



IEC 60068-2-31

Edition 2.0 2008-05

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

BASIC SAFETY PUBLICATION

PUBLICATION FONDAMENTALE DE SÉCURITÉ

Environmental testing –

Part 2-31: Tests – Test Ec: Rough handling shocks, primarily for equipment-type specimens

Essais d'environnement –

Partie 2-31: Essais – Essai Ec: Choc lié à des manutentions brutales, essai destiné en premier lieu aux matériels

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

P

ICS 19.040

ISBN 2-8318-9794-7

—•••••

CONTENTS

FOREWORD	3
1 Scope	5
2 Normative references	5
3 General description of test	6
4 Initial measurements	8
5 Testing	8
5.1 Drop and topple	8
5.1.1 Description	8
5.1.2 Test Facility	8
5.1.3 Testing procedures	8
5.2 Free fall – Procedure 1	9
5.2.1 Description	9
5.2.2 Test Facility	9
5.2.3 Test severity	9
5.2.4 Testing procedures	9
5.3 Free fall repeated – Procedure 2	10
5.3.1 Description	10
5.3.2 Test facility	10
5.3.3 Test severity	10
5.3.4 Testing procedure	10
6 Final measurements	10
7 Information to be included in the relevant specification	11
7.1 Drop and topple test	11
7.2 Free fall and free fall repeated tests	11
8 Information to be given in the test report	11
Annex A (normative) Test apparatus for repeated free fall test – Procedure 2	13
Annex B (informative) Selection of test severities for free fall tests – Guidance	15
Figure 1 – Dropping on to a face	7
Figure 2 – Dropping on to a corner	7
Figure 3 – Topple (or push over)	7
Figure A.1 – Rotating (or tumbling) barrel	14
Table 1 – Fall heights versus mass	9
Table B.1 – Examples of typical test severities	16

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ENVIRONMENTAL TESTING –

**Part 2-31: Tests –
Test Ec: Rough handling shocks,
primarily for equipment-type specimens**

FOREWORD

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

International Standard IEC 60068-2-31 has been prepared by IEC technical committee 104: Environmental conditions, classification and methods of test.

This second edition cancels and replaces the first edition, published in 1969 and constitutes a technical revision.

The major changes with regard to the previous edition concern the introduction of soft packaging tests, where appropriate. This new edition of IEC 60068-2-31 now incorporates the second edition of IEC 60068-2-32 (1975).

IEC 60068-2-32 will be withdrawn once this standard has been issued.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
104/458/FDIS	104/462/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

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

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

ENVIRONMENTAL TESTING –

Part 2-31: Tests – Test Ec: Rough handling shocks, primarily for equipment-type specimens

1 Scope

This part of IEC 60068 deals with a test procedure for simulating the effects of rough handling shocks, primarily in equipment-type specimens, the effects of knocks, jolts and falls which may be received during repair work or rough handling in operational use.

This procedure does not simulate the effects of impacts received during transportation as loosely constrained cargo. Where the effects of loose cargo transportation are to be assessed, test Ee: Bounce should be used. Also this procedure does not simulate the effects of shock applied to installed equipments. Where this effect is to be assessed refer to test Ea: Shock.

Testing should only be specified for equipment likely to receive such rough handling, for example those of small to medium size and mass, and should only be applied to those faces and corners where there is a risk of such treatment being encountered.

In general, equipment which is frequently handled and serviced (for example field equipment and unit spares) can be considered at risk, whereas equipment forming an integral part of a permanent installation would not normally be considered at risk and need not be tested.

Testing may not be applicable to fragile unprotected equipment of irregular shape (for example aircraft nose radar) which, when removed from the installation would be contained in a handling frame or jig. It may however be applicable to these items of equipment when they are in their transit case or in their handling frame or jig.

For equipment which stands only on one face (for example the normal base) the test is generally only applied to that face.

Shock tests are performed on the specimen when fixed to the test machine. Drop and topple, free fall, repeated free fall and bounce tests are performed with the specimen free.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60068-2-27, *Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

IEC 60068-2-55:1987, *Environmental testing – Part 2-55: Tests – Test Ee and guidance: Bounce*

IEC Guide 104, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications*

ISO 48:2007, *Rubber, vulcanized or thermoplastic – Determination of hardness (hardness between 10 IRHD and 100 IRHD)*

ISO 4180-2:1980, *Complete, filled transport packages – General rules for the compilation of performance test schedules – Part 2: Quantitative data*

3 General description of test

Rough handling shocks can be simulated by one or more of the following tests:

a) Drop and topple

A simple test intended to assess the effects of knocks or jolts likely to be received primarily by equipment-type specimens during repair work or rough handling on a table or bench.

b) Free fall – Procedure 1

A simple test to assess the effects of falls likely to be experienced due to rough handling. It is also suitable to demonstrate a degree of robustness.

c) Free fall – Procedure 2

A test that additionally simulates repetitive shocks likely to be received by certain component-type specimens, for example connectors in service.

The topple test need not be applied to specimens which have dimensions which make them stable whilst being handled. Reference to points 1) and 2) below should be made for information on the “*c – g* ratio” and “height ratio” to establish if the test is necessary.

The falling or topple actions produced by the test procedures given in 5.1.3.1, 5.1.3.2 and 5.1.3.3 are illustrated by Figures 1, 2 and 3.

The drop and topple test includes three distinct procedures:

- i) dropping on to a face (5.1.3.1);
- ii) dropping on to an edge or a corner (5.1.3.2);
- iii) toppling (or pushover) (5.1.3.3).

The purpose of each of these procedures is basically the same, but they represent different kinds of handling.

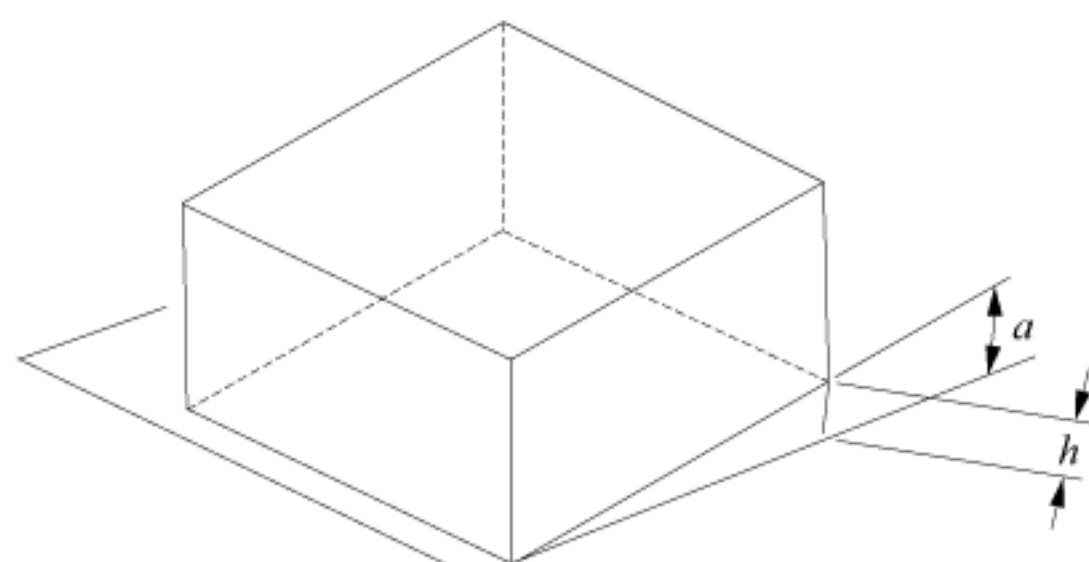
The test is not intended to be a precise test and a tolerance of $\pm 10\%$ is allowed on the heights and angles prescribed in 5.1.2.

NOTE For a more precise shock test, test Ea: Shock (IEC 60068-2-27) should be used.

The topple test need not be applied to specimens which have dimensions which make them stable while being handled. When considering the applicability of the topple test, two dimensional ratios are important:

- 1) the ratio of the height of the centre of gravity from the base, to the smaller dimension of the base, hereinafter referred to as the *c – g* ratio;
- 2) the ratio of the height of the specimen to the smaller dimension of the base, hereinafter referred to as the height ratio.

If the *c – g* ratio is small, for example less than 0,25, the specimen is unlikely to fall over due to sudden sideways displacements. If the height ratio is small, for example less than 0,5, the specimen is unlikely to topple over due to a sudden sideways force or blow at the top. In such cases the writer of the relevant specification should consider whether the topple test is applicable.



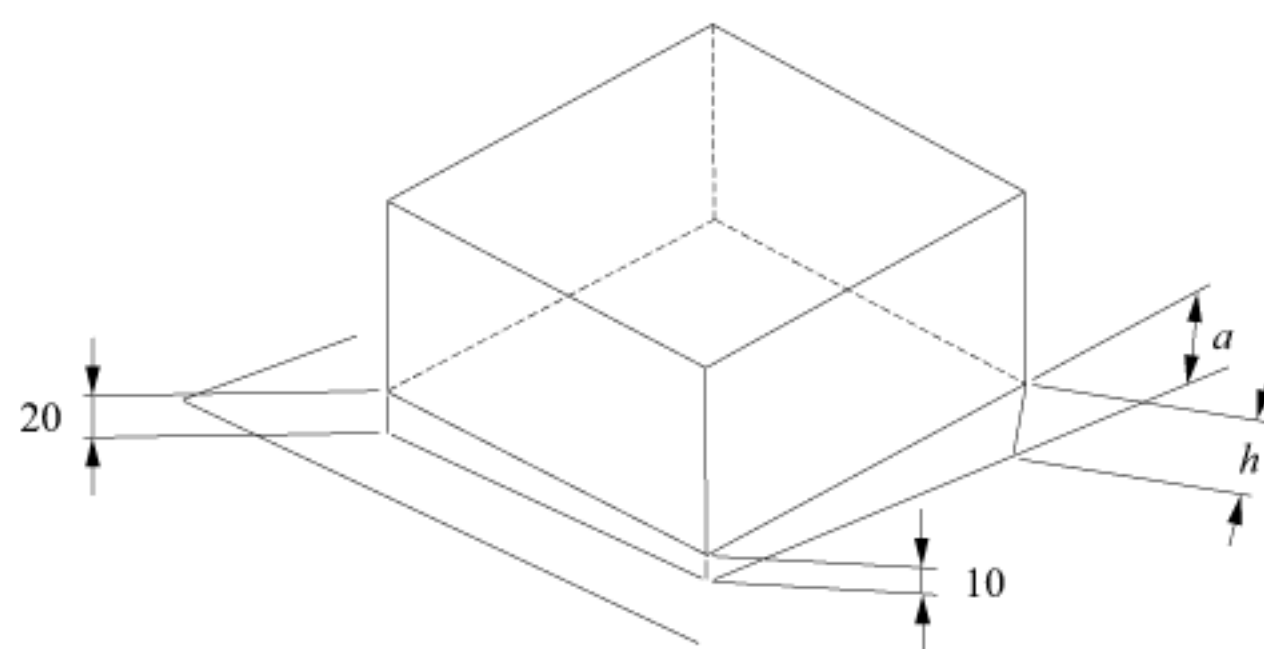
IEC 782/08

h = distance between edge of specimen and test surface

a = angle between bottom face of specimen and test surface

Figure 1 – Dropping on to a face

Dimensions in millimetres

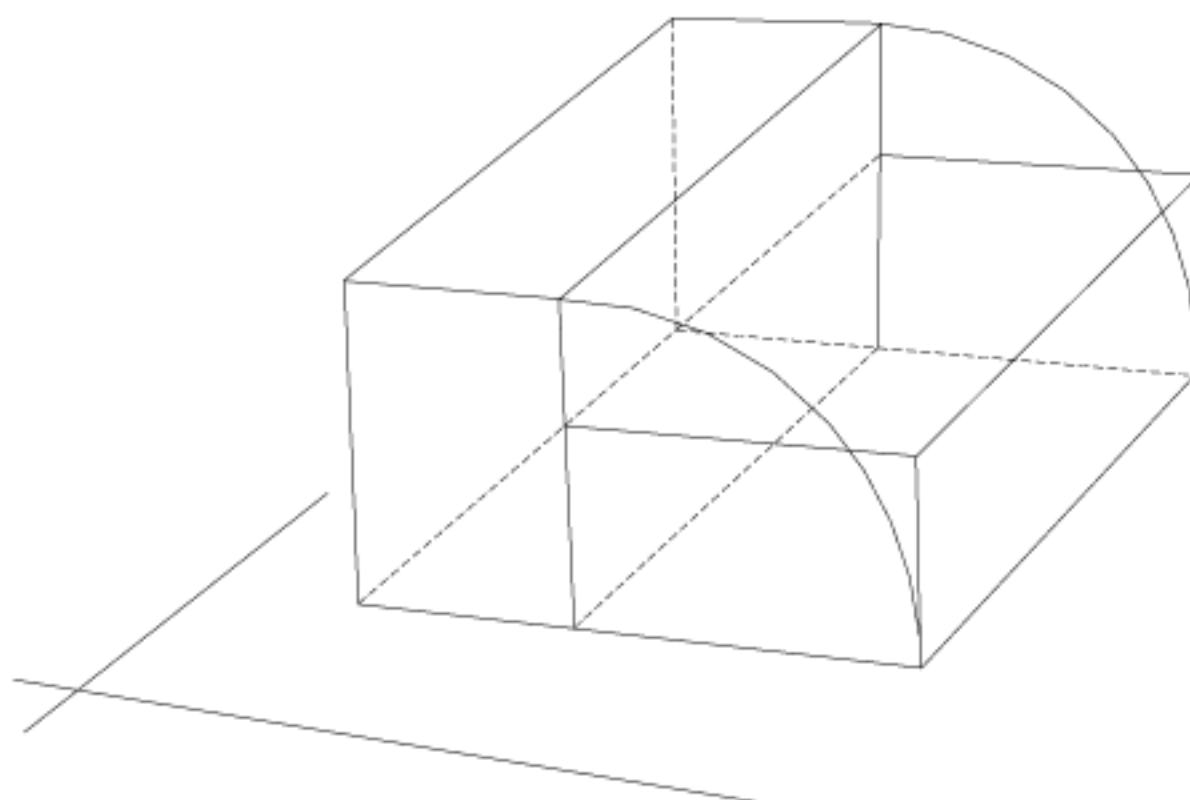


IEC 783/08

h = distance between edge of specimen and test surface

a = angle between bottom face of specimen and test surface

Figure 2 – Dropping on to a corner



IEC 784/08

Figure 3 – Topple (or push over)

4 Initial measurements

Before commencement of the test, the specimen shall be visually examined and electrically and mechanically checked as required by the relevant specification.

5 Testing

5.1 Drop and topple

5.1.1 Description

Having taken into account the manner in which the specimen will be handled in use and during repair, the relevant specification shall state the test procedure to be used and whether covers, cables, etc., are to be in position or not. The relevant specification shall also state whether the specimen is, or is not, operational during the test.

In the test procedure where the specimen is dropped on to a face or corner, it is possible for the specimen to topple onto a different face instead of falling back onto the test face as intended. This shall be avoided by a suitable method.

In any of the test procedures, the specimen shall not be allowed to continue rolling about the next edge.

Where the number of bottom edges exceeds four, the number of drops or topples shall be limited to four and the relevant specification shall prescribe the edges to be used for the test.

5.1.2 Test facility

The test facility surface shall be smooth, hard, rigid, unyielding, horizontal and, for example, made of concrete or steel. The steel plate shall be wet floated, that is, installed while the concrete is still wet in order to remove voids, or bonded to the concrete. The seismic reaction mass of the facility shall be at least 20 times the mass of the specimen under test. The thickness of the steel plate shall be a minimum of 25 mm. With a specimen in excess of 500 kg, the steel plate shall be at least 40 mm thick, level within two degrees to the horizontal and with a Brinell hardness of 90 – 300.

5.1.3 Testing procedures

5.1.3.1 Dropping onto a face

The specimen, standing in its normal position of use, is tilted along one bottom edge so that the distance between the opposite edge and the test surface is 25 mm, 50 mm or 100 mm, as prescribed by the relevant specification, or so that the angle made by the bottom and the test surface is 30°, whichever condition is less severe.

It is then allowed to fall freely onto the test surface.

The specimen shall be subjected to one drop along each of four bottom edges (see also Figure 1).

5.1.3.2 Dropping onto an edge or a corner

The specimen, standing in its normal position of use, is raised above the test surface by placing a wooden stud 10 mm high under one corner, and a 20 mm wooden stud under the other adjacent corner of one of the bottom edges. The specimen is then lifted above the test surface by rotating it about the edge on the two studs, until the other corner adjacent to the 10 mm stud is raised 25 mm, 50 mm or 100 mm, as prescribed in the relevant specification, or

so that the angle made by the specimen and the test surface is 30°, whichever condition is less severe.

It is then allowed to fall freely on the test surface.

The specimen shall be subjected to one drop on each of the four bottom corners by applying the test along the four bottom edges in turn (see Figure 2).

5.1.3.3 Topple or push-over

The specimen, standing in its normal position of use, is tilted about one bottom edge until it reaches a position of instability. It is then allowed to fall over freely from this position on to an adjacent face.

The specimen shall be subjected to one topple about each of four bottom edges (see also Figure 3).

5.2 Free fall – Procedure 1

5.2.1 Description

The specimen shall be allowed to fall freely in its normal attitudes of transport or use, as prescribed in the relevant specification.

Unless otherwise prescribed in the relevant specification, the specimen shall be subjected to two falls from each prescribed attitude.

5.2.2 Test facility

The test facility used for free fall, procedure 1, is identical to that described in 5.1.2.

5.2.3 Test severity

Test severity is defined by the height of fall which shall be taken from the following series, taking into account the mass of the specimen, unless real usage conditions are known or as otherwise specified:

Table 1 – Fall heights versus mass

25 mm				Mass < 50 kg
50 mm,	100 mm,	250 mm,	500 mm	Mass < 10 kg
750 mm,	1 000 mm	1500 mm		Mass < 1 kg
^a The values in bold type are preferred values. ^b For specimens in their transit case or for packed specimens, use the fall heights given in ISO 4180-2.				

5.2.4 Testing procedures

The specimen shall be dropped onto the surface of the test facility, see 5.2.2, from a height selected from values in 5.2.3 and as prescribed in the relevant specification.

The height shall be measured from the part of the specimen nearest to the test surface, when the specimen is suspended prior to letting it fall.

The method of releasing the specimen shall allow free fall from the position of suspension with a minimum of disturbance at the moment of release.

Where justified, other impact surfaces and hitting angle of the specimen may be prescribed in the relevant specification.

5.3 Free fall repeated – Procedure 2

5.3.1 Description

The specimen shall be placed in the test apparatus and subjected to the prescribed number of falls. If the specimen is normally attached to a cable, the relevant specification shall state the type of cable to be used. When the specimen is normally attached to a cable, a free length of 100 mm of cable shall remain connected to the specimen during the test, unless otherwise prescribed in the relevant specification.

5.3.2 Test facility

A suitable apparatus for use as the test facility is described in Annex A.

The specimen shall fall onto a smooth, hard, rigid test surface which, unless otherwise prescribed by the relevant specification, shall be of steel of 3 mm thickness, backed by hardwood of between 10 mm and 19 mm thickness.

NOTE 1 The tumbling barrel may not be appropriate for heavy specimens or if the shape of specimen prevents repeated free fall.

5.3.3 Test severity

The total number of falls shall be as prescribed in the relevant specification and shall be taken from the following series:

50, 100, 200, 500, 1 000

The height of the fall shall be 500 mm or 1000 mm.

NOTE The height of the fall should be related to the intended usage of the specimen.

5.3.4 Testing procedure

Each specimen is tested individually, and to simulate practical conditions, a length of cable (see 5.3.1) is normally attached to the specimen during the test, which consists of subjecting the specimen to a prescribed number of falls from a specified height onto a hard surface. The effect of the test is checked in relation to the changes, if any, in the mechanical and electrical parameters of the specimen.

The test apparatus shall be such that the prescribed number of falls from the specified height selected from values given in 5.3.3 and stated in the relevant specification may be applied to individual specimens. The number of falls selected from the list given below should be related to the intended usage of the item.

Annex A describes one suitable form of apparatus employing a rotating barrel.

6 Final measurements

The specimen shall be visually examined and electrically and mechanically checked, as required by the criteria prescribed in the relevant specification.

The rate of fall shall be approximately ten falls per minute.

7 Information to be included in the relevant specification

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

7.1 Drop and topple test	Clause
a) Initial measurements	4
b) Testing	5.1.1
c) Fitting of cables, covers, etc.	5.1.1
d) Whether the specimen is operational or not during the test	5.1.1
e) Edges to be used in the test, where there are more than four bottom edges	5.1.1
f) Height of drop onto a face	5.1.3.1
g) Height of drop onto a corner	5.1.3.2
h) Final measurements	6
7.2 Free fall and free fall repeated tests	
a) Initial measurements	4
b) Test surface if other than concrete or steel	5.1.2
c) Height of fall	Table 1, 5.3.4
d) Attitude from which the specimen is dropped	5.2.1
e) Number of falls, if other than two	5.2.1
f) Final measurements	6
g) Type of cable to be attached	5.3.1

8 Information to be given in the test report

As a minimum, the test report shall show the following information:

- | | |
|---|---|
| 1. Customer | (name and address) |
| 2. Test laboratory | (name and address) |
| 3. Test report identification | (date of issue, unique number) |
| 4. Test dates | |
| 5. Type of test | (free fall or drop and topple) |
| 6. Purpose of the test | (development test, qualification, etc.) |
| 7. Test standard, edition | (relevant test procedure) |
| 8. Test specimen description | (unique identity, drawing, photo, quantity, etc.) |
| 9. Mounting of test specimen | (test apparatus used, if applicable) |
| 10. Performance of test apparatus | (description and mass of test surface) |
| 11. Initial and final measurements | |
| 12. Required severities | (from test specification) |
| 13. Test severities with documentation | |
| 14. Test results | (comment on status of test specimen) |
| 15. Observations during testing and actions taken | |
| 16. Summary of test | |

- 17. Test manager (name and signature)
- 18. Distribution (list of those receiving report)

NOTE A test log should be written in which the test is documented, e.g. with a chronological list of test runs that includes test parameters, observations during testing and actions taken as well as data sheets on measurements made. The test log can be attached to the test report.

Annex A (normative)

Test apparatus for repeated free fall test – Procedure 2

One suitable form of apparatus for the repeated free fall test (see 5.3.4) is based on a barrel which rotates and causes a free fall combined with a tumbling motion of the specimen. Where a large number of specimens have to be tested, the barrel may contain a number of sections, one specimen being placed in each section, so that simultaneous testing may be carried out.

The width of each section, W , is not specified but shall preferably be between 200 mm and 300 mm, depending on the size of the specimen.

The dimensions of the barrel, and/or its sections shall be as shown in Figure A.1. The smooth, rigid, steel test surface at each end, 3 mm in thickness, is backed by wood of between 10 mm and 19 mm thickness (see also 5.1.2).

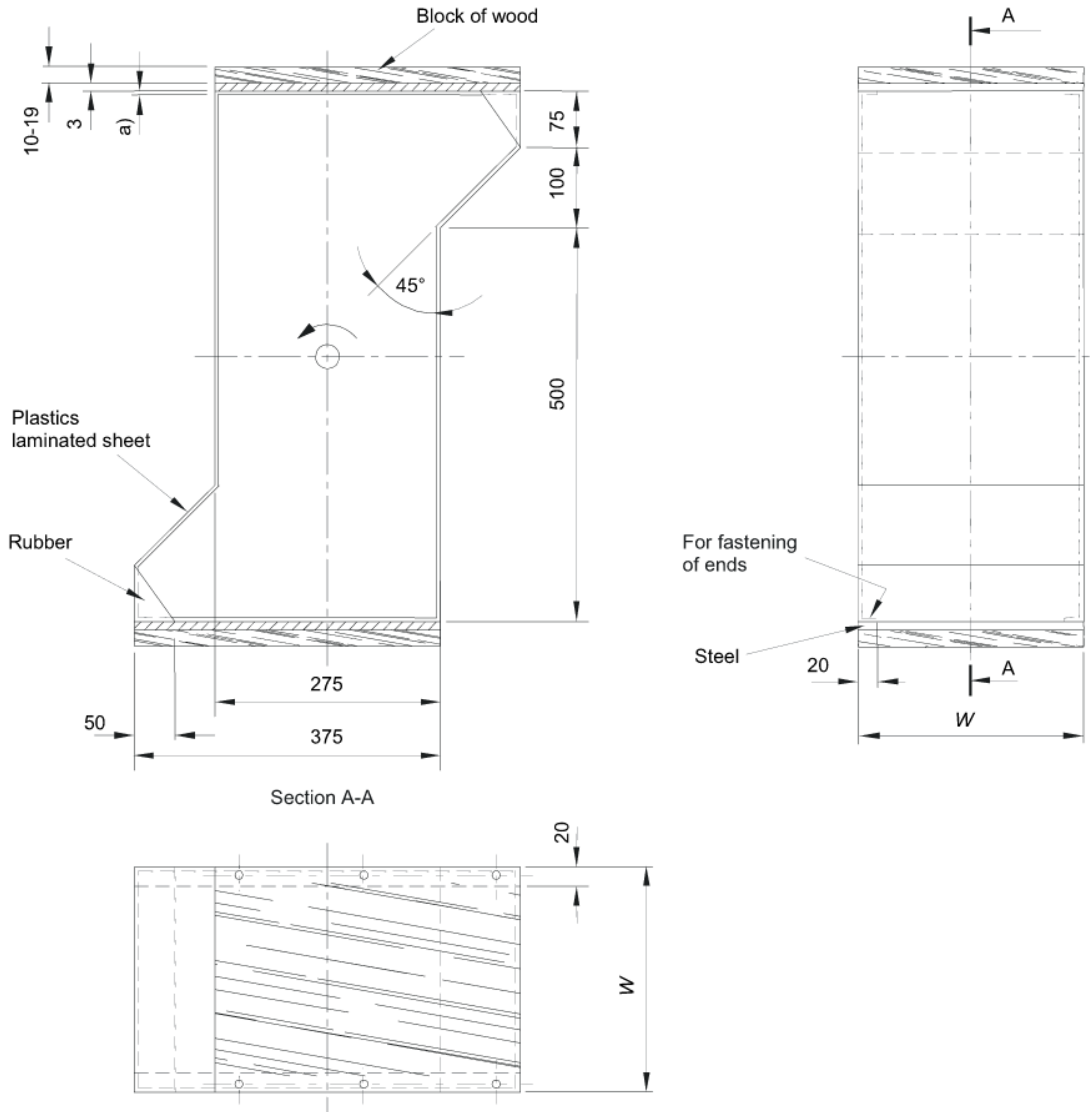
Each compartment in which the specimen rests between falls is backed by a wedge-shaped piece made of chip-resistant rubber with a hardness of 80 ± 20 IRHD¹, as defined in ISO 48, and the sliding surfaces of that same compartment are made of smooth, hard plastics laminated sheet.

The rotating barrel is designed so that the shaft does not protrude into the interior.

The rotating barrel is provided with an aperture with a lid which may be made of transparent acrylic material.

¹ International rubber hardness degrees.

Dimensions in millimetres



a) The body of the rotating barrel is of sheet of 1,5 mm thickness

IEC 785/08

Figure A.1 – Rotating (or tumbling) barrel

Annex B

(informative)

Selection of test severities for free fall tests – Guidance

B.1 Object

The free fall test is applicable to specimens which during transportation, handling or repair work are liable to be dropped from their means of transport or from a work surface. The test is not applicable to very heavy specimens or to those with large dimensions, for example large power transformers.

B.2 Selection of test severities

The specification writer intending to prescribe this test should refer to Clause 7 of this standard to ensure that all such information is included in the relevant specification.

Where possible, the test severity applied to the specimen should be related to the expected handling and transport conditions to which the specimen will be subjected. However, it is neither realistic nor economical to expect all specimens to survive the most severe mis-handling which can be encountered in service, for example, dropping from an aircraft loading platform or from a crane. For tests on specimens where it is required to demonstrate serviceability, the height of the fall should be selected taking into account the risk of occurrence, the tolerable level of damage and the conditions of operational use, transportation and storage.

The appropriate severity, selected from 5.2.3, and 5.3.3 should be related to the mass of the specimen, the type of handling and transport, and whether the test is to be applied to unpacked specimens such as sub-assemblies, components, non-portable equipment, or transportable items which are housed in integral transport cases.

In the absence of precise information on these aspects, a suitable severity should be selected by the specification writer from Table B.1 which lists examples of severities appropriate to various transport or handling conditions.

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 in handling differ from those shown in the table.

Table B.1 – Examples of typical test severities

Height of fall mm	Specimen mass		Example of unpacked specimen	Type of handling
	Unpacked kg	In integral transport cases kg		
25	≥ 50	>500	Cubicles	Fork lift trucks ^a
50	>10 < 50	≤200	Cabinets	Fork lift trucks ^a
100	>10 < 50	≤100	Switchboards	Cranes ^a
250	>10 < 50	≤75	Portable cases	Storage, Stacking
500	<10	≤40	Small items	Fall from conveyor belts
1 000	≤1	≤15	Components, small assemblies	Fall from work benches or tailboard of truck
^a This is limited to simulate the impact when lowered to the loading level by a fork lift truck or crane, not dropping from the platform of the truck or sling of the crane.				

Copyright International Electrotechnical Commission
Not for Resale

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	19
1 Domaine d'application	21
2 Références normatives	21
3 Description général de l'essai	22
4 Mesures initiales	24
5 Epreuve	24
5.1 Chute et culbute	24
5.1.1 Description	24
5.1.2 Installation d'essai	24
5.1.3 Méthodes d'essai	24
5.2 Chutes libres – Méthode 1	25
5.2.1 Description	25
5.2.2 Installation d'essai	25
5.2.3 Sévérité de l'essai	25
5.2.4 Méthodes d'essai	26
5.3 Chutes libres répétées – Méthode 2	26
5.3.1 Description	26
5.3.2 Installation d'essai	26
5.3.3 Sévérité de l'essai	26
5.3.4 Méthode d'essais	26
6 Mesures finales	27
7 Renseignements à inclure dans la spécification particulière	27
7.1 Essais de chute et culbute	27
7.2 Essais de chute libre et de chutes libres répétées	27
8 Renseignements à fournir dans le rapport d'essai	27
Annexe A (normative) Appareillage d'essais pour les essais de chutes libres répétées – Méthode 2	29
Annexe B (informative) Sélection des sévérités d'essai pour les essais de chutes libres – Guide	31
Figure 1 – Chute sur une face	23
Figure 2 – Chute sur un coin	23
Figure 3 – Culbute	23
Figure A.1 – Tonneau rotatif	30
Tableau 1 – Hauteurs de chute par rapport à la masse	25
Tableau B.1 – Exemples de sévérités d'essais types	32

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

**Partie 2-31: Essais –
Essai Ec: Choc lié à des manutentions brutales,
essai destiné en premier lieu aux matériels**

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 60068-2-31 a été établie par le comité d'études 104 de la CEI: Conditions, classification et essais d'environnement.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition, publiée en 1969, et constitue une révision technique.

Les modifications principales par rapport à l'édition précédente concernent l'introduction, aux endroits appropriés, des essais sur les emballages. Par ailleurs, la deuxième édition de la CEI 60068-2-32 (1975) a été incorporée dans cette nouvelle édition de la CEI 60068-2-31:

La CEI 60068-2-32 sera supprimée une fois que la présente norme aura été publiée.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
104/458/FDIS	104/462/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Elle a le statut de publication fondamentale de sécurité, conformément au Guide CEI 104.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60068, présentées sous le titre général *Essais d'environnement*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

ESSAIS D'ENVIRONNEMENT –

Partie 2-31: Essais – Essai Ec: Choc lié à des manutentions brutales, essai destiné en premier lieu aux matériels

1 Domaine d'application

Cette partie de la CEI 60068 consiste en une procédure d'essai pour la simulation des effets de chocs lié à des manutentions brutales, principalement pour les spécimens tels que des matériels, les effets des coups, des heurts et des chutes qui peuvent être reçus au cours de réparations ou de manutentions brutales durant leur fonctionnement.

Cette méthode ne simule pas les effets d'impacts reçus pendant le transport sans arrimage. Lorsqu'il est prévu d'évaluer les effets du transport sans arrimage il convient d'utiliser l'essai Ee: de rebondissement. Cette méthode ne simule donc pas les effets de chocs appliqués aux équipements installés. Lorsque il est prévu d'évaluer cet effet, se référer à l'essai Ea de chocs.

Il convient que cet essai ne soit normalement spécifié que pour les matériels susceptibles d'être ainsi manipulés, par exemple ceux dont la taille et la masse sont moyennes ou petites, et n'être appliqué qu'aux faces ou coins qui risquent de subir un tel traitement.

En général, on peut considérer qu'un matériel qui est fréquemment manipulé et entretenu (par exemple, les matériels de servitude et les unités de rechange) court un tel risque, alors que l'on considérera qu'un matériel qui fait partie intégrante d'une installation fixe ne court normalement pas ce risque et n'a pas besoin d'être soumis à cet essai.

Cet essai peut ne pas être applicable aux matériels fragiles et non protégés dont la forme est irrégulière (par exemple un radar frontal d'avion) qui, lorsqu'ils sont retirés de l'installation fixe, sont généralement placés dans un berceau ou un cadre de manutention. Il peut toutefois être applicable à ces matériels lorsqu'ils sont dans leur emballage de transport, ou dans leur berceau ou cadre de manutention.

Pour les matériels qui ne tiennent dressés que sur une face (par exemple la base normale), on n'exécute généralement l'essai que sur cette seule face.

On exécute les essais de chocs en fixant le spécimen à la machine d'essai. Les essais de chute et culbute, de chute libre, de chutes libres répétées et de rebondissement sont exécutés sur des spécimens non fixés.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60068-2-27, *Essais d'environnement – Partie 2-27: Essais – Essai Ea et guide: Chocs*

CEI 60068-2-55:1987, *Essai d'environnement – Partie 2-55: Essais – Essai Ee et guide: Rebondissement*

Guide CEI 104, *Elaboration des publications de sécurité et utilisation des publications fondamentales de sécurité et publications groupées de sécurité*

ISO 48:2007, *Caoutchouc vulcanisé ou thermoplastique – Détermination de la dureté (Dureté comprise entre 10 DIDC et 100 DIDC)*

ISO 4180-2:1980, *Emballages d'expédition complets et pleins – Règles générales pour l'établissement des programmes d'essais d'aptitude à l'emploi – Partie 2: Données quantitatives*

3 Description général de l'essai

Le choc lié à des manutentions brutales peut être simulé par un ou plusieurs des essais suivants:

a) Chute et culbute

Un essai simple destiné à l'estimation des effets de coups ou de secousses que peuvent subir surtout les matériels au cours de réparations ou de manutentions brutales sur une table ou un établi.

b) Chutes libres – Méthode 1

Un essai simple destiné à l'estimation des effets de chutes qui peuvent se produire au cours de manutentions brutales. Il convient aussi pour faire la preuve d'une certaine robustesse.

c) Chutes libres – Méthode 2

Un test qui simule aussi les effets de chocs répétitifs que peuvent subir certains composants, par exemple des connecteurs pendant leur utilisation.

L'essai de culbute n'a pas à être effectué sur les spécimens dont les dimensions les rendent stables au cours des manutentions. Il convient de se référer aux points 1) et 2) pour obtenir les renseignements concernant le «rapport $c - g$ » et le «rapport hauteur» afin de déterminer si l'essai est nécessaire.

Les Figures 1, 2 et 3 sont des illustrations des chutes et culbutes qui sont décrites dans les méthodes d'essai présentées en 5.1.3.1, 5.1.3.2 et 5.1.3.3.

L'essai de chute et de culbute comprend trois méthodes distinctes:

- i) chute sur une face (5.1.3.1) ;
- ii) chute sur une arête ou un coin (5.1.3.2) ;
- iii) culbute (5.1.3.3).

Le but de chacune de ces méthodes est fondamentalement le même, mais elles représentent différentes sortes de manipulation.

Cet essai n'est pas prévu pour être précis et une tolérance de $\pm 10\%$ est permise pour les hauteurs et les angles exigés en 5.1.2.

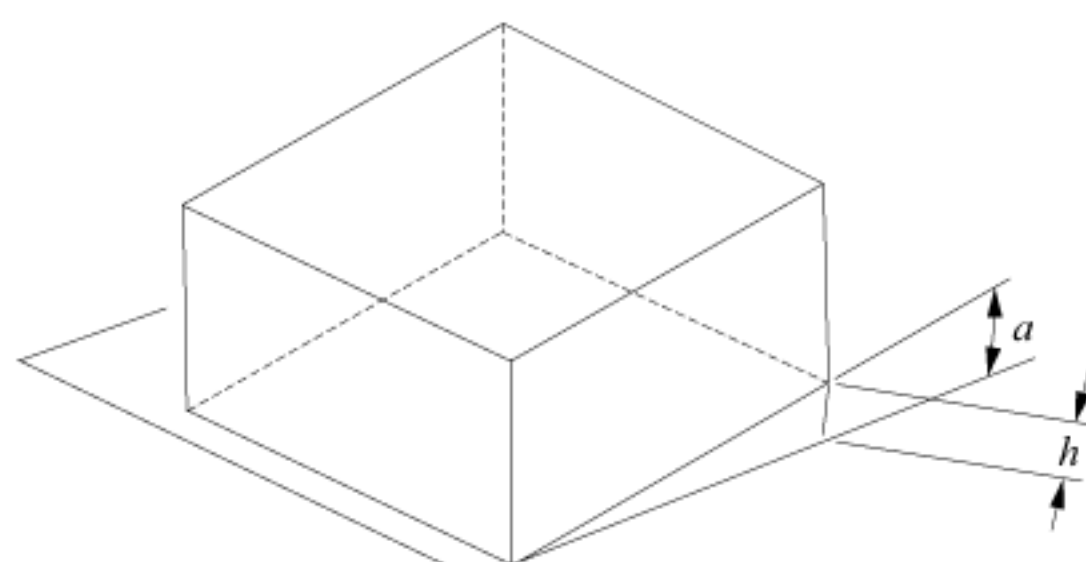
NOTE Pour un essai de chocs plus précis, l'essai Ea: Chocs (CEI 60068-2-27) devrait être utilisé.

L'essai de culbute n'a pas à être effectué sur les spécimens dont les dimensions les rendent stables au cours des manutentions. Lorsqu'on considère l'applicabilité de l'essai de culbute, deux rapports dimensionnels sont importants:

- 1) le rapport de la hauteur du centre de gravité à la base, à la plus petite dimension de la base, rapport appelé ci-après, rapport $c - g$;

- 2) le rapport de la hauteur du spécimen à la plus petite dimension de la base, rapport rappelé ci-après, le rapport hauteur.

Si le rapport $c - g$ est petit, par exemple inférieur à 0,25, le spécimen a peu de chance de basculer par suite de déplacements brusques de côté. Si le rapport hauteur est faible, par exemple inférieur à 0,5, le spécimen a peu de chance de culbuter par suite de forces latérales ou de coups soudains sur son sommet. Dans de tels cas, le rédacteur de la spécification particulière devrait étudier si l'essai de culbute est applicable.



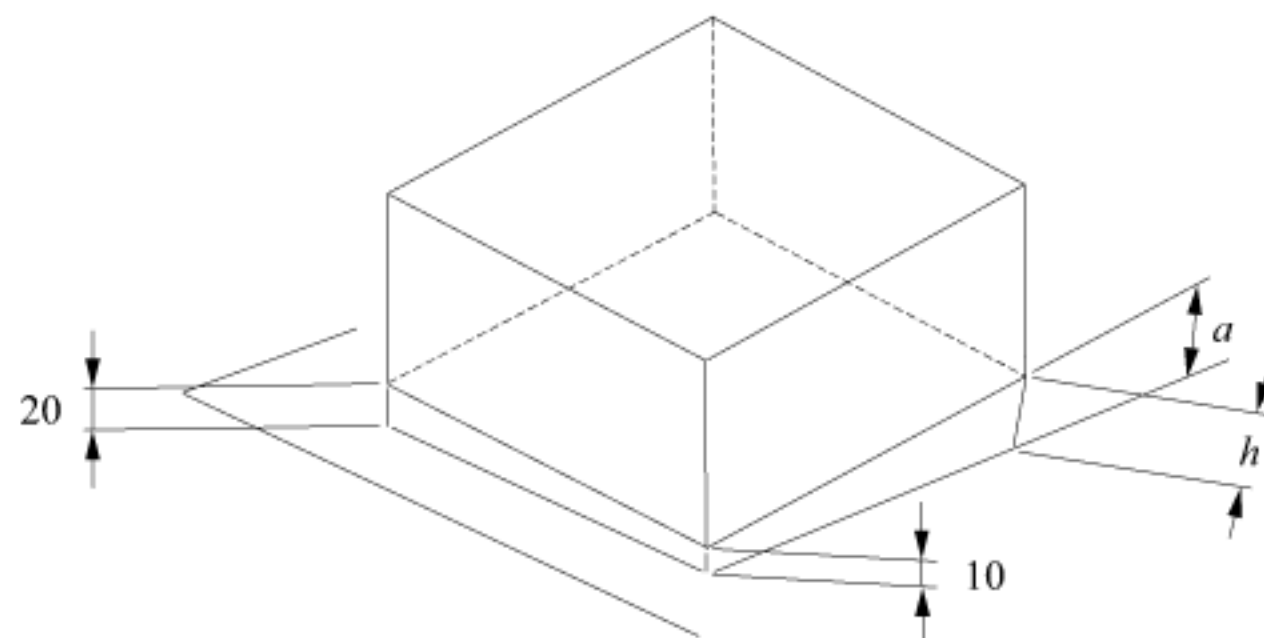
IEC 782/08

h = distance entre une arête du spécimen et la surface d'essai

a = angle formé par la face inférieure du spécimen et la surface d'essai

Figure 1 – Chute sur une face

Dimensions en millimètres

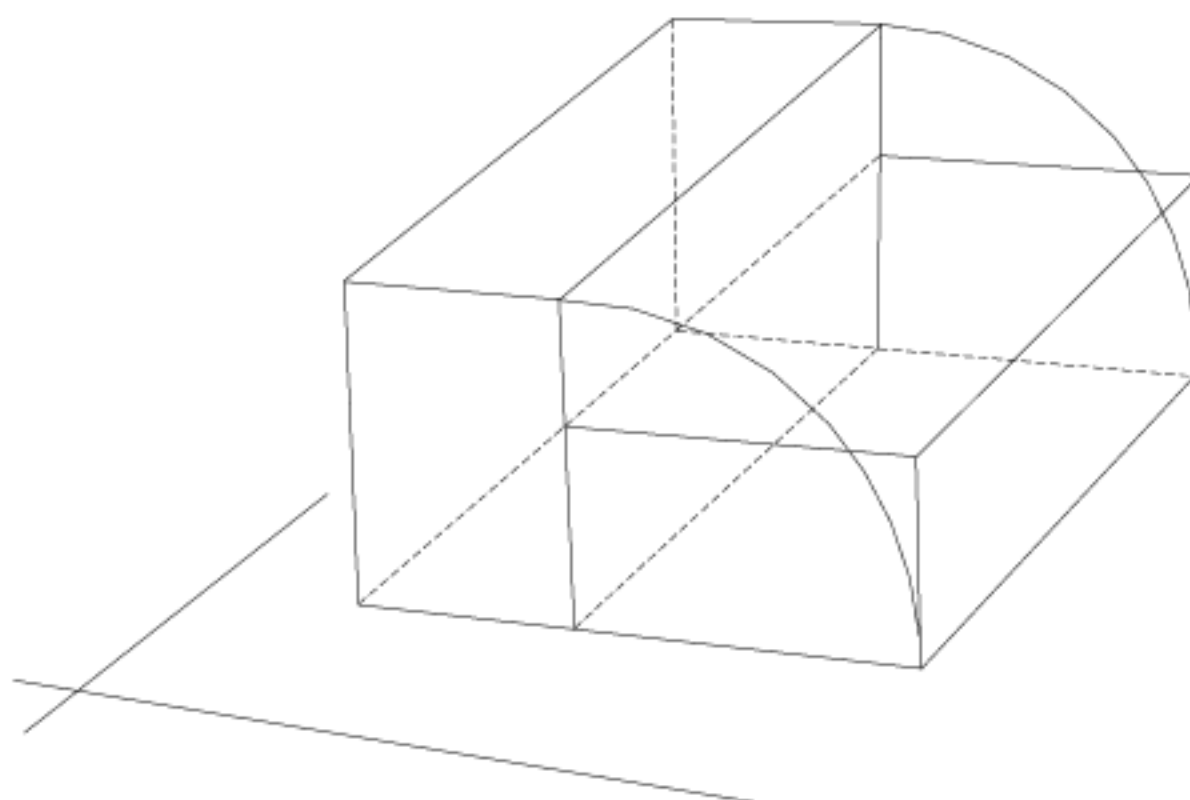


IEC 783/08

h = distance entre une arête du spécimen et la surface d'essai

a = angle formé par la face inférieure du spécimen et la surface d'essai

Figure 2 – Chute sur un coin



IEC 784/08

Figure 3 – Culbute

4 Mesures initiales

Avant le commencement de l'essai, le spécimen doit être examiné visuellement et soumis aux vérifications électriques et mécaniques requises par la spécification particulière.

5 Epreuve

5.1 Chute et culbute

5.1.1 Description

Tenant compte de la manière dans laquelle le spécimen sera manipulé en utilisation et au cours des dépannages, la spécification particulière doit décider de la méthode d'essai à utiliser et si les couvercles, les câbles, etc., doivent être en place ou non pour l'épreuve. La spécification particulière doit stipuler si le spécimen est, ou non, dans ces conditions de fonctionnement pendant l'essai.

Dans la méthode d'essai où le spécimen est laissé tombé sur une face ou sur un coin, il est possible que le spécimen se renverse sur une face différente au lieu de retomber sur la face d'essai prévue. Ceci doit être évité par une méthode convenable.

Dans chaque méthode d'essai, le spécimen ne doit pas continuer à rouler autour de l'arête suivante.

Lorsque le nombre d'arêtes de la base est supérieur à quatre, le nombre de chutes ou de culbutes doit être limité à quatre et la spécification particulière doit exiger les arêtes à utiliser pour l'essai.

5.1.2 Installation d'essai

La surface de l'installation d'essai doit être lisse, dure, rigide, très résistante, horizontale et, par exemple, en béton ou en acier. La plaque d'acier doit avoir été intégrée au béton, c'est à dire installée pendant que le béton est toujours humide pour enlever les vides, ou doit être liée au béton. La masse de réaction sismique de l'installation doit être au moins égale à 20 fois la masse du spécimen soumis à l'essai. L'épaisseur de la plaque d'acier doit être au minimum de 25 mm. Avec un spécimen au-delà de 500 kg, la plaque d'acier doit avoir au moins une épaisseur de 40 mm, une inclinaison inférieure à deux degrés par rapport à l'horizontal et une dureté Brinell de 90 – 300.

5.1.3 Méthodes d'essai

5.1.3.1 Chute sur une face

Le spécimen, placé dans sa position normale d'utilisation, est basculé autour d'une de ses arêtes inférieures jusqu'à ce que la distance entre l'arête opposée et la surface d'essai soit de 25 mm, 50 mm ou 100 mm, suivant les exigences de la spécification particulière, ou jusqu'à ce que l'angle fait par la face inférieure du spécimen et la surface d'essai soit de 30°, si cette dernière condition est moins sévère.

On le laisse ensuite tomber librement sur la surface d'essai.

Le spécimen doit être soumis à une chute autour de chacune des quatre arêtes inférieures (voir également la Figure 1).

5.1.3.2 Chute sur une arête ou un coin

Le spécimen, placé dans sa position normale d'utilisation, est soulevé au-dessus de cette surface en plaçant un goujon de bois de 10 mm de hauteur sous un coin et un goujon de bois de 20 mm de hauteur sous le coin adjacent de l'une des arêtes inférieures. Le spécimen est

alors basculé au-dessus de la surface d'essai en le faisant tourner autour de l'arête reposant sur les deux goujons jusqu'à ce que le coin adjacent à celui placé sur le goujon de 10 mm se soulève de 25 mm, 50 mm ou 100 mm, suivant les exigences de la spécification particulière, ou jusqu'à ce que l'angle fait par le spécimen et la surface d'essai soit de 30°, si cette dernière condition est moins sévère.

On le laisse ensuite tomber librement sur la surface d'essai.

Le spécimen doit être soumis à une chute sur chacun de ses quatre coins inférieurs en appliquant l'essai tour à tour le long de ses quatre arêtes inférieures (voir la Figure 2).

5.1.3.3 Culbute

Le spécimen, placé dans sa position normale d'utilisation, est basculé autour d'une de ses arêtes inférieures jusqu'à l'atteinte d'une position d'instabilité. On le laisse ensuite tomber librement de cette position sur une face adjacente.

Le spécimen est soumis à une culbute autour de chacune des quatre arêtes inférieures (voir également Figure 3).

5.2 Chutes libres – Méthode 1

5.2.1 Description

Le spécimen doit pouvoir tomber librement, étant placé dans ses attitudes normales de transport ou d'utilisation exigés par la spécification particulière.

Sauf indication contraire dans la spécification particulière, le spécimen doit être soumis à deux chutes à partir de chacune des attitudes exigées.

5.2.2 Installation d'essai

L'installation d'essai utilisée pour la chute libre, méthode 1, est identique à celle décrite au 5.1.2.

5.2.3 Sévérité de l'essai

La sévérité de l'essai est définie par la hauteur de chute qui doit être prise dans la série suivante, prenant en compte la masse du spécimen, sauf si des conditions réelles d'utilisation sont connues ou spécifiées par ailleurs:

Tableau 1 – Hauteurs de chute par rapport à la masse

25 mm				Masse < 50 kg
50 mm,	100 mm,	250 mm,	500 mm	Masse < 10 kg
750 mm,	1 000 mm	1 500 mm		Masse < 1 kg
^a Les valeurs en caractères gras sont préférentielles. ^b Pour les spécimens dans leur emballage de transport ou pour les spécimens emballés, utiliser les hauteurs de chute données dans l'ISO 4180-2.				

5.2.4 Méthodes d'essai

On doit laisser tomber les spécimens sur la surface de l'installation d'essai, voir 5.2.2, d'une hauteur choisie parmi les valeurs du 5.2.3 et exigés par la spécification particulière.

La hauteur de chute doit être mesurée à partir de la partie du spécimen la plus près de la surface d'essai, lorsque le spécimen est suspendu avant de le laisser tomber.

La méthode de libération du spécimen doit permettre la chute libre depuis la position de suspension, avec un minimum de perturbation au moment de la libération.

Lorsque c'est justifié, d'autres surfaces d'impact et angles exposés du spécimen peuvent être exigés par la spécification particulière.

5.3 Chutes libres répétées – Méthode 2

5.3.1 Description

Le spécimen doit être placé dans l'appareillage d'essai et soumis au nombre de chutes exigé. Si le spécimen est normalement muni d'un câble, la spécification particulière doit préciser le type de câble à utiliser. Lorsque le spécimen est normalement muni d'un câble, une longueur libre de 100 mm de câble doit rester connectée au spécimen pendant l'essai, sauf indication contraire dans la spécification particulière.

5.3.2 Installation d'essai

L'un des appareillages adaptés à une utilisation comme installation d'essai est exigé en Annexe A.

Le spécimen doit tomber sur une surface d'essai lisse, dure et rigide qui, sauf indication contraire dans la spécification particulière, doit être en acier de 3 mm d'épaisseur, fixée sur une plaque de bois d'épaisseur comprise entre 10 mm et 19 mm.

NOTE 1 Le tonneau rotatif peut ne pas être approprié pour des spécimens lourds ou si la forme du spécimen empêche les chutes libres répétées.

5.3.3 Sévérité de l'essai

Le nombre total de chutes doit être celui qu'exige la spécification particulière et doit être choisi dans la série suivante:

50, 100, 200, 500, 1 000

La hauteur de la chute doit être de 500 mm ou 1 000 mm.

NOTE Il convient que la hauteur de la chute soit en rapport avec l'utilisation envisagée du spécimen.

5.3.4 Méthode d'essais

Chaque spécimen est essayé individuellement et, pour simuler les conditions pratiques d'utilisation, une certaine longueur de câble (voir 5.3.1) est normalement fixée au spécimen pendant l'essai. Celui-ci consiste à soumettre le spécimen au nombre de chutes exigé, sur une surface dure, à partir d'une hauteur spécifiée. L'interprétation de l'essai consiste à vérifier les changements éventuels des paramètres mécaniques et électriques du spécimen.

L'appareillage d'essai doit être tel que chaque spécimen puisse être soumis au nombre de chutes requis, de la hauteur choisie parmi les valeurs données en 5.3.3 et indiquées dans la spécification particulière. Le nombre de chutes choisi dans la liste donnée ci-après devrait être en rapport avec l'utilisation envisagée par utilisateur.

Un appareillage convenable, utilisant un tonneau rotatif, est décrit dans l'Annexe A.

6 Mesures finales

Le spécimen doit être examiné visuellement et soumis aux vérifications électriques et mécaniques requises par les critères exigés dans la spécification particulière.

La cadence de la chute doit être approximativement de dix chutes par minute.

7 Renseignements à inclure dans la spécification particulière

Lorsque cet essai est inclus dans une spécification particulière, les détails suivants doivent être donnés pour autant qu'ils soient applicables.

7.1 Essais de chute et culbute	Article
a) Mesures initiales	4
b) Epreuve	5.1.1
c) Mise en place de câbles, couvercles, etc.	5.1.1
d) Si le spécimen est en fonctionnement ou non durant l'essai	5.1.1
e) Arêtes à utiliser pour l'essai, lorsqu'il y a plus de quatre arêtes inférieures	5.1.1
f) Hauteur de chute sur une face	5.1.3.1
g) Hauteur de chute sur un coin	5.1.3.2
h) Mesures finales	6
7.2 Essais de chute libre et de chutes libres répétées	
a) Mesures initiales	4
b) Surface d'essai, si autre que le béton ou l'acier	5.1.2
c) Hauteur de chute	Tableau 1, 5.3.4
d) Position à partir de laquelle le spécimen est lancé	5.2.1
e) Nombre de chutes, si différent de deux	5.2.1
f) Mesures finales	6
g) Type de câble à utiliser	5.3.1

8 Renseignements à fournir dans le rapport d'essai

Le rapport d'essai doit présenter au moins les informations suivantes:

- | | | |
|----|-----------------------------------|---|
| 1. | Client | (nom et adresse) |
| 2. | Laboratoire d'essai | (nom et adresse) |
| 3. | Identification du rapport d'essai | (date de parution, numéro unique) |
| 4. | Dates des essais | |
| 5. | Type d'essai | (chute libre ou chute et culbute) |
| 6. | Objet de l'essai | (essai de développement, d'homologation, etc.) |
| 7. | Norme d'essai, édition | (méthode d'essai appropriée) |
| 8. | Description du spécimen d'essai | (numéro d'identification unique, dessin, photo, quantité, etc.) |
| 9. | Montage du spécimen d'essai | (appareillage d'essai utilisé, si applicable) |

10. Performance de l'appareillage d'essai (description et masse de la surface d'essai)
11. Mesures initiales et finales
12. Sévérités requises (à partir de la spécification d'essai)
13. Sévérités d'essai avec la documentation
14. Résultats des essais (commentaire sur l'état du spécimen d'essai)
15. Observations au cours des essais et actions entreprises
16. Résumé de l'essai
17. Gestionnaire de l'essai (nom et signature)
18. Diffusion (liste des personnes recevant le rapport)

NOTE Il est recommandé qu'une liste de contrôle des essais soit écrite pour les essais, dans laquelle les essais sont documentés, par exemple, au moyen d'une liste chronologique des cycles d'essais qui inclue les paramètres d'essais, les observations émises au cours des essais et les actions entreprises, ainsi que des fiches techniques sur les mesures réalisées. La liste de contrôle des essais peut être fournie avec le rapport d'essai.

Annexe A (normative)

Appareillage d'essais pour les essais de chutes libres répétées – Méthode 2

Une forme d'appareillage convenant à l'essai de chutes libres répétées (voir 5.3.4) est fondée sur un tonneau qui, en tournant, fait tomber librement les spécimens tout en les basculant. Lorsqu'on doit essayer un grand nombre de spécimens, le tonneau peut être divisé en un certain nombre de sections contenant chacune un spécimen, de telle sorte que l'on puisse procéder à un essai simultané.

La largeur de chaque section, W , n'est pas spécifiée, mais doit être de préférence comprise entre 200 mm et 300 mm, suivant la taille du spécimen.

Les dimensions du tonneau, et/ou de ses sections, doivent être comme indiqué dans la Figure A.1. A chaque extrémité, la surface d'essai en acier, lisse et rigide, de 3 mm d'épaisseur, est doublée par du bois de 10 mm à 19 mm d'épaisseur (voir aussi 5.1.2).

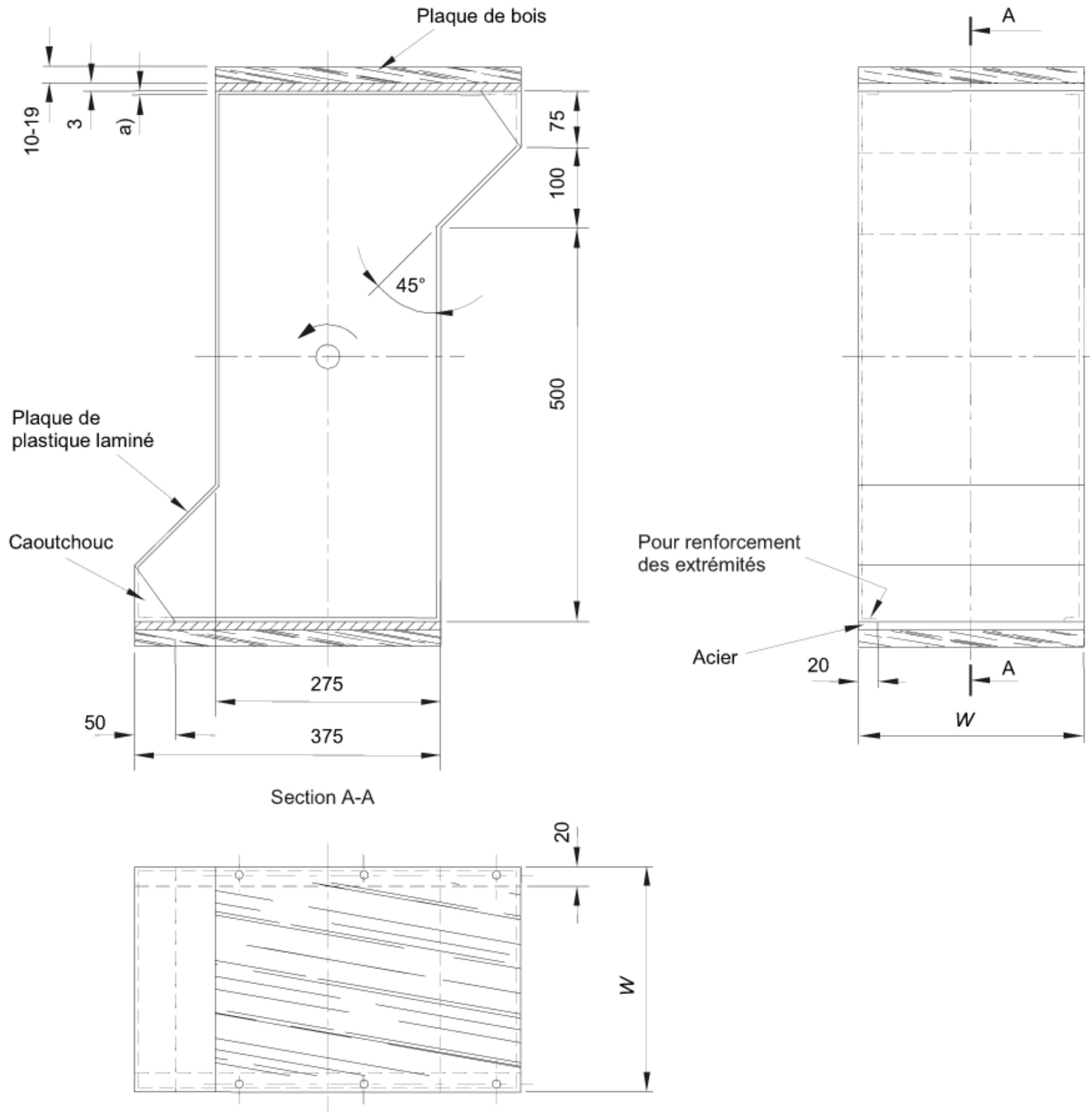
Chaque compartiment dans lequel le spécimen reste entre deux chutes est garni d'une pièce en forme de coin, réalisée en caoutchouc non pelucheux de dureté 80 ± 20 DIDC¹, comme défini dans l'ISO 48, et les parties glissantes de ces mêmes compartiments sont faites avec une plaque lisse de stratifié plastique dur.

Le tonneau rotatif est conçu de façon que l'axe ne fasse pas saillie à l'intérieur.

Le tonneau rotatif est pourvu d'une ouverture avec un couvercle qui peut être réalisé en matériau acrylique transparent.

1 Degrés internationaux de dureté du caoutchouc.

Dimensions en millimètres



a) Le corps du tonneau rotatif est en acier d'épaisseur de 1,5 mm

IEC 785/08

Figure A.1 – Tonneau rotatif

Annexe B (informative)

Sélection des sévérités d'essai pour les essais de chutes libres – Guide

B.1 Objet

L'essai de chutes libres est applicable aux spécimens qui durant leur transport, manutention ou réparation sont susceptibles de tomber depuis leur moyen de transport ou depuis une surface de stockage. Cet essai n'est pas applicable aux spécimens très lourds ou de grandes dimensions, par exemple les transformateurs de grande puissance.

B.2 Sélection des sévérités d'essai

Le rédacteur de spécifications qui envisage d'exiger cet essai devra se reporter à l'Article 7 de la présente norme pour s'assurer que tous ces renseignements 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 les manipulations et le transport. Toutefois, il n'est ni réaliste ni économique de s'attendre à ce que tous les spécimens puissent supporter les mauvais traitements les plus sévères qui peuvent se présenter en pratique, par exemple tomber d'une plate-forme de chargement d'avion ou d'une grue. Pour les essais sur des spécimens pour lesquels il faut démontrer l'aptitude à l'entretien, il convient de déterminer la hauteur de chute en tenant compte de la probabilité de réalisation, du niveau de dommages tolérable, et des conditions d'emploi, de transport et de stockage.

Il convient de choisir, parmi les sévérités présentées en 5.2.3 et 5.3.3, celle qui correspond le mieux à la masse du spécimen, ou au type de manipulation et de transport, et selon que l'essai est destiné à des spécimens non emballés tels que sous-ensembles, composants, matériels non portables ou éléments transportables logés dans leurs coffrets de transport.

En l'absence de renseignements précis sur ces aspects, il est recommandé au rédacteur de spécifications de choisir la sévérité adéquate dans le Tableau B.1 qui donne des exemples de sévérités appropriées à diverses conditions de transport ou de manipulation.

Ce tableau n'a pas un caractère obligatoire, mais il donne seulement une liste de sévérités typiques. Il convient de garder à l'esprit qu'il y a des cas où les sévérités effectivement rencontrées lors de manipulations sont différentes de celles que donne ce tableau.

Tableau B.1 – Exemples de sévérités d'essais types

Hauteur de chute mm	Masse du spécimen		Exemple de spécimen non emballé	Type de manutention
	Non emballé kg	Dans son coffret de transport kg		
25	≥ 50	> 500	Armoires	Elévateur à fourche ^a
50	> 10 < 50	≤ 200	Enveloppes	Elévateur à fourche ^a
100	> 10 < 50	≤ 100	Tableaux électriques	Grues ^a
250	> 10 < 50	≤ 75	Coffrets portables	Stockage, Empilement
500	< 10	≤ 40	Petits éléments	Chute depuis des tapis roulants
1 000	≤ 1	≤ 15	Composants, petits assemblages	Chute depuis des établis ou des hayons de camion
^a L'essai se limite à simuler le choc se produisant lorsque l'élévateur à fourche ou la grue descend le spécimen à hauteur de chargement, mais non la chute du spécimen d'un plateau de camion ou des élingues d'une grue.				