéristiques sortent des limites spécifiées.
- 2) On peut prescrire un niveau supplémentaire plus élevé qui permette encore le fonctionnement du spécimen, mais pas nécessairement dans les limites prescrites.
- 3) Niveaux structurels ou extrêmes — niveau supérieur de l'accélération pour vérifier la déformation structurelle.

APPENDIX A

GUIDANCE

A1. Specimen orientation for test

In many applications, especially aircraft, the forces on the moving body giving rise to acceleration are invariably complex but can be considered, at any instant, to be a single force which can be described in direction by its angular position relative to the three main axes of the moving body. For design purposes, the maximum acceleration levels for a particular manoeuvre of the moving body are resolved and specified with respect to each major axis of the moving body.

If a specimen has a known fixed attitude with respect to a given moving body, and in cases where it is necessary to simulate the three components of acceleration simultaneously, these can be combined and the specimen subjected to a single acceleration equal in magnitude and direction to the resultant of the three component levels. Such action would necessitate rather complicated jigs, in order to orientate a specimen relative to the test machine in such a manner that the acceleration is directed along the line of the resultant. Unless it is important to preserve the angular relationship between the resultant acceleration and the specimen, it is simpler and usually adequate to apply the resultant acceleration along the major axis of the specimen having the highest of the three specified component levels; in the remaining axes the appropriate component acceleration levels would be applied.

When the attitude of the specimen with respect to the vehicle is not known, the maximum resultant level for the particular moving body should be applied in each direction in turn along each of the three major axes of the specimen.

A2. Acceleration levels

Some of the acceleration values listed in Clause 4 represent actual environments and others, especially at the higher levels, represent artificial environments used for the structural integrity testing of some electronic components. Bearing in mind the high acceleration figures which may occur in rotating machinery, the actual levels for some purposes may overlap with the artificial levels for other purposes.

Design approval for aircraft equipment requires that equipment be tested in turn for operation and survival at different levels of acceleration. The operational and survival requirements are related by a defined factor, which is stated in the design requirements for aircraft equipment. There are normally four conditions to be satisfied:

- 1) Proof or operational level — normally, the specimen would be required to function at this level, without degradation in performance outside specification limits.
- 2) An additional higher level may be prescribed which allows the specimen to function although not necessarily within the stated limits.
- 3) Structural or ultimate levels — a higher level of acceleration to check resistance to structural deformation.

- 4) De plus une épreuve d'accélération peut être prescrite pour vérifier l'aptitude du spécimen à rester bien attaché à ses dispositifs de montage et, s'il est éjecté, à ne pas se briser de telle manière qu'il crée un péril pour le personnel soit directement soit, par exemple, en détériorant les issues de secours, etc.

La spécification particulière devra préciser celles de ces conditions à remplir, les niveaux d'accélération à appliquer et les conditions de fonctionnement à satisfaire (voir paragraphes 6.4 et 6.5).

Dans certaines applications, le rédacteur de la spécification particulière peut ne pas prescrire des niveaux différents pour les conditions 1) à 4) citées précédemment et peut, au contraire, ne prescrire qu'un niveau d'accélération, lié par un coefficient de sécurité agréé aux accélérations maximales mesurées ou calculées concernant le corps mobile considéré. Lorsqu'un tel essai est requis, la spécification particulière doit préciser les types de caractéristiques requises (voir paragraphes 6.4 et 6.5).

En choisissant les sévérités des accélérations à appliquer, la spécification particulière devra tenir compte du fait que l'accélération maximale produite dans un sens donné peut différer considérablement de place en place dans le corps mobile.

Certains composants, notamment ceux de l'industrie des semi-conducteurs, sont essayés à l'aide d'accélérations de très fortes valeurs pour vérifier leur robustesse structurelle (assemblage mécanique interne). Bien qu'un tel niveau n'ait aucun rapport avec les conditions réelles en service, l'essai est utilisé en tant que moyen simple d'appliquer une forte contrainte mécanique pour vérifier des faiblesses possibles de construction.

Lorsqu'on essaie des composants ou des matériels possédant des parties rotatives, par exemple des gyroscopes, il peut se produire des difficultés dans l'usage d'une centrifugeuse en raison du couplage entre la rotation de la partie du spécimen et celle de la centrifugeuse. Dans de tels cas, la spécification particulière devra prescrire une méthode d'essai convenable et indiquer la condition de fonctionnement appropriée et les variations des tolérances de fonctionnement du spécimen acceptables en cours d'épreuve.

- 4) In addition, an acceleration conditioning may be required as a means of checking the ability of a specimen to remain firmly attached to its mounting and not to break loose during emergency conditions in a manner liable to create a hazard to personnel, either directly or by interference with emergency exits, etc.

The relevant specification should state which of these conditions is to be met, the acceleration levels to be applied, and the conditions of operation to be satisfied (see Sub-clauses 6.4 and 6.5).

In some applications, the writer of the relevant specification may not always prescribe separate levels corresponding to Items 1) to 4) above and may instead state one level only, which is related by an agreed safety factor to the maximum measured or calculated acceleration for the moving body concerned. When such a test is invoked, the relevant specification states the type of performance required (see Sub-clauses 6.4 and 6.5).

When choosing the severity of accelerations to be applied, the relevant specification should take into account the fact that, in a given direction, the maximum acceleration may differ considerably from place to place in the moving body.

Certain components, notably from the semiconductor industry, are checked for structural integrity (sound mechanical assembly) by the application of a very high acceleration. Although such a level has no correlation with actual service conditions, the tests are used as a simple means of applying a high stress to reveal possible constructional weaknesses.

When testing components or equipment containing rotating parts, for example gyroscopes, some difficulties may arise when using a centrifuge, due to the coupling between the rotation of the part and the rotation of the centrifuge. In such cases, the relevant specification should advise a suitable test method, and indicate the appropriate functional conditions and the acceptable changes in functional tolerances for the specimen during conditioning.

ANNEXE B

GUIDE SUPPLÉMENTAIRE

B1. Objet

L'essai d'accélération constante est destiné à produire, dans les composants et matériels, des effets similaires à ceux d'une accélération constante à laquelle ils pourraient être soumis lorsqu'ils sont montés sur des parties en rotation, des projectiles et des véhicules en mouvement, en particulier des engins spatiaux.

Cet essai peut aussi permettre de s'assurer de la bonne conception d'un composant, du moins en ce qui concerne sa robustesse de structure.

Il convient que la spécification particulière indique clairement si le spécimen est tenu de fonctionner pendant l'essai ou s'il doit seulement être encore en état de marche après l'épreuve d'accélération constante. Dans les deux cas, la spécification particulière devra toujours indiquer les tolérances de fonctionnement et (ou) les dérangements acceptables, comme indiqué au paragraphe 6.4, qui permettent de considérer le spécimen comme satisfaisant ou non.

B2. Sélection des sévérités d'essai (voir articles 4 et 6 et article 8, points *d*) et *g*)

Voir les niveaux de l'essai d'accélération dans l'article A2 de l'annexe A.

Le rédacteur de spécification qui envisage de prescrire cet essai devra se référer à l'article 8 afin de s'assurer que toutes ces informations figurent bien dans la spécification particulière.

Chaque fois que cela est possible, il convient d'appliquer au spécimen la sévérité correspondant aux conditions auxquelles le spécimen risque d'être exposé pendant son transport ou son fonctionnement. Si l'on connaît ces conditions, il est recommandé de choisir la sévérité appropriée parmi les valeurs données dans l'article 4.

Lorsqu'on ne dispose pas d'informations sur la sévérité de l'environnement, il est conseillé au rédacteur de spécifications de choisir la sévérité la mieux adaptée dans le tableau I qui donne des exemples de sévérités d'essai appropriées pour des spécimens destinés à diverses applications.

Note. — L'attention du lecteur est attirée sur la Publication 721 de la CEI: Classification des conditions d'environnement, en se souvenant que les diverses parties de cette publication s'occupent des valeurs de l'accélération constante effectivement rencontrées dans la pratique, alors que le but de la présente publication est de normaliser pour les essais des valeurs susceptibles de produire les mêmes effets que les accélérations constantes réelles.

APPENDIX B

ADDITIONAL GUIDANCE

B1. Object of the test

The purpose of the acceleration, steady-state test is to produce in components and equipment steady acceleration effects similar to those to which they would be subjected when mounted in rotating parts, projectiles, and moving vehicles, particularly space vehicles.

The test may also be used as a means of establishing the satisfactory design and manufacture of a component, in so far as its structural integrity is concerned.

Whether specimens shall function during the test or merely survive conditions of steady acceleration, should be clearly stated in the relevant specification. In either case, the relevant specification should always prescribe the acceptable tolerance in performance and/or permissible derangement, as required by Sub-clause 6.4, which allows the specimen to be considered as satisfactory or otherwise.

B2. Selection of test severities (See Clauses 4 and 6 and Clause 8, Items *d*) and *g*)

See the test levels in Clause A2 of Appendix A.

The specification writer intending to prescribe this test should refer to Clause 8 to ensure that all such information is included in the relevant specification.

Wherever possible, the test severity applied to the specimen should be related to the expected conditions to which the specimen will be subjected during either transportation or operation. If this information is available, an appropriate severity should be selected from the values given in Clause 4.

When the severity of the environment is not available, the most suitable severity should be selected by the specification writer from Table I which lists examples of test severities appropriate to specimens intended for various applications.

Note. — The attention of the reader is drawn to IEC Publication 721: Classification of Environmental Conditions, recalling that the various parts of this publication are concerned with values of steady-state acceleration encountered in practice whereas the intention of this present publication is to standardize values for testing that are likely to produce the same effects as the real life environment.

TABLEAU I

Exemples de sévérités d'essai typiques

Ce tableau n'a pas un caractère obligatoire mais donne seulement une liste de sévérités qui sont typiques; il faut garder présent à l'esprit qu'il y a des cas où les sévérités effectivement rencontrées en service sont différentes de celles que donne le tableau.

Accélération		Application
m/s ²	g _n	
$49 \leq a \leq 98$	$5 \leq a \leq 10$	Niveau de base pour les spécimens montés à bord des avions
$49 \leq a \leq 196$	$5 \leq a \leq 20$	Niveau de résistance de structure ou niveau maximal pour les spécimens montés à bord des avions et pour la sécurité des bâtis en cas d'accident
$98 \leq a \leq 980$	$10 \leq a \leq 100$	Essais généraux pour applications aérospatiales
$4\,900 \leq a \leq 294\,000$	$500 \leq a \leq 30\,000$	Essais de robustesse interne des dispositifs à semi-conducteurs, des circuits intégrés, etc.

B3. Exigences sur les tolérances (voir paragraphes 3.1.2 et 3.1.4)

Cette méthode d'essai permet d'atteindre un haut degré de reproductibilité quand les dimensions linéaires du spécimen sont petites, par exemple lorsqu'elles ne dépassent pas 10 cm. Pour les spécimens plus grands, la reproductibilité est moins bonne et dépend des dimensions relatives du spécimen et de la centrifugeuse.

TABLE I

Examples of test severities typically employed for various applications

This table is not mandatory, but lists severities which are typical; it should be borne in mind that there will be instances where the actual severities experienced differ from those shown in the table.

Acceleration		Application
m/s ²	g_a	
$49 \leq a \leq 98$	$5 \leq a \leq 10$	Proof level for specimens to be mounted in aircraft
$49 \leq a \leq 196$	$5 \leq a \leq 20$	Structural or ultimate level for specimens to be mounted in aircraft and for crash safety of mountings
$98 \leq a \leq 980$	$10 \leq a \leq 100$	General testing for aerospace applications
$4\,900 \leq a \leq 294\,000$	$500 \leq a \leq 30\,000$	Structural integrity tests for semiconductor devices, integrated circuits, etc.

B3. Tolerance requirements (See Sub-clauses 3.1.2 and 3.1.4)

This test method is capable of a high degree of reproducibility when the linear dimensions of the specimen are small, for example less than 10 cm. For larger specimens, the reproducibility is of a lower order, dependent on the relative dimensions of the specimen and the centrifuge.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

ICS 19.040
