IEC 60086-4

Edition 3.0 2007-09

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Primary batteries –
Part 4: Safety of lithium batteries

Piles électriques –
Partie 4: Sécurité des piles au lithium



IEC 60086-4:2007

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2007 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.
If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.
Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembé
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub
The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,…). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.
- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub
Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.
- Electropedia: www.electropedia.org
The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.
- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv
If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:
Email: csc@iec.ch
Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

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

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm
Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,…). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.
- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub
Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.
- Electropedia: www.electropedia.org
Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.
- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm
Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:
Email: csc@iec.ch
Tél.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

IEC 60086-4

Edition 3.0 2007-09

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Primary batteries –
Part 4: Safety of lithium batteries

Piles électriques –
Partie 4: Sécurité des piles au lithium

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX V

ICS 29.220.10

ISBN 2-8318-9304-6

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale

CONTENTS

FOREWORD....4
INTRODUCTION....6

1 Scope....7
2 Normative references....7
3 Terms and definitions....7
4 Requirements for safety....9
4.1 Design....9
4.2 Quality plan....10
5 Sampling....10
5.1 General....10
5.2 Test samples....10
6 Testing and requirements....11
6.1 General....11
6.1.1 Test application matrix....11
6.1.2 Safety notice....11
6.1.3 Ambient temperature....11
6.1.4 Parameter measurement tolerances....11
6.1.5 Predischarge....12
6.1.6 Additional cells....12
6.2 Evaluation of test criteria....12
6.2.1 Short-circuit....12
6.2.2 Excessive temperature rise....12
6.2.3 Leakage....12
6.2.4 Mass loss....12
6.2.5 Venting....12
6.2.6 Fire....13
6.2.7 Rupture....13
6.2.8 Explosion....13
6.3 Tests and requirements – Overview....14
6.4 Tests for intended use....14
6.4.1 Test A: Altitude....14
6.4.2 Test B: Thermal cycling....15
6.4.3 Test C: Vibration....15
6.4.4 Test D: Shock....16
6.5 Tests for reasonably foreseeable misuse....16
6.5.1 Test E: External short-circuit....16
6.5.2 Test F: Impact....17
6.5.3 Test G: Crush....17
6.5.4 Test H: Forced discharge....18
6.5.5 Test I: Abnormal charging....18
6.5.6 Test J: Free fall....19
6.5.7 Test K: Thermal abuse....19
6.5.8 Test L: Incorrect installation....20
6.5.9 Test M: Overdischarge....20
6.6 Information to be given in the relevant specification....21

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

6.7 Evaluation and report 22
7 Information for safety 22
7.1 Safety precautions during design of equipment 22
7.1.1 Charge protection 22
7.1.2 Parallel connection 22
7.2 Safety precautions during handling of batteries 22
7.3 Packaging 24
7.4 Handling of battery cartons 24
7.5 Transport 25
7.5.1 General 25
7.5.2 Air transport 25
7.5.3 Sea transport 25
7.5.4 Land transport 25
7.6 Display and storage 25
7.7 Disposal 25
8 Instructions for use 26
9 Marking 26
9.1 General 26
9.2 Small batteries 27

Annex A (informative) Guidelines for the achievement of safety of lithium batteries 28
Annex B (informative) Guidelines for designers of equipment using lithium batteries 29
Annex C (informative) Additional information on display and storage 31

Bibliography 32

Figure 1 – Mesh screen 13
Figure 2 – Thermal cycling procedure 15
Figure 3 – Axes for free fall 19
Figure 4 – Circuit diagram for incorrect installation 20
Figure 5 – Circuit diagram for overdischarge 21
Figure 6 – Safety wiring for charge protection 22
Figure 7 – Ingestion gauge 24

Table 1 – Number of test samples 10
Table 2 – Test application matrix 11
Table 3 – Maximum mass loss 12
Table 4 – Tests and requirements 14
Table 5 – Vibration profile (sinusoidal) 16
Table 6 – Shock parameters 16
Table 7 – Resistive load for overdischarge 21
Table A.1 – Battery design guidelines 28
Table B.1 – Equipment design guidelines 29

--`,,```,,,,````-`-,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PRIMARY BATTERIES –

Part 4: Safety of lithium batteries

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 60086-4 has been prepared by technical committee 35: Primary cells and batteries.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2000. It is the result of a reformatting initiative aimed at making this part more user-friendly, less ambiguous and, from a cross-reference point of view, fully harmonized with other parts of IEC 60086.

The major technical changes, with regard to the previous edition, concern:

a) Harmonisation with IEC 62281 [11][1]
b) The tests were renumbered and partly revised or deleted. One test (F: Impact) was added for compliance with IEC 62281. The table shows the old and new test numbers as well as tests that were added. The test number in brackets indicates major changes of the test procedure.

[1] Figures in square brackets refer to the Bibliography.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Old	New	Test designation
C-3	A	Altitude
(C-1)	B	Thermal cycling
B-1	C	Vibration
B-2	D	Shock
D-1	E	External short circuit
	F	Impact
E-2	G	Crush
	H	Forced discharge
D-4	I	Abnormal charging
E-1	J	Free fall
F-1	K	Thermal abuse
D-3	L	Incorrect installation
D-6	M	Overdischarge

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

CDV	Report on voting
35/1240/CDV	35/1250/RVC

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.

A list of all parts in the IEC 60086 series, under the general title *Primary batteries*, 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.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

INTRODUCTION

The concept of safety is closely related to safeguarding the integrity of people and property. This standard specifies tests and requirements for lithium batteries and has been prepared in accordance with ISO/IEC guidelines, taking into account all relevant national and international standards which apply.

Lithium batteries are different from conventional primary batteries using aqueous electrolyte in that they contain flammable materials.

Consequently, it is important to carefully consider safety during design, production, distribution, use, and disposal of lithium batteries. Based on such special characteristics, lithium batteries for consumer applications were initially small in size and had low power output. There were also lithium batteries with high power output which were used for special industrial and military applications and were characterized as being “technician replaceable”. The first edition of this standard was drafted to accommodate this situation.

However, from around the end of the 1980s, lithium batteries with high power output started to be widely used in the consumer replacement market, mainly as a power source in camera applications. Since the demand for such lithium batteries with high power output significantly increased, various manufacturers started to produce these types of lithium batteries. As a consequence of this situation, the safety aspects for lithium batteries with high power output were included in the second edition of this standard.

The major target of the third edition of this standard was to harmonize it with the transport tests for lithium batteries that were published in IEC 62281 [11].

Guidelines addressing safety issues during the design of lithium batteries are provided in Annex A. Annex B provides guidelines addressing safety issues during the design of equipment where lithium batteries are installed. Both Annex A and B reflect experience with lithium batteries used in camera applications and are based on document[18] of the bibliography.

Safety is freedom from unacceptable risk. There can be no absolute safety: some risk will remain. Therefore a product, process or service can only be relatively safe. Safety is achieved by reducing risk to a tolerable level determined by the search for an optimal balance between the ideal of absolute safety and the demands to be met by a product, process or service, and factors such as benefit to the user, suitability for purpose, cost effectiveness, and conventions of the society concerned.

As safety will pose different problems, it is impossible to provide a set of precise provisions and recommendations that will apply in every case. However, this standard, when followed on a judicious “use when applicable” basis, will provide reasonably consistent standards for safety.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

PRIMARY BATTERIES –

Part 4: Safety of lithium batteries

1 Scope

This part of IEC 60086 specifies tests and requirements for primary lithium batteries to ensure their safe operation under intended use and reasonably foreseeable misuse.

NOTE Primary lithium batteries that are standardized in IEC 60086-2 are expected to meet all applicable requirements herein. It is understood that consideration of this part of IEC 60086 might also be given to measuring and/or ensuring the safety of non-standardized primary lithium batteries. In either case, no claim or warranty is made that compliance or non-compliance with this standard will fulfil or not fulfil any of the user's particular purposes or needs.

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 60086-1, *Primary batteries – Part 1: General*

IEC 60086-2, *Primary batteries – Part 2: Physical and electrical specifications*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

NOTE Certain definitions taken from IEC 60050-482 and IEC 60086-1 are repeated below for convenience.

3.1
aggregate lithium content
total lithium content of the cells comprising a battery

3.2
battery
one or more cells fitted with devices necessary for use, for example case, terminals, marking and protective devices

[IEV 482-01-04:2004]

3.3
button cell
coin cell
cell with a cylindrical shape in which the overall height is less than the diameter, e.g. in the shape of a button or a coin

[IEV 482-02-40:2004]

3.4
cell
basic functional unit, consisting of an assembly of electrodes, electrolyte, container, terminals and usually separators that is a source of electric energy obtained by direct conversion of chemical energy

[IEV 482-01-01:2004]

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

3.5
component cell
cell contained in a battery

3.6
cylindrical cell
cell with a cylindrical shape in which the overall height is equal to or greater than the diameter
[IEV 482-02-39:2004]

3.7
depth of discharge
percentage of rated capacity discharged from a battery

3.8
fully discharged
state of charge of a cell or battery corresponding to 100 % depth of discharge

3.9
harm
physical injury or damage to health of people, or damage to property or the environment
[ISO/IEC Guide 51:1999, 3.3]

3.10
hazard
potential source of harm
[ISO/IEC Guide 51:1999, 3.5]

3.11
intended use
use of a product, process or service in accordance with information provided by the supplier
[ISO/IEC Guide 51:1999, 3.13]

3.12
large battery
battery in which the aggregate lithium content is more than 500 g

3.13
large cell
cell in which the lithium content is more than 12 g

3.14
lithium cell
cell containing a non-aqueous electrolyte and a negative electrode of lithium or containing lithium
[IEV 482-01-06:2004]

3.15
nominal voltage
suitable approximate value of the voltage used to designate or identify a cell, a battery or an electrochemical system
[IEV 482-03-31:2004]

3.16
open circuit voltage (OCV, U_{OC}, off-load voltage)
voltage across the terminals of a battery when no external current is flowing
[IEV 482-03-32:2004, modified]

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

3.17
prismatic
qualifies a cell or a battery having the shape of a parallelepiped whose faces are rectangular

[IEV 482-02-38:2004]

3.18
protective devices
devices such as fuses, diodes or other electric or electronic current limiters designed to interrupt the current flow, block the current flow in one direction or limit the current flow in an electrical circuit

3.19
rated capacity
capacity value of a cell or battery determined under specified conditions and declared by the manufacturer

[IEV 482-03-15:2004, modified]

3.20
reasonably foreseeable misuse
use of a product, process or service in a way not intended by the supplier, but which may result from readily predictable human behaviour

[ISO/IEC Guide 51:1999, 3.14]

3.21
risk
combination of the probability of occurrence of harm and the severity of that harm

[ISO/IEC Guide 51:1999, 3.2]

3.22
safety
freedom from unacceptable risk

[ISO/IEC Guide 51:1999, 3.1]

3.23
undischarged
state of charge of a primary cell or battery corresponding to 0 % depth of discharge

4 Requirements for safety

4.1 Design

Lithium batteries are categorized by their chemical composition (anode, cathode, electrolyte), internal construction (bobbin, spiral) and are available in cylindrical, button/coin and prismatic configurations. It is necessary to consider all relevant safety aspects at the battery design stage, recognizing the fact that they may differ considerably, depending on the specific lithium system, power capability and battery configuration.

The following design concepts for safety are common to all lithium batteries:

a) Abnormal temperature rise above the critical value defined by the manufacturer shall be prevented by design.

b) Temperature increases in the battery shall be controlled by a design which limits current flow.

c) Lithium cells and batteries shall be designed to relieve excessive internal pressure or to preclude a violent rupture under conditions of transport, intended use and reasonably foreseeable misuse.

See Annex A for guidelines for the achievement of safety of lithium batteries.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4.2 Quality plan

The manufacturer shall prepare a quality plan defining the procedures for the inspection of materials, components, cells and batteries during the course of manufacture, to be applied to the total process of producing a specific type of battery.

5 Sampling

5.1 General

Samples should be drawn from production lots in accordance with accepted statistical methods.

5.2 Test samples

The number of test samples is given in Table 1 below. The same test cells and batteries are used for tests A to E in sequence. New test cells and batteries are required for each of tests F to M.

NOTE Test G is provided as an alternative for test F depending on which of them is more appropriate to simulate an internal short-circuit for the relevant cell design.

Table 1 – Number of test samples

<table>
<tr><th></th><th colspan="2">Cells and single cell batteries</th><th colspan="2">Multi cell batteries</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Number of samples for tests A to E</td><td>Undischarged</td><td>Fully discharged</td><td>Undischarged</td><td>Fully discharged</td></tr>
<tr><td>10</td><td>10</td><td>4 [a]</td><td>4 [a]</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Number of samples for tests F or G</td><td>Undischarged</td><td>Fully discharged</td><td colspan="2" rowspan="2">No battery tests required but the component cells shall have passed the test</td></tr>
<tr><td>5 (button and cylindrical)
10 (prismatic)</td><td>5 (button and cylindrical)
10 (prismatic)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Number of samples for test H</td><td>Undischarged</td><td>Fully discharged</td><td colspan="2" rowspan="2">No battery tests required but the component cells shall have passed the test</td></tr>
<tr><td>NA</td><td>10</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Number of samples for tests I to K</td><td>Undischarged</td><td>Fully discharged</td><td>Undischarged</td><td>Fully discharged</td></tr>
<tr><td>5</td><td>NA</td><td>5</td><td>NA</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Number of samples for test L</td><td>Undischarged</td><td>Fully discharged</td><td colspan="2" rowspan="2">NA</td></tr>
<tr><td>5 (+ 15) [b]</td><td>NA</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Number of samples for test M</td><td>50 % predischarged</td><td>75 % predischarged</td><td colspan="2" rowspan="2">NA</td></tr>
<tr><td>5 (+15) [b]</td><td>5 (+15) [b]</td></tr>
<tr><td colspan="5">Key:
NA: Not applicable.</td></tr>
<tr><td colspan="5">[a] When testing batteries, unless the component cells or batteries made from them have been tested before, the number of test batteries shall be at least such that the number of component cells contained in them equals the number of test cells required for that test.
EXAMPLE 1 If a battery with 2 component cells is tested, the number of test batteries shall be 5. If the component cells or batteries made from them have been tested before, the number of test batteries shall be 4.
EXAMPLE 2 If a battery with 3 or more component cells is tested, the number of test batteries shall be 4.
[b] Undischarged additional cells in brackets.</td></tr>
</table>

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

6 Testing and requirements

6.1 General

6.1.1 Test application matrix

Applicability of test methods to test cells and batteries is shown in Table 2 below.

Table 2 – Test application matrix

Form	Applicable tests												
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**	**J**	**K**	**L**	**M**
s	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x [a]	x [b]
m	x	x	x	x	x	NA [c]	NA [c]	NA [c]	x	x	x	NA	NA

Test description:

Intended use tests

A: Altitude
B: Thermal cycling
C: Vibration
D: Shock

Reasonably foreseeable misuse tests

E: External short-circuit
F: Impact
G: Crush
H: Forced discharge
I: Abnormal charging
J: Free fall
K: Thermal abuse
L: Incorrect installation
M: Overdischarge

Key:

Form

s: cell or single cell battery
m: multi cell battery

Applicability

x: Applicable
NA: Not applicable

[a] Only applicable to CR17345, CR15H270 and similar type batteries of a spiral construction that could be installed incorrectly and charged.

[b] Only applicable to CR17345, CR15H270 and similar type batteries of a spiral construction that could be overdischarged.

[c] No battery tests required but the component cells shall have passed the test.

6.1.2 Safety notice

WARNING: These tests call for the use of procedures which may result in injury if adequate precautions are not taken.

It has been assumed in the drafting of these tests that their execution is undertaken by appropriately qualified and experienced technicians using adequate protection.

6.1.3 Ambient temperature

Unless otherwise specified, the tests shall be carried out at 20 °C ± 5 °C.

6.1.4 Parameter measurement tolerances

The overall accuracy of controlled or measured values, relative to the specified or actual parameters, shall be within the following tolerances:

a) ± 1 % for voltage;

b) ± 1 % for current;

c) ± 2 °C for temperature;

d) ± 0,1 % for time;

e) ± 1 % for dimension;

f) ± 1 % for capacity.

These tolerances comprise the combined accuracy of the measuring instruments, the measurement techniques used, and all other sources of error in the test procedure.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

6.1.5 Predischarge

Where a test requires predischarge, the test cells or batteries shall be discharged to the respective depth of discharge with a resistive load with which the rated capacity is obtained or with a current specified by the manufacturer.

6.1.6 Additional cells

Where additional cells are required to perform a test, they shall be of the same type and, preferably, of the same production lot as the test cell.

6.2 Evaluation of test criteria

6.2.1 Short-circuit

A short-circuit is considered to have occurred during a test if the open-circuit voltage of the cell or battery after the test is less than 90 % of its voltage immediately prior to the test. This requirement is not applicable to test cells and batteries at fully discharged states.

6.2.2 Excessive temperature rise

An excessive temperature rise is considered to have occurred during a test if the external case temperature of the test cell or battery rises above 170 °C.

6.2.3 Leakage

Leakage is considered to have occurred during a test if electrolyte, gas or other material escapes from the test cell or battery in a manner not intended by design.

6.2.4 Mass loss

In order to quantify mass loss Δm / m, the following equation is provided:

$$\Delta m / m = \frac{m - m_1}{m} \times 100\ \%$$

where

m is the mass before a test;

m_1 is the mass after that test.

Mass loss is considered to have occurred if, during a test, the maximum values given in Table 3 are exceeded.

Table 3 – Maximum mass loss

Mass of battery m	Maximum mass loss Δm / m %
$m \leq 1$ g	0,5
1 g < $m \leq 5$ g	0,2
$m > 5$ g	0,1

6.2.5 Venting

Venting is considered to have occurred if, during a test, an excessive build up of internal gas pressure escapes from a cell or battery through a safety feature designed for this purpose. This gas may include entrapped materials.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

6.2.6 Fire

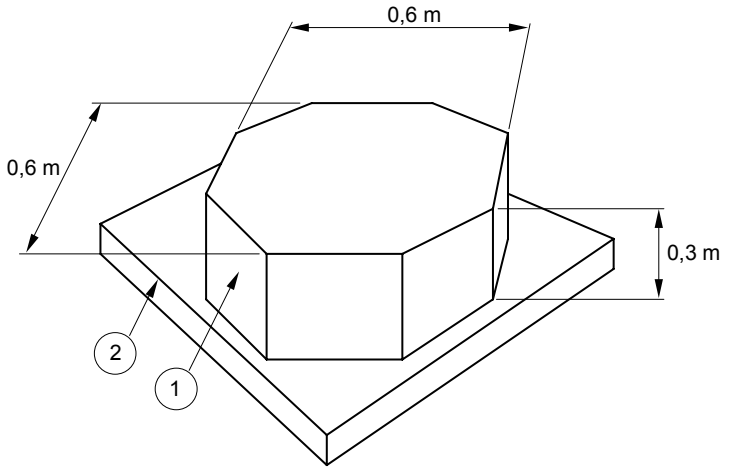
A fire is considered to have occurred if, during a test, flames are emitted from the test cell or battery.

6.2.7 Rupture

A rupture is considered to have occurred if, during a test, a cell container or battery case has mechanically failed, resulting in expulsion of gas, spillage of liquids, or ejection of solid materials but no explosion.

6.2.8 Explosion

An explosion is considered to have occurred if, during a test, solid matter from any part of a cell or battery has penetrated a wire mesh screen as shown in Figure 1, centred over the cell or battery on the steel plate. The screen shall be made from annealed aluminium wire with a diameter of 0,25 mm and a grid density of 6 to 7 wires per cm.



NOTE The figure shows an aluminium wire mesh screen (1) of octagonal shape resting on a steel plate (2).

Figure 1 – Mesh screen

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

6.3 Tests and requirements – Overview

This standard provides safety tests for intended use (tests A to D) and reasonably foreseeable misuse (tests E to M).

Table 4 contains an overview of the tests and requirements for intended use and reasonably foreseeable misuse.

Table 4 – Tests and requirements

Test number		Designation	Requirements
Intended use tests	A	Altitude	NM, NL, NV, NC, NR, NE, NF
	B	Thermal cycling	NM, NL, NV, NC, NR, NE, NF
	C	Vibration	NM, NL, NV, NC, NR, NE, NF
	D	Shock	NM, NL, NV, NC, NR, NE, NF
Reasonably foreseeable misuse tests	E	External short-circuit	NT, NR, NE, NF
	F	Impact	NT, NE, NF
	G	Crush	NT, NE, NF
	H	Forced discharge	NE, NF
	I	Abnormal charging	NE, NF
	J	Free fall	NV, NE, NF
	K	Thermal abuse	NE, NF
	L	Incorrect installation	NE, NF
	M	Overdischarge	NE, NF
Tests A through E shall be conducted in sequence on the same cell or battery. Tests F and G are provided as alternatives. Only one of them shall be conducted, namely the one which is considered by the manufacturer to be more appropriate to simulate an internal short-circuit for the relevant cell design.			
Key NC: No short-circuit NE: No explosion NF: No fire NL: No leakage NM: No mass loss NR: No rupture NT: No excessive temperature rise NV: No venting See 6.2 for a detailed description of the test criteria.			

6.4 Tests for intended use

6.4.1 Test A: Altitude

a) Purpose

This test simulates air transport under low pressure conditions.

b) Test procedure

Test cells and batteries shall be stored at a pressure of 11,6 kPa or less for at least 6 h at ambient temperature.

c) Requirements

There shall be no mass loss, no leakage, no venting, no short-circuit, no rupture, no explosion and no fire during this test.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

6.4.2 Test B: Thermal cycling

a) Purpose

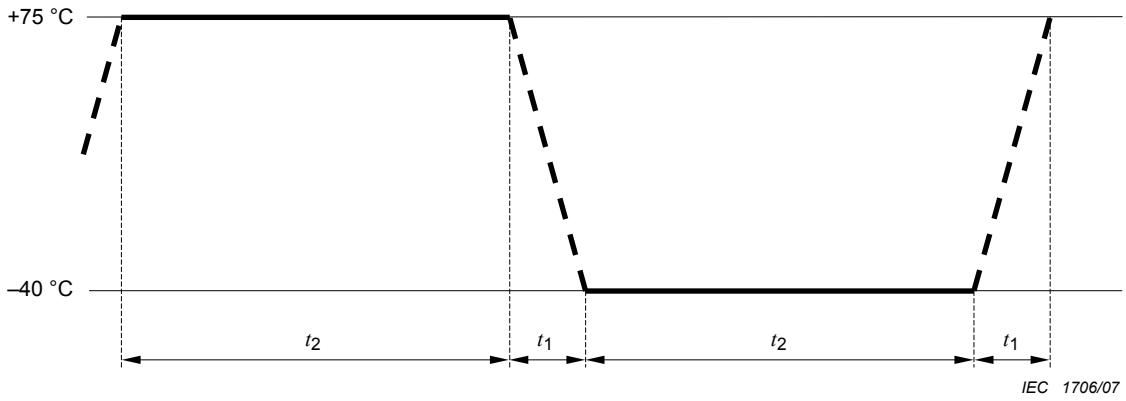
This test assesses cell and battery seal integrity and that of their internal electrical connections. The test is conducted using temperature cycling.

b) Test procedure

Test cells and batteries shall be stored for at least 6 h at a test temperature of 75 °C, followed by storage for at least 6 h at a test temperature of –40 °C. The maximum time for transfer to each temperature shall be 30 min. Each test cell and battery shall undergo this procedure 10 times. This is then followed by storage for at least 24 h at ambient temperature.

For large cells and batteries the duration of exposure to the test temperatures shall be at least 12 h instead of 6 h.

The test shall be conducted using the test cells and batteries previously subjected to the altitude test.



Key

t_1 ≤ 30 min

t_2 ≥ 6 h (12 h for large cells and batteries)

NOTE The figure shows one of ten cycles.

Figure 2 – Thermal cycling procedure

c) Requirements

There shall be no mass loss, no leakage, no venting, no short-circuit, no rupture, no explosion and no fire during this test.

6.4.3 Test C: Vibration

a) Purpose

This test simulates vibration during transport. The test condition is based on the range of vibrations as given by ICAO [2].

b) Test procedure

Test cells and batteries shall be firmly secured to the platform of the vibration machine without distorting them and in such a manner as to faithfully transmit the vibration. Test cells and batteries shall be subjected to sinusoidal vibration according to Table 5. This cycle shall be repeated 12 times for a total of 3 h for each of three mutually perpendicular mounting positions. One of the directions shall be perpendicular to the terminal face.

The test shall be conducted using the test cells and batteries previously subjected to the thermal cycling test.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Table 5 – Vibration profile (sinusoidal)

Frequency range		Amplitudes	Duration of logarithmic sweep cycle (7 Hz – 200 Hz – 7 Hz)	Axis	Number of cycles
From	To				
f_1 = 7 Hz	f_2	a_1 = 1 g_n	15 min	X	12
f_2	f_3	s = 0,8 mm		Y	12
f_3	f_4 = 200 Hz	a_2 = 8 g_n		Z	12
and back to f_1 = 7 Hz				Total	36

NOTE Vibration amplitude is the maximum absolute value of displacement or acceleration. For example, a displacement amplitude of 0,8 mm corresponds to a peak-to-peak displacement of 1,6 mm.

Key
f_1, f_4: lower and upper frequency
f_2, f_3: cross-over frequencies (f_2 ≈ 17,62 Hz, f_3 ≈ 49,84 Hz)
a_1, a_2: acceleration amplitude
s: displacement amplitude

c) Requirements

There shall be no mass loss, no leakage, no venting, no short-circuit, no rupture, no explosion and no fire during this test.

6.4.4 Test D: Shock

a) Purpose

This test simulates rough handling during transport.

b) Test procedure

Test cells and batteries shall be secured to the testing machine by means of a rigid mount which will support all mounting surfaces of each test cell or battery. Each test cell or battery shall be subjected to 3 shocks in each direction of three mutually perpendicular mounting positions of the cell or battery for a total of 18 shocks. For each shock, the parameters given in Table 6 shall be applied.

Table 6 – Shock parameters

	Waveform	Peak acceleration	Pulse duration	Number of shocks per half axis
Cells or batteries except large ones	Half sine	150 g_n	6 ms	3
Large cells or batteries	Half sine	50 g_n	11 ms	3

The test shall be conducted using the test cells and batteries previously subjected to the vibration test.

c) Requirements

There shall be no mass loss, no leakage, no venting, no short-circuit, no rupture, no explosion and no fire during this test.

6.5 Tests for reasonably foreseeable misuse

6.5.1 Test E: External short-circuit

a) Purpose

This test simulates conditions resulting in an external short-circuit.

b) Test procedure

The test cell or battery shall be stabilized at an external case temperature of 55 °C and then subjected to a short-circuit condition with a total external resistance of less than 0,1 Ω at

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

55 °C. This short-circuit condition is continued for at least 1 h after the cell or battery external case temperature has returned to 55 °C.

The test sample shall be observed for a further 6 h.

The test shall be conducted using the test samples previously subjected to the shock test.

c) Requirements

There shall be no excessive temperature rise, no rupture, no explosion and no fire during this test and within the 6 h of observation.

6.5.2 Test F: Impact

a) Purpose

This test simulates an internal short-circuit.

NOTE The impact test has been included in IEC 62281 [11] for the purpose of harmonization with the transport tests described in the UN Recommendations on the Transport of Dangerous Goods, Manual of Tests and Criteria [17]. It has been evaluated by the IEC and found to be more appropriately described as a misuse test than a transport test. It could not be verified that it truly simulates an internal short-circuit condition. It was, however, found that for some cell designs, the crush test is more appropriate to simulate an internal short-circuit condition. Therefore, the crush test is provided as an alternative test method to simulate an internal short-circuit.

b) Test procedure

The test cell or component cell is placed on a flat plate. A steel bar with a diameter of 15,8 mm is placed across the centre of the test sample. A mass of 9,1 kg is dropped from a height of 61 cm ± 2,5 cm onto the bar on the test sample.

A cylindrical or prismatic cell is impacted with its longitudinal axis parallel to the flat plate and perpendicular to the longitudinal axis of the bar lying across the centre of the test sample. A prismatic cell is also rotated 90° around its longitudinal axis so that both the wide and narrow sides will be subjected to the impact. A button cell is impacted with its flat surface parallel to the flat plate and the bar lying across its centre.

Each test cell or component cell shall be subjected to one impact only.

The test sample shall be observed for a further 6 h.

The test shall be conducted using test cells or component cells that have not been previously subjected to other tests.

The test shall not be applied to cells where it does not appropriately simulate an internal short-circuit condition.

c) Requirements

There shall be no excessive temperature rise, no explosion and no fire during this test and within the 6 h of observation.

6.5.3 Test G: Crush

a) Purpose

This test simulates an internal short-circuit.

NOTE For some cell designs, the crush test is a more appropriate simulation of an internal short-circuit than the impact test. It is therefore provided as an alternative test method for this purpose.

b) Test procedure

The cell or component cell shall be crushed between two flat surfaces. The force shall be applied by a vice or by a hydraulic ram with a round piston. The crushing shall be gradual with a speed of approximately 1,5 cm / s at the first point of contact. The crushing shall be continued until the applied force reaches approximately 13 kN.

EXAMPLE The force shall be applied by a hydraulic ram with a 32 mm diameter piston until a pressure of 17 MPa is reached on the hydraulic ram.

Once the maximum pressure has been obtained, the pressure shall be released.

A cylindrical cell shall be crushed with its longitudinal axis parallel to the flat surfaces of the crushing apparatus. A prismatic cell shall be crushed by applying the force in the direction of one of the two axes perpendicular to its longitudinal axis, and, separately, by applying the

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

force in the direction of the other one of these two axes. A button/coin cell shall be crushed by applying the force on its flat surfaces.

Each test cell or component cell shall be subjected to one crush only.

The test sample shall be observed for a further 6 h.

The test shall be conducted using test cells or component cells that have not been previously subjected to other tests.

The test shall only be applied to cells where test F, Impact, does not appropriately simulate an internal short-circuit condition.

c) Requirements

There shall be no excessive temperature rise, no explosion and no fire during this test and within the 6 h of observation.

6.5.4 Test H: Forced discharge

a) Purpose

This test evaluates the ability of a cell to withstand a forced discharge condition.

b) Test procedure

Each cell shall be force discharged at ambient temperature by connecting it in series with a 12 V direct current power supply at an initial current equal to the maximum continuous discharge current specified by the manufacturer.

The specified discharge current is obtained by connecting a resistive load of appropriate size and rating in series with the test cell and the direct current power supply. Each cell shall be force discharged for a time interval t_d equal to

$$t_d = C_r / I_i$$

where

t_d is the test duration;

C_r is the rated capacity;

I_i is the initial test current.

The test shall be conducted with fully discharged test batteries.

The test cells shall be observed for 7 days after the forced discharge condition has been discontinued.

c) Requirements

There shall be no explosion and no fire during this test and the 7 days of observation.

6.5.5 Test I: Abnormal charging

a) Purpose

This test simulates the condition when a battery is fitted within a device and is exposed to a reverse voltage from an external power supply, for example memory back-up equipment with a defective diode (see 7.1.1). The test condition is based upon UL 1642 [15].

b) Test procedure

Each test battery shall be subjected to a charging current of three times the abnormal charging current I_c specified by the battery manufacturer by connecting it in opposition to a d.c. power supply. Unless the power supply allows for setting the current, the specified charging current shall be obtained by connecting a resistor of the appropriate size and rating in series with the battery.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

The test duration shall be calculated using the formula:

$$t_d = 2{,}5 \times C_n / (3 \times I_c)$$

where

t_d is the test duration. In order to expedite the test, it is permitted to adjust the test parameters such that t_d does not exceed 7 days;

C_n is the nominal capacity;

I_c is the abnormal charging current declared by the manufacturer for this test.

c) Requirements

There shall be no explosion and no fire during this test.

6.5.6 Test J: Free fall

a) Purpose

This test simulates the situation when a battery is accidentally dropped. The test condition is based upon IEC 60068-2-32 [7].

b) Test procedure

The test batteries shall be dropped from a height of 1 m onto a concrete surface. Each test battery shall be dropped six times, a prismatic battery once from each of its six faces, a round battery twice in each of the three axes shown in Figure 3. The test batteries shall be stored for 1 h afterwards.

The test shall be conducted with undischarged test cells and batteries.

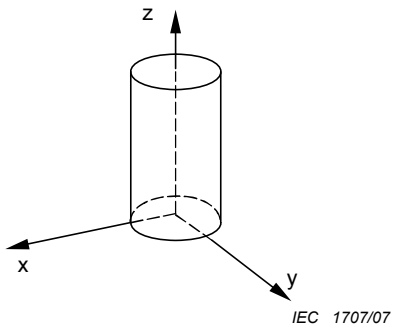


Figure 3 – Axes for free fall

c) Requirements

There shall be no venting, no explosion and no fire during this test and within the 1 h of observation.

6.5.7 Test K: Thermal abuse

a) Purpose

This test simulates the condition when a battery is exposed to an extremely high temperature.

b) Test procedure

A test battery shall be placed in an oven and the temperature raised at a rate of 5 °C/min to a temperature of 130 °C at which the battery shall remain for 10 min.

c) Requirements

There shall be no explosion and no fire during this test.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

6.5.8 Test L: Incorrect installation

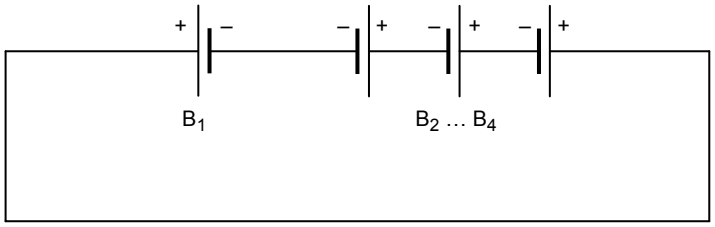
a) Purpose

This test simulates the condition when one single cell battery in a set is reversed.

b) Test procedure

A test battery is connected in series with three undischarged additional single cell batteries of the same type in such a way that the terminals of the test battery are connected in reverse. The resistance of the interconnecting circuit shall be less than or equal to 0,1 Ω.

The circuit shall be completed for 24 h or until the battery case temperature has returned to ambient.



IEC 1708/07

Key

B_1 test cell
B_2...B_4 additional cells, undischarged

Figure 4 – Circuit diagram for incorrect installation

c) Requirements

There shall be no explosion and no fire during this test.

6.5.9 Test M: Overdischarge

a) Purpose

This test simulates the condition when one discharged single cell battery is connected in series with other undischarged single cell batteries. The test further simulates the use of batteries in motor powered appliances where, in general, currents over 1 A are required.

NOTE CR17345 and CR15H270 batteries are widely used in motor powered appliances where currents over 1 A are required. The current for non standardized batteries may be different.

b) Test procedure

Each test battery shall be predischarged to 50 % depth of discharge. It shall then be connected in series with three undischarged additional single cell batteries of the same type.

A resistive load R_1 is connected in series with the assembly of batteries in Figure 5 where R_1 is taken from Table 7.

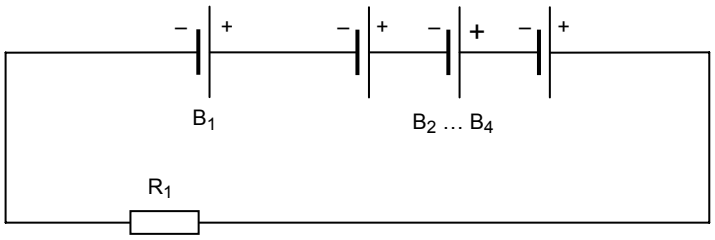
The test shall be continued for 24 h or until the battery case temperature has returned to ambient.

The test shall be repeated with 75 % predischarged test batteries.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Table 7 – Resistive load for overdischarge

Battery type	Resistive load R_1 Ω
CR17345	8,20
CR15H270	8,20
NOTE Table to be modified or expanded when additional batteries of a spiral construction are standardized. EXAMPLE When CR17345 and CR15H270 batteries were standardized, R_1 was determined from the end voltage of the assembly in Figure 5, using the formula $R = 4 \times 2{,}0\ \text{V} / 1\ \text{A}$ where 2,0 V is the end voltage taken from the specification tables in IEC 60086-2; and 1 A is the test current. R_1 was then found by rounding R to the nearest value in Table 5 of IEC 60086-1.	



Key

B_1 test battery, 50 % predischarged and, in separate tests, 75 % predischarged
B_2... B_4 additional batteries, undischarged
R_1 resistive load

Figure 5 – Circuit diagram for overdischarge

c) Requirements

There shall be no explosion and no fire during this test.

6.6 Information to be given in the relevant specification

When this standard is referred to in a relevant specification, the following parameters shall be given in so far as they are applicable:

Clause and/or subclause

a) Predischarge current specified by the manufacturer 6.1.5;

b) Declaration whether the impact test or the crush test is more appropriate to simulate an internal short-circuit condition 6.5.2 and 6.5.3;

c) Maximum continuous discharge current specified by the manufacturer for test H 6.5.4;

NOTE 1 Forced discharge of a cell can occur when it is connected in series with other cells and when it is not protected with a bypass diode. Where applicable, this should be reflected by the specification.

and

d) Abnormal charging current declared by the manufacturer for test I 6.5.5

NOTE 2 Abnormal charging of a cell can occur when it is connected in series with other cells and one cell is reversed or when it is connected in parallel with a power supply and the protective devices do not operate correctly. Where applicable, this should be reflected by the specification.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

6.7 Evaluation and report

If a report is issued, the following list of items should be considered:

a) name and address of the test facility;
b) name and address of applicant (where appropriate);
c) a unique test report identification;
d) the date of the test report;
e) characteristics of the test cells or batteries according to 4.1;
f) test descriptions and results, including the parameters according to 6.6;
g) a signature with name and status of the signatory.

7 Information for safety

7.1 Safety precautions during design of equipment

See also Annex B for guidelines for designers of equipment using lithium batteries.

7.1.1 Charge protection

When incorporating a primary lithium battery into a memory back-up circuit, a blocking diode and current limiting resistor or other protective devices shall be used to prevent the main power source from charging the battery (see Figure 6).

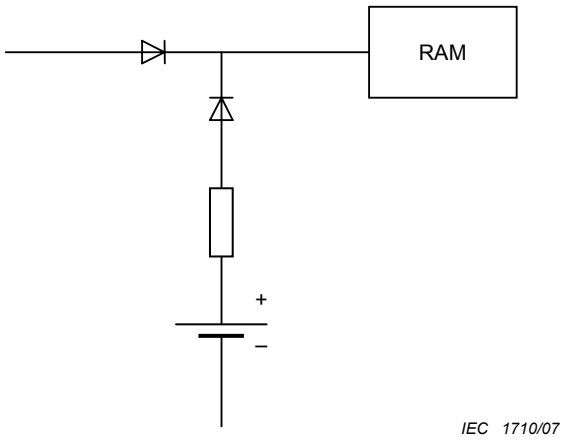


Figure 6 – Safety wiring for charge protection

7.1.2 Parallel connection

Parallel connection should be avoided when designing battery compartments. However, if required, the battery manufacturer shall be contacted for advice.

7.2 Safety precautions during handling of batteries

When used correctly, lithium batteries provide a safe and dependable source of power. However, if they are misused or abused, leakage, venting or in extreme cases, explosion and/or fire may result.

a) *Always insert batteries correctly with regard to polarity (+ and –) marked on the battery and the equipment*

When batteries are inserted in reverse they may be short-circuited or charged. This may cause overheating, leakage, venting, rupture, explosion, fire and personal injury.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

b) *Do not short-circuit batteries*

When the positive (+) and negative (–) terminals of a battery are in electrical contact with each other, the battery becomes short-circuited. For example loose batteries in a pocket with keys or coins, can be short-circuited. This may result in venting, leakage, explosion, fire and personal injury.

c) *Do not charge batteries*

Attempting to charge a non-rechargeable (primary) battery may cause internal gas and/or heat generation resulting in leakage, venting, explosion, fire and personal injury.

d) *Do not force discharge batteries*

When batteries are force discharged by means of an external power source, the voltage of the battery will be forced below its design capability and gases will be generated inside the battery. This may result in leakage, venting, explosion, fire and personal injury.

e) *Do not mix old and new batteries or batteries of different types or brands*

When replacing batteries, replace all of them at the same time with new batteries of the same brand and type. When batteries of different brand or type are used together or new and old batteries are used together, some batteries may be over-discharged / force discharged due to a difference of voltage or capacity. This may result in leakage, venting, explosion and possibly fire and may cause personal injury.

f) *Exhausted batteries should be immediately removed from equipment and properly disposed*

When discharged batteries are kept in the equipment for a long time, electrolyte leakage may occur causing damage to the equipment and/or personal injury.

g) *Do not heat batteries*

When a battery is exposed to heat, leakage, venting, explosion and possibly fire may occur and cause personal injury.

h) *Do not weld or solder directly to batteries*

The heat from welding or soldering directly to a battery may cause leakage, venting, explosion and possibly fire and may cause personal injury.

i) *Do not dismantle batteries*

When a battery is dismantled or taken apart, contact with the components can be harmful and may cause personal injury or possibly fire.

j) *Do not deform batteries*

Batteries should not be crushed, punctured, or otherwise mutilated. Such abuse may result in leakage, venting, explosion, or possibly fire and cause personal injury.

k) *Do not dispose of batteries in fire*

When batteries are disposed of in fire, the heat build-up may cause explosion and/or fire and personal injury. Do not incinerate batteries except for approved disposal in a controlled incinerator.

l) *A lithium battery with a damaged container should not be exposed to water*

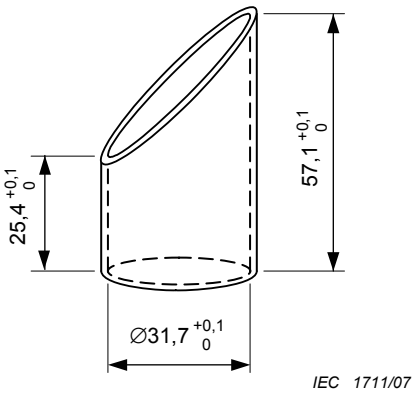
Lithium metal in contact with water may produce hydrogen gas, fire, explosion and/or cause personal injury.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

m) *Keep batteries out of the reach of children*

Especially keep batteries which are considered swallowable out of the reach of children, particularly those batteries fitting within the limits of the ingestion gauge as defined in Figure 7. In case of ingestion of a cell or battery, seek medical assistance promptly.

Dimensions in mm



NOTE This gauge defines a swallowable component and is defined in ISO 8124-1 [14].

Figure 7 – Ingestion gauge

n) *Do not allow children to replace batteries without adult supervision*

o) *Do not encapsulate and/or modify batteries*

Encapsulation or any other modification to a battery may result in blockage of the safety vent mechanism(s) and subsequent explosion and personal injury. Advice from the battery manufacturer should be sought if it is considered necessary to make any modification.

p) *Store unused batteries in their original packaging away from metal objects. If already unpacked, do not mix or jumble batteries*

Unpacked batteries could get jumbled or get mixed with metal objects. This can cause battery short-circuiting which may result in leakage, venting, explosion and possibly fire and personal injury. One of the best ways to prevent this from happening is to store unused batteries in their original packaging.

q) *Remove batteries from equipment if it is not to be used for an extended period of time unless it is for emergency purposes*

It is advantageous to remove batteries immediately from equipment which has ceased to function satisfactorily, or when a long period of disuse is anticipated (e.g. video cameras, photoflash, etc.). Although most lithium batteries on the market today are highly leak resistant, a battery that has been partially or completely exhausted may be more prone to leak than one that is unused.

7.3 Packaging

The packaging shall be adequate to avoid mechanical damage during transport, handling and stacking. The materials and packaging design shall be chosen so as to prevent the development of unintentional electrical contact, short-circuit, shifting and corrosion of the terminals, and afford some protection from the environment.

7.4 Handling of battery cartons

Battery cartons should be handled with care. Rough handling may result in batteries being short-circuited or damaged. This may cause leakage, explosion, or fire.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

7.5 Transport

7.5.1 General

Tests and requirements for the transport of lithium cells or batteries are given in IEC 62281 [11].

Regulations concerning international transport of lithium batteries are based on the UN Recommendations on the Transport of Dangerous Goods [16].

Regulations for transport are subject to change. For the transport of lithium batteries, the latest editions of the following regulations should be consulted.

7.5.2 Air transport

Regulations concerning air transport of lithium batteries are specified in the Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air published by the International Civil Aviation Organization (ICAO) [2] and in the Dangerous Goods Regulations published by the International Air Transport Association (IATA) [1].

7.5.3 Sea transport

Regulations concerning sea transport of lithium batteries are specified in the International Maritime Dangerous Goods (IMDG) Code published by the International Maritime Organization (IMO) [12].

7.5.4 Land transport

Regulations concerning road and railroad transport are specified on a national or multilateral basis. While an increasing number of regulators adopt the UN Model Regulations [16], it is recommended that country-specific transport regulations be consulted before shipping.

7.6 Display and storage

a) *Store batteries in well ventilated, dry and cool conditions*

High temperature or high humidity may cause deterioration of the battery performance and/or surface corrosion.

b) *Do not stack battery cartons on top of each other exceeding a specified height*

If too many battery cartons are stacked, batteries in the lowest cartons may be deformed and electrolyte leakage may occur.

c) *Avoid storing or displaying batteries in direct sun or in places where they get exposed to rain*

When batteries get wet, their insulation resistance may be impaired and self-discharge and corrosion may occur. Heat may cause deterioration.

d) *Store and display batteries in their original packing*

When batteries are unpacked and mixed they may be short-circuited or damaged.

See Annex C for additional details.

7.7 Disposal

Primary batteries may be disposed via communal refuse arrangements provided no local rules to the contrary exist.

During transport, storage and handling for disposal, the following safety precautions should be considered:

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

a) *Do not dismantle batteries*

Some ingredients of lithium batteries can be flammable or harmful. They may cause injuries, fire, rupture or explosion.

b) *Do not dispose of batteries in fire except under conditions of approved and controlled incineration*

Lithium burns violently. Lithium batteries may explode in a fire. Combustion products from lithium batteries can be toxic and corrosive.

c) *Store collected batteries in a clean and dry environment out of direct sunlight and away from extreme heat*

Dirt and wetness may cause short-circuits and heat. Heat may cause leakage of flammable gas. This may result in fire, rupture or explosion.

d) *Store collected batteries in a well-ventilated area*

Used batteries may contain residual charge. If they are short-circuited, abnormally charged or force discharged leakage of flammable gas may be caused. This may result in fire, rupture or explosion.

e) *Do not mix collected batteries with other materials*

Used batteries may contain residual charge. If they are short-circuited, abnormally charged or force discharged the generated heat may ignite flammable wastes such as oily rags, paper or wood and cause a fire.

f) *Protect battery terminals*

Protection of terminals should be considered by providing insulation, particularly for those batteries with a high voltage. Unprotected terminals can cause short-circuits, abnormal charging and forced discharge. This may result in leakage, fire, rupture or explosion.

8 Instructions for use

a) *Always select the correct size and type of battery most suitable for the intended use. Information provided with the equipment to assist correct battery selection should be retained for reference*.

b) *Replace all batteries of a set at the same time.*

c) *Clean the battery contacts and also those of the equipment prior to battery installation.*

d) *Ensure that the batteries are installed correctly with regard to polarity (+ and –).*

e) *Remove exhausted batteries promptly.*

9 Marking

9.1 General

With the exception of small batteries (see 9.2), each battery shall be marked with the following information:

a) designation;

b) expiration of a recommended usage period or year and month or week of manufacture. The year and month or week of manufacture may be in code;

c) polarity of terminals (when applicable);

d) nominal voltage;

e) name or trade mark of the manufacturer or supplier;

f) cautionary advice;

g) caution for ingestion of swallowable batteries (see also 7.2 m)).

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

9.2 Small batteries

Batteries, whose external surface area is too small to accommodate the markings shown in 9.1, shall show, on the battery, the designation of 9.1 a) and polarity of 9.1 c). All other markings shown in 9.1 may be given on the immediate package instead of on the battery.

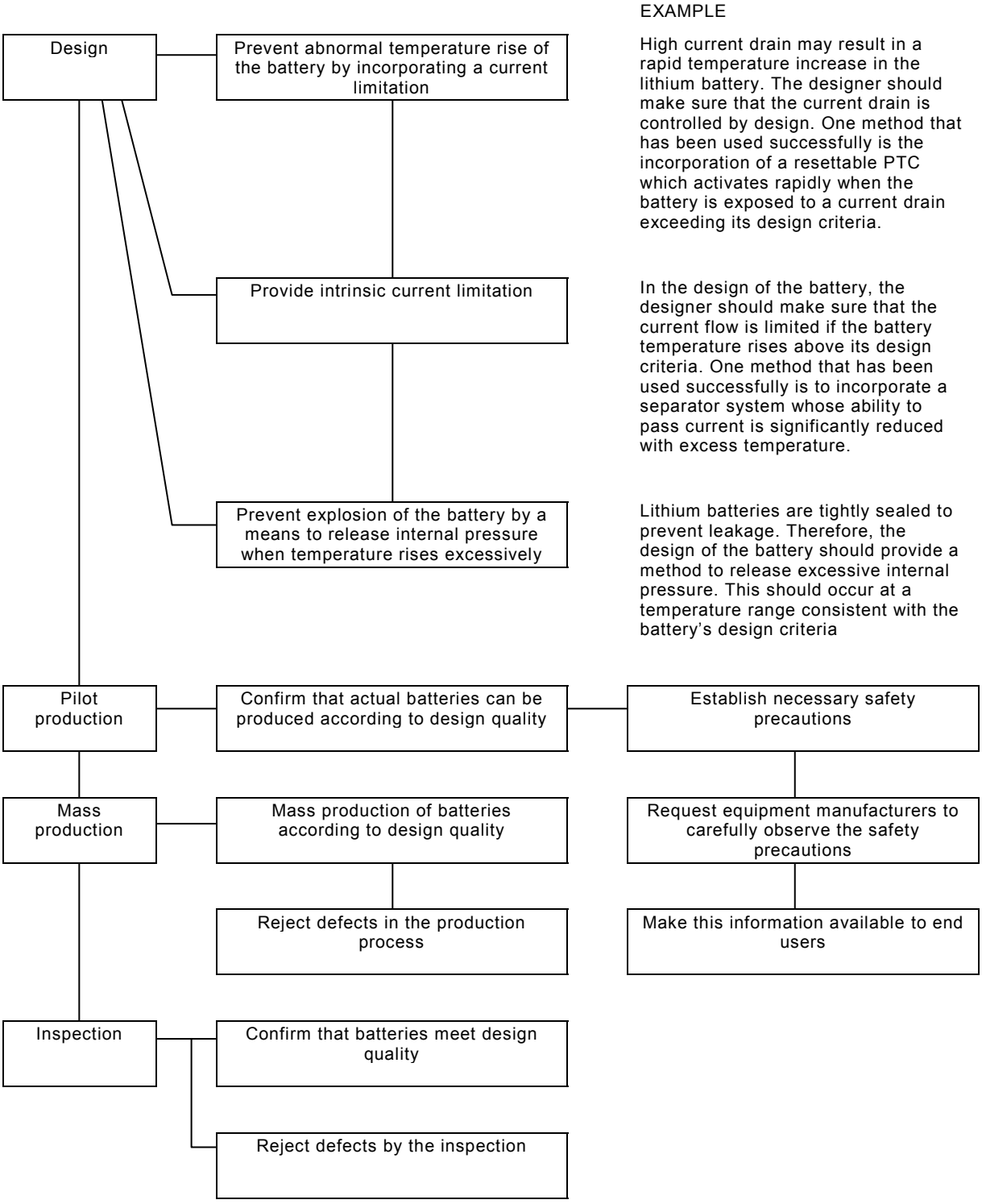
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annex A
(informative)

Guidelines for the achievement of safety of lithium batteries

The following guidelines were followed during the development of high power batteries for consumer use. They are given here for information.

Table A.1 – Battery design guidelines



--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annex B
(informative)

Guidelines for designers of equipment using lithium batteries

Table B.1 sets out the guidelines to be used by designers of equipment which employs lithium batteries (see also IEC 60086-5:2005, Annex B [19], for guidelines for the design of battery compartments).

Table B.1 – Equipment design guidelines

Item	Sub-item	Recommendations	Possible consequences if the recommendations are not observed
(1) When a lithium battery is used as main power source	(1.1) Selection of a suitable battery	Select most suitable battery for the equipment, taking note of its electrical characteristics	Battery may overheat
	(1.2) Number of batteries (series connection or parallel[a] connection) to be used and method of use	a) Multicell batteries (2CR5, CR-P2, 2CR13252 and others); one piece only	If the capacity of batteries in series connection is different, the battery with the lower capacity will be overdischarged. This may result in electrolyte leakage, overheating, rupture, explosion or fire
		b) Cylindrical batteries (CR17345, CR11108 and others); less than three pieces	
		c) Button type batteries (CR2016, CR2025 and others); less than three pieces	
		d) When more than one battery is used, different types should not be used in the same battery compartment	
		e) When batteries are used in parallel[a] protection against charging should be provided	If the voltages of batteries in parallel connection are different, the battery with the lower voltage will become charged. This may result in electrolyte leakage, overheating, rupture, explosion or fire
	(1.3) Design of battery circuit	a) Battery circuit shall be isolated from any other power source	Battery is charged. This may result in electrolyte leakage, overheating, rupture, explosion or fire
		b) Protective devices such as fuses shall be incorporated in the circuit	Short-circuiting a battery may result in electrolyte leakage, overheating, rupture, explosion or fire
(2) When a lithium battery is used as back-up power source	(2.1) Design of battery circuit	The battery should be used in separate circuit so that it is not force discharged or charged by the main power source	Battery may be over-discharged to reverse polarity or charged. This may result in electrolyte leakage, overheating, rupture, explosion or possibly fire
	(2.2) Design of battery circuit for memory back-up application	When a battery is connected to the circuit of a main power source with the possibility of being charged, a protective circuit must be provided with a combination of diode and resistor. The accumulated amount of the leakage current of the diode should be below 2 % of the battery capacity during expected life time	Battery is charged. This may result in electrolyte leakage, overheating, rupture, explosion or possibly fire

[a] See 7.1.2

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Table B.1 *(continued)*

Item	Sub-Item	Recommendations	Possible consequences if the recommendations are not observed
(3) Battery holder and battery compartment		a) Battery compartments should be designed so that if a battery is reversed, open circuit is achieved. Battery compartments should be clearly and permanently marked to show the correct orientation of batteries	Unless protection is provided against battery reversal, damage to equipment may occur from resultant electrolyte leakage, overheating, rupture, explosion or possibly fire
		b) Battery compartments should be designed so that batteries other than the specified size cannot be inserted and make contact	Equipment may be damaged or may not operate
		c) Battery compartments should be designed to allow generated gases to escape	Battery compartments may be damaged when internal pressure of the battery becomes too high due to gas generation
		d) Battery compartments should be designed to be water proof	
		e) Battery compartments should be designed to be explosion proof when tightly sealed	
		f) Battery compartments should be isolated from heat generated by the equipment	Battery may be deformed and leak electrolyte due to excessive heat
		g) Battery compartments should be designed so that they cannot easily be opened by children	Children may remove batteries from the compartment and swallow them
(4) Contacts and terminals		a) Material and shape of contacts and terminals should be selected so that effective electric contact is maintained	Heat may generate at the contact due to insufficient connection
		b) Auxiliary circuit should be designed to prevent reverse installation of batteries	Equipment may be damaged or may not operate
		c) Contact and terminal should be designed to prevent reverse installation of batteries	Equipment may be damaged. Battery may cause electrolyte leakage, overheating, rupture, explosion or possibly fire
		d) Direct soldering or welding to a battery should be avoided	Battery may leak, overheat, rupture, explode or possibly catch fire
(5) Indication of necessary precautions	(5.1) On the equipment	Orientation of batteries (polarity) should be clearly indicated at the battery compartment	When a battery is inserted reverse and charged, it may result in electrolyte leakage, overheating, rupture, explosion or possibly fire
	(5.2) In the instruction manual	Precautions for the proper handling of batteries should be indicated	Batteries may be mishandled and cause accidents

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annex C
(informative)

Additional information on display and storage

This annex provides additional details concerning display and storage of lithium batteries to those already given in 7.6.

The storage area should be clean, cool, dry, ventilated and weatherproof.

For normal storage, the temperature should be between +10 °C and +25 °C and should never exceed +30 °C. Extremes of humidity (over 95 % and below 40 % relative humidity) for sustained periods should be avoided since they are detrimental to both batteries and packings. Batteries should therefore not be stored next to radiators or boilers nor in direct sunlight.

Although the storage life of batteries at room temperature is excellent, storage is improved at lower temperatures provided that special precautions are taken. The batteries should be enclosed in special protective packing (such as sealed plastic bags or variants) which should be retained to protect the batteries from condensation during the time they are warming to ambient temperature. Accelerated warming is harmful.

Batteries which have been cold-stored may be put into use after return to ambient temperature.

Batteries may be stored fitted in equipment or packages, if determined suitable by the battery manufacturer.

The height to which batteries may be stacked is clearly dependent on the strength of the packaging. As a general rule, this height should not exceed 1,5 m for cardboard packages or 3 m for wooden cases.

The above recommendations are equally valid for storage conditions during prolonged transit. Thus, batteries should be stored away from ship engines and not left for long periods in unventilated metal box cars (containers) during summer.

Batteries shall be dispatched promptly after manufacture and in rotation to distribution centres and on to the users. In order that stock rotation (first in, first out) can be practised, storage areas and displays should be properly designed and packs adequately marked.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Bibliography

[1] IATA, International Air Transport Association, Quebec: *Dangerous Goods Regulations* (revised annually)

[2] ICAO, International Civil Aviation Organization, Montreal: *Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air*

[3] IEC 60050-482:2004, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 482: Primary and secondary cells and batteries*

[4] IEC 60027-1:1992, *Letter symbols to be used in electrical technology – Part 1: General*

[5] IEC 60068-2-6:1995, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

[6] IEC 60068-2-27:1987, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

[7] IEC 60068-2-32:1975, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ed: Free fall*

[8] IEC 60617 (all parts), *Graphical symbols for diagrams*

[9] IEC 62133, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Safety requirements for portable sealed secondary cells, and for batteries made from them, for use in portable applications*

[10] IEC 61960, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Secondary lithium cells and batteries for portable applications*

[11] IEC 62281, *Safety of primary and secondary lithium cells and batteries during transport*

[12] IMO, International Maritime Organization, London: *International Maritime Dangerous Goods (IMDG) Code*

[13] ISO/IEC GUIDE 51:1999, *Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards*

[14] ISO 8124-1, *Safety of toys – Part 1: Safety aspects related to mechanical and physical properties*

[15] UL 1642, Underwriters Laboratories*, Standard for Lithium batteries*

[16] United Nations, New York and Geneva: *Recommendations on the Transport of Dangerous Goods, Model Regulations (revised biennially)*

[17] United Nations, New York and Geneva: 2003, *Recommendations on the Transport of Dangerous Goods, Manual of Tests and Criteria, Chapter 38.3*

[18] Battery Association of Japan: *Guideline for the design and production of safe Lithium batteries for camera application, 2nd edition, March 1998*

[19] IEC 60086-5:2005, *Primary batteries – Part 5: Safety of batteries with aqueous electrolyte*

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 36
INTRODUCTION 38

1 Domaine d'application 39
2 Références normatives 39
3 Termes et définitions 39
4 Exigences de sécurité 42
4.1 Conception 42
4.2 Plan de qualité 42
5 Echantillonnage 42
5.1 Généralités 42
5.2 Echantillons d'essai 42
6 Essais et exigences 44
6.1 Généralités 44
6.1.1 Matrice d'application d'essai 44
6.1.2 Avis de sécurité 44
6.1.3 Température ambiante 44
6.1.4 Tolérances de mesure des paramètres 44
6.1.5 Prédécharge 45
6.1.6 Éléments supplémentaires 45
6.2 Evaluation des critères d'essai 45
6.2.1 Court-circuit 45
6.2.2 Echauffement excessif 45
6.2.3 Fuite 45
6.2.4 Perte de masse 45
6.2.5 Echappement de gaz 46
6.2.6 Feu 46
6.2.7 Rupture 46
6.2.8 Explosion 46
6.3 Essais et exigences – Vue d'ensemble 47
6.4 Essais relatifs à l'utilisation prévue 47
6.4.1 Essai A: Altitude 47
6.4.2 Essai B: Cyclage thermique 48
6.4.3 Essai C: Vibrations 48
6.4.4 Essai D: Chocs 49
6.5 Essais relatifs à de mauvais usages raisonnablement prévisibles 49
6.5.1 Essai E: Court-circuit extérieur 49
6.5.2 Essai F: Impact 50
6.5.3 Essai G: Ecrasement 50
6.5.4 Essai H: Décharge forcée 51
6.5.5 Essai I: Charge anormale 51
6.5.6 Essai J: Chute libre 52
6.5.7 Essai K: Agression thermique 52
6.5.8 Essai L: Installation incorrecte 53
6.5.9 Essai M: Décharge excessive 53
6.6 Renseignements à donner dans la spécification appropriée 54

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

6.7 Evaluation et rapport 55
7 Informations relatives à la sécurité 55
7.1 Précautions de sécurité pendant la conception du matériel 55
7.1.1 Protection de charge 55
7.1.2 Connexion parallèle 55
7.2 Précautions de sécurité au cours de la manipulation des piles 55
7.3 Emballage 57
7.4 Manipulation des colis de piles 58
7.5 Transport 58
7.5.1 Généralités 58
7.5.2 Transport aérien 58
7.5.3 Transport maritime 58
7.5.4 Transport terrestre 58
7.6 Présentation et stockage 58
7.7 Mise au rebut 59
8 Instructions d'utilisation 59
9 Marquage 60
9.1 Généralités 60
9.2 Piles de petite taille 60

Annexe A (informative) Lignes directrices concernant la réalisation de la sécurité des piles au lithium 61
Annexe B (informative) Lignes directrices pour les concepteurs d'équipement utilisant des piles au lithium 62
Annexe C (informative) Informations complémentaires sur la présentation et le stockage 64

Bibliographie 65

Figure 1 – Ecran grillagé 46
Figure 2 – Procédure de cyclage thermique 48
Figure 3 – Axes pour la chute libre 52
Figure 4 – Schéma de circuit concernant une installation incorrecte 53
Figure 5 – Schéma de circuit concernant une décharge excessive 54
Figure 6 – Circuit de sécurité pour la protection de charge 55
Figure 7 – Gabarit d'ingestion 57

Tableau 1 – Nombre d'échantillons d'essais 43
Tableau 2 – Matrice d'application d'essai 44
Tableau 3 – Perte de masse maximale 45
Tableau 4 – Essais et exigences 47
Tableau 5 – Profil de vibrations (sinusoïdales) 49
Tableau 6 – Paramètres des chocs 49
Tableau 7 – Charge résistive pour la décharge excessive 54
Tableau A.1 – Lignes directrices pour la conception des piles 61
Tableau B.1 – Lignes directrices pour la conception d'équipement 62

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PILES ÉLECTRIQUES –

Partie 4: Sécurité des piles au lithium

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 60086-4 a été établie par le comité d'études 35 de la CEI: Piles.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2000. Cette édition est le résultat d'une initiative de reformatage destinée à rendre la présente partie plus conviviale, moins ambiguë et, du point de vue des correspondances, à l'harmoniser complètement avec les autres parties de la CEI 60086.

Les principales modifications techniques par rapport à l'édition précédente, concernent:

a) L'harmonisation avec la CEI 62281 [11][1]
b) Les essais ont été renumérotés et en partie révisés ou supprimés. Un essai (F: Impact) a été ajouté dans un souci de conformité avec la CEI 62281. Le tableau montre les anciens

[1] Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

et les nouveaux numéros, de même que les essais ajoutés. Le numéro d'essai entre parenthèse indique les modifications principales de la procédure d'essai.

Ancien	Nouveau	Désignation de l'essai
C-3	A	Altitude
(C-1)	B	Cyclage thermique
B-1	C	Vibrations
B-2	D	Chocs
D-1	E	Court-circuit extérieur
	F	Impact
E-2	G	Ecrasement
	H	Décharge forcée
D-4	I	Charge anormale
E-1	J	Chute libre
F-1	K	Agression thermique
D-3	L	Installation incorrecte
D-6	M	Décharge excessive

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
35/1240/CDV	35/1250/RVC

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.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60086, présentées sous le titre général *Piles électriques,* 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 Internet 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.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

INTRODUCTION

La notion de sécurité est étroitement liée à la sauvegarde de l'intégrité des personnes et des biens. La présente norme spécifie les essais et exigences pour les piles au lithium et elle a été préparée conformément aux lignes directrices ISO/IEC, en prenant en compte toutes les normes nationales et internationales correspondantes.

Les piles au lithium sont différentes des piles électriques conventionnelles utilisant un électrolyte aqueux dans la mesure où elles contiennent des matériaux inflammables.

En conséquence, il est important de prendre attentivement en compte la sécurité pendant la production, la distribution, l'utilisation et la mise au rebut des piles au lithium. Sur la base de telles caractéristiques particulières, les piles au lithium pour des applications grand public étaient à l'origine de petite taille et de faible puissance. Il existait également des piles au lithium de puissance élevée qui étaient utilisées pour des applications industrielles et militaires et qui étaient caractérisées comme étant "remplaçables par un technicien". La première édition de cette norme avait été rédigée pour s'adapter à cette situation.

Cependant, vers la fin des années 1980, des piles au lithium de puissance élevée ont commencé à être largement utilisées sur le marché de remplacement grand public, principalement en tant que source de puissance dans les appareils photo. La demande pour de telles piles au lithium de puissance élevée ayant augmenté de manière significative, divers fabricants ont commencé à les produire. En conséquence, les aspects de sécurité relatifs aux piles au lithium de puissance élevée ont été inclus dans la seconde édition de la présente norme.

Le but principal de la troisième édition de cette norme était de l'harmoniser avec les essais de transport pour piles au lithium qui ont été publiés dans la CEI 62281 [11] .

Les lignes directrices relatives aux questions de sécurité pendant la conception des piles au lithium sont fournies dans l'Annexe A. L'Annexe B rassemble les lignes directrices relatives aux questions de sécurité pendant la conception d'équipement où sont installées des piles au lithium. Les deux Annexes A et B reflètent l'expérience acquise avec les piles au lithium utilisées dans les applications pour appareils photo et sont fondées sur le document[18] de la bibliographie.

La sécurité équivaut à l'absence de risques inacceptables. Il ne peut exister de sécurité absolue. Certains risques demeurent. De ce fait, un produit, un processus ou un service ne peuvent qu'être relativement sûrs. La sécurité est atteinte en réduisant le risque à un niveau tolérable déterminé par la recherche d'un équilibre optimal entre l'idéal de sécurité absolue et les exigences auxquelles doit répondre un produit, un processus ou un service, et des facteurs tels que l'avantage pour l'utilisateur, l'adéquation à l'objet, la rentabilité et les conventions de la société concernée.

Comme la sécurité pose différents problèmes, il est impossible d'établir une liste de dispositions et de recommandations précises qui s'appliqueraient dans tous les cas. Cependant, si cette norme est suivie de manière judicieuse, elle constituera une référence assez cohérente en matière de sécurité.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

PILES ÉLECTRIQUES –

Partie 4: Sécurité des piles au lithium

1 Domaine d'application

Cette partie de la CEI 60086 spécifie les essais et les exigences pour les piles au lithium afin d'assurer leur fonctionnement en toute sécurité dans des conditions d'utilisation prévue et d'un mauvais usage raisonnablement prévisible.

NOTE Les piles électriques au lithium qui sont normalisées dans la 60086-2 sont prévues pour remplir toutes les exigences applicables ci-dessous. Il est sous-entendu que la prise en compte de cette partie de la CEI 60086 peut être également prévue pour mesurer et/ou s'assurer de la sécurité des piles électriques au lithium non normalisées. Dans les deux cas, aucune déclaration ou garantie n'est établie selon laquelle la conformité ou la non-conformité avec cette norme internationale remplira ou ne remplira pas les objectifs ou les besoins particuliers de l'utilisateur.

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 60086-1, *Piles électriques – Partie 1: Généralités*

CEI 60086-2, *Piles électriques – Partie 2: Spécifications physiques et électriques*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

NOTE Certaines définitions prises de la CEI 60050-482 et de la CEI 60086-1 sont répétées ci-après, dans un souci de commodité.

3.1
contenu total de lithium
teneur total en lithium des éléments constituant une pile

3.2
pile
un ou plusieurs éléments primaires (non rechargeables) équipés des dispositifs nécessaires pour l'emploi, par exemple boîtier, bornes, marquage et dispositifs de protection

[VEI 482-01-02:2004, modifié]
[VEI 482-01-04:2004, modifié]

3.3
élément bouton
élément de forme cylindrique dont la hauteur totale est inférieure au diamètre, par exemple en forme de bouton ou de pièce de monnaie

[VEI 482-02-40:2004]

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

3.4
élément
unité fonctionnelle de base, consistant en un assemblage d'électrodes, d'électrolyte, de conteneur, de bornes et généralement de séparateurs, qui est une source d'énergie électrique obtenue par transformation directe d'énergie chimique

[VEI 482-01-01:2004]

3.5
élément composant
élément contenu dans une pile

3.6
élément cylindrique
élément de forme cylindrique dans lequel la hauteur totale est supérieure ou égale au diamètre

[VEI 482-02-39:2004]

3.7
profondeur de décharge
pourcentage de capacité assignée déchargée d'une pile

3.8
complètement déchargé
état de charge d'un élément primaire ou d'une pile correspondant à une profondeur de décharge de 100 %

3.9
dommage
blessure physique ou atteinte à la santé des personnes, ou atteinte aux biens ou à l'environnement

[Guide ISO/CEI 51:1999, 3.3]

3.10
phénomène dangereux (risque)
source potentielle de dommage

[Guide ISO/CEI 51:1999, 3.5]

3.11
utilisation prévue
utilisation d'un produit, d'un processus ou d'un service conformément aux informations données par le fournisseur

[Guide ISO/CEI 51:1999, 3.13]

3.12
grande pile
pile dans laquelle le contenu total de lithium est supérieur à 500 g

3.13
grand élément
élément dans lequel le contenu de lithium est supérieur à 12 g

3.14
élément au lithium
élément contenant un électrolyte non aqueux et dont l'électrode négative est constituée de lithium ou en contient

[VEI 482-01-06:2004]

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

3.15
tension nominale
valeur approchée appropriée d'une tension, utilisée pour désigner ou identifier un élément, une pile, ou un système électrochimique

[VEI 482-03-31:2004]

3.16
tension en circuit ouvert (OCV, U_{OC}, tension à vide)
tension aux bornes d'une pile en l'absence de tout courant externe

[VEI 482-03-32: 2004, modifié]

3.17
parallélépipédique
qualifie un élément ou une pile ayant la forme d'un parallélépipède dont les faces sont rectangulaires

[VEI 482-02-38:2004, modifié]

3.18
dispositifs de protection
dispositifs tels que fusibles, diodes ou autres limiteurs de courant électriques ou électroniques, conçus pour interrompre la circulation du courant, bloquer la circulation du courant dans un sens ou limiter la circulation de courant dans un circuit électrique

3.19
capacité assignée
valeur de la capacité d'un élément ou d'une pile déterminée dans des conditions spécifiées et déclarées par le fabricant

[VEI 482-03-15: 2004, modifié]

3.20
mauvais usage raisonnablement prévisible
utilisation d'un produit, d'un processus ou d'un service d'une manière non prévue par le fournisseur, mais qui peut résulter d'un comportement humain aisément prévisible

[Guide ISO/CEI 51:1999, 3.14]

3.21
risque
combinaison de la probabilité d'un dommage et de sa gravité

[Guide ISO/CEI 51:1999, 3.2]

3.22
sécurité
absence de risque inacceptable

[Guide ISO/CEI 51:1999, 3.1]

3.23
non déchargé
état de charge d'un élément primaire ou d'une pile correspondant à une profondeur de décharge de 0 %

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4 Exigences de sécurité

4.1 Conception

Les piles au lithium sont classées en fonction de leur composition chimique (anode, cathode, électrolyte), leur construction interne (bobine, spirale) et sont disponibles dans des configurations cylindriques, de bouton, et parallélépipédiques. Il est nécessaire de prendre en compte tous les aspects de sécurité correspondants, au moment de la conception de la pile, en reconnaissant le fait qu'ils peuvent considérablement différer, en fonction du couple de lithium mis en œuvre, de la puissance et de la configuration de la pile.

Les notions suivantes de conception en vue de la sécurité sont communes à toutes les piles au lithium.

a) L'échauffement anormal au-dessus de la valeur critique définie par le fabricant doit être évité par conception.

b) Les augmentations de température dans la pile doivent être maîtrisées par une conception qui limite la circulation du courant.

c) Les éléments et les piles au lithium doivent être conçus pour éviter les pressions internes excessives ou pour empêcher une rupture violente pendant le transport, une utilisation prévue et un mauvais usage raisonnablement prévisible.

Voir l'Annexe A pour les lignes directrices concernant la sécurisation des piles au lithium.

4.2 Plan de qualité

Le fabricant doit préparer un plan de qualité définissant les procédures pour l'examen des matériaux, composants, éléments et piles au cours de la fabrication, devant être appliquées au processus total de production d'un type spécifique de pile.

5 Echantillonnage

5.1 Généralités

Il convient de prélever des échantillons des lots de production conformément aux méthodes statistiques acceptées.

5.2 Echantillons d'essai

Le nombre d'échantillons d'essai est donné dans le Tableau 1 ci-dessous. Les mêmes éléments et piles d'essai sont utilisés pour les essais A à E successivement. Des éléments et piles d'essai neufs sont exigés pour chacun des essais F à M.

NOTE L'essai G est fourni en variante pour l'essai F selon celui d'entre eux qui est le plus approprié pour simuler un court-circuit interne pour la conception correspondante d'éléments.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Tableau 1 – Nombre d'échantillons d'essais

<table>
<tr><th></th><th colspan="2">Eléments et piles comportant un seul élément</th><th colspan="2">Piles comportant plusieurs éléments</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Nombre d'échantillons pour les essais A à E</td><td>Non déchargés</td><td>Complètement déchargés</td><td>Non déchargés</td><td>Complètement déchargés</td></tr>
<tr><td>10</td><td>10</td><td>4 [a]</td><td>4 [a]</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Nombre d'échantillons pour les essais F ou G</td><td>Non déchargés</td><td>Complètement déchargés</td><td colspan="2" rowspan="2">Aucun essai de pile exigé mais les éléments composants doivent avoir réussi l'essai</td></tr>
<tr><td>5 (boutons et cylindriques)
10 (parallélépipédiques)</td><td>5 (boutons et cylindriques)
10 (parallélépipédiques)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Nombre d'échantillons pour l'essai H</td><td>Non déchargés</td><td>Complètement déchargés</td><td colspan="2" rowspan="2">Aucun essai de pile exigé mais les éléments composants doivent avoir réussi l'essai</td></tr>
<tr><td>NA</td><td>10</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Nombre d'échantillons pour les essais I à K</td><td>Non déchargés</td><td>Complètement déchargés</td><td>Non déchargés</td><td>Complètement déchargés</td></tr>
<tr><td>5</td><td>NA</td><td>5</td><td>NA</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Nombre d'échantillons pour l'essai L</td><td>Non déchargés</td><td>Complètement déchargés</td><td colspan="2" rowspan="2">NA</td></tr>
<tr><td>5 (+ 15) [b]</td><td>NA</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Nombre d'échantillons pour l'essai M</td><td>50 % prédéchargés</td><td>75 % prédéchargés</td><td colspan="2" rowspan="2">NA</td></tr>
<tr><td>5 (+15) [b]</td><td>5 (+15) [b]</td></tr>
<tr><td colspan="5">Légende:
NA: Non applicable.</td></tr>
<tr><td colspan="5">[a] Lors de l'essai des piles, sauf si les éléments composants ou les piles constitués de ces derniers ont été soumis à l'essai auparavant, le nombre minimum de piles d'essai doit être tel que le nombre d'éléments composants contenus soit égal au nombre d'éléments d'essai exigé pour l'essai.
EXEMPLE 1 Si une pile mettant en jeu 2 éléments composants est soumise à un essai, le nombre de piles d'essai doit être de 5. Si les éléments composants ou les piles mettant en jeu ces derniers ont été soumis auparavant à l'essai, le nombre de piles d'essais doit être de 4.
EXEMPLE 2 Si une pile ayant au moins 3 éléments composants est soumise à un essai, le nombre de piles d'essai doit être de 4.
[b] Eléments supplémentaires non déchargés, entre parenthèses.</td></tr>
</table>

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

6 Essais et exigences

6.1 Généralités

6.1.1 Matrice d'application d'essai

L'applicabilité des méthodes d'essai aux éléments et piles d'essai est présentée dans le Tableau 2 ci-dessous.

Tableau 2 – Matrice d'application d'essai

Forme	Essais applicables												
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**	**H**	**I**	**J**	**K**	**L**	**M**
s	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x [a]	x [b]
m	x	x	x	x	x	NA [c]	NA [c]	NA [c]	x	x	x	NA	NA

Description d'essai:

Essais d'utilisation prévue

A: Altitude
B: Cyclage thermique
C: Vibrations
D: Chocs

Essais de mauvais usages raisonnablement prévisibles

E: Court-circuit extérieur
F: Impact
G Ecrasement
H: Décharge forcée
I: Charge anormale
J: Chute libre
K: Agression thermique
L: Installation incorrecte
M: Décharge excessive

Légende:

Forme

s: élément ou pile comportant un seul élément
m: pile comportant plusieurs éléments

Applicabilité

x: Applicable
NA: Non applicable

[a] Uniquement applicable aux modèles CR17345, CR15H270 et piles de type similaire de construction spiralée susceptibles d'être installées de manière incorrecte et chargées.

[b] Uniquement applicable aux modèles CR17345, CR15H270 et piles de type similaire de construction spiralée susceptibles de subir une décharge excessive.

[c] Aucun essai de pile exigé mais les éléments composants doivent avoir réussi l'essai.

6.1.2 Avis de sécurité

AVERTISSEMENT:

Ces essais exigent l'utilisation de procédures qui peuvent entraîner des blessures si des précautions appropriées ne sont pas prises.

Lors de la rédaction de ces essais, on a pris pour hypothèse que leur exécution était réalisée par des techniciens suffisamment qualifiés et expérimentés utilisant une protection appropriée.

6.1.3 Température ambiante

Sauf indication contraire, les essais doivent être effectués à 20 °C ± 5 °C.

6.1.4 Tolérances de mesure des paramètres

La précision globale des valeurs contrôlées ou mesurées, par rapport aux paramètres spécifiés ou réels, doit se situer dans les tolérances suivantes:

a) ± 1 % pour la tension;

b) ± 1 % pour le courant;

c) ± 2 °C pour la température;

d) ± 0,1 % pour le temps;

e) ± 1 % pour les dimensions;

f) ± 1 % pour la capacité.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Ces tolérances comprennent la précision combinée des instruments de mesure, les techniques de mesure utilisées et toutes autres sources d'erreur dans la procédure d'essai.

6.1.5 Prédécharge

Lorsqu'un essai exige une prédécharge, les éléments ou les piles d'essai doivent être déchargés à la profondeur respective de décharge avec une charge résistive correspondant à l'obtention de la capacité assignée ou avec un courant spécifié par le fabricant.

6.1.6 Éléments supplémentaires

Si des éléments supplémentaires sont exigés pour réaliser un essai, ils doivent être du même type et, de préférence, du même lot de production que l'élément d'essai.

6.2 Evaluation des critères d'essai

6.2.1 Court-circuit

Un court-circuit est considéré comme ayant eu lieu pendant un essai si la tension en circuit ouvert de l'élément ou de la pile après l'essai est inférieure à 90 % de sa tension immédiatement antérieure à l'essai. Cette exigence n'est pas applicable aux éléments et aux piles d'essai complètement déchargés.

6.2.2 Echauffement excessif

Un échauffement excessif est considéré comme ayant eu lieu pendant un essai si la température extérieure du boîtier de l'élément ou de la pile d'essai augmente au-dessus de 170 °C.

6.2.3 Fuite

Une fuite est considérée comme ayant eu lieu pendant un essai si de l'électrolyte, du gaz ou un autre matériau s'échappe de l'élément ou de la pile d'essai de manière non prévue par la conception.

6.2.4 Perte de masse

Afin de quantifier la perte de masse Δm / m, l'équation suivante est fournie:

$$\Delta m / m = \frac{m - m_1}{m} \times 100\ \%$$

où

m est la masse avant l'essai;

m_1 est la masse après l'essai.

Une perte de masse est considérée comme ayant eu lieu, si au cours d'un essai, les valeurs maximales données dans le Tableau 3 sont dépassées.

Tableau 3 – Perte de masse maximale

Masse de la pile m	Perte de masse maximale Δm / m %
$m \leq 1$ g	0,5
1 g < $m \leq 5$ g	0,2
$m > 5$ g	0,1

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

6.2.5 Echappement de gaz

Un échappement de gaz est considéré comme ayant eu lieu, si, au cours d'un essai, et par suite d'une montée excessive en pression interne, des gaz s'échappent d'un élément ou d'une pile par un dispositif de sécurité conçu à cet effet. Ces gaz peuvent comprendre des matériaux occlus.

6.2.6 Feu

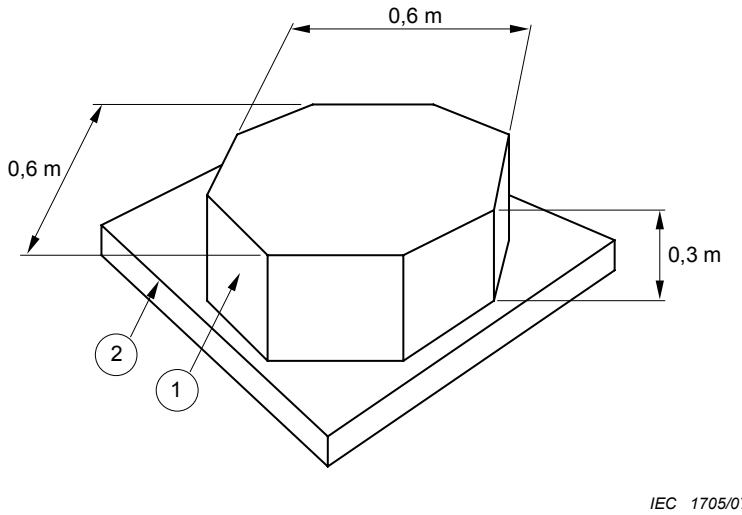
Un feu est considéré comme ayant eu lieu si, au cours d'un essai, des flammes sont produites par l'élément ou la pile d'essai.

6.2.7 Rupture

Une rupture est considérée comme ayant eu lieu, si au cours d'un essai, le conteneur d'un élément ou le boîtier d'une pile a subi une défaillance mécanique, entraînant l'expulsion de gaz, le déversement de liquides ou l'éjection de matériaux solides, sans qu'il n'y ait d'explosion.

6.2.8 Explosion

Une explosion est considérée comme ayant eu lieu, si au cours d'un essai, de la matière solide ou des fragments d'élément ou de pile ont pénétré un écran grillagé, placé comme présenté dans la Figure 1 autour de l'élément ou de la pile en son centre, et posé sur une plaque d'acier. L'écran doit être fabriqué à partir de fils d'aluminium recuit d'un diamètre de 0,25 mm avec une densité de grille de 6 à 7 fils par cm.



NOTE La figure illustre un écran grillagé en aluminium (1) de forme octogonale reposant sur une plaque d'acier (2).

Figure 1 – Ecran grillagé

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

6.3 Essais et exigences – Vue d'ensemble

Cette norme fournit les essais de sécurité concernant l'utilisation prévue (essais A à D) et les mauvais usages raisonnablement prévisibles (essais E à M).

Le Tableau 4 contient une vue d'ensemble des essais et des exigences concernant l'utilisation prévue et les mauvais usages raisonnablement prévisibles.

Tableau 4 – Essais et exigences

Essai		Désignation	Exigences
Essais relatifs à l'utilisation prévue	A	Altitude	NM, NL, NV, NC, NR, NE, NF
	B	Cyclage thermique	NM, NL, NV, NC, NR, NE, NF
	C	Vibrations	NM, NL, NV, NC, NR, NE, NF
	D	Chocs	NM, NL, NV, NC, NR, NE, NF
Essais relatifs à de mauvais usages raisonnablement prévisibles	E	Court-circuit extérieur	NT, NR, NE, NF
	F	Impact	NT, NE, NF
	G	Ecrasement	NT, NE, NF
	H	Décharge forcée	NE, NF
	I	Charge anormale	NE, NF
	J	Chute libre	NV, NE, NF
	K	Agression thermique	NE, NF
	L	Installation incorrecte	NE, NF
	M	Décharge excessive	NE, NF
Les essais A à E doivent être exécutés séquentiellement sur le même élément ou la même pile. Les essais F et G sont fournis en variante. Seul un d'entre eux doit être exécuté, à savoir celui qui est considéré par le fabricant comme étant le plus approprié pour simuler un court-circuit interne au sein des éléments.			
Légende NC: Pas de court-circuit NE: Pas d'explosion NF: Pas de feu NL: Pas de fuite NM: Pas de perte de masse NR: Pas de rupture NT: Pas d'échauffement excessif NV: Pas d'échappement de gaz Voir 6.2 pour une description détaillée des critères d'essai.			

6.4 Essais relatifs à l'utilisation prévue

6.4.1 Essai A: Altitude

a) Objet

Cet essai simule les conditions de basse pression propres au transport aérien.

b) Procédure d'essai

Les éléments et piles d'essai doivent être stockés à une pression de 11,6 kPa ou inférieure pendant au moins 6 h à température ambiante.

c) Exigences

Il ne doit y avoir aucune perte de masse, fuite, échappement de gaz, court-circuit, rupture, explosion ou feu au cours de cet essai.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

6.4.2 Essai B: Cyclage thermique

a) Objet

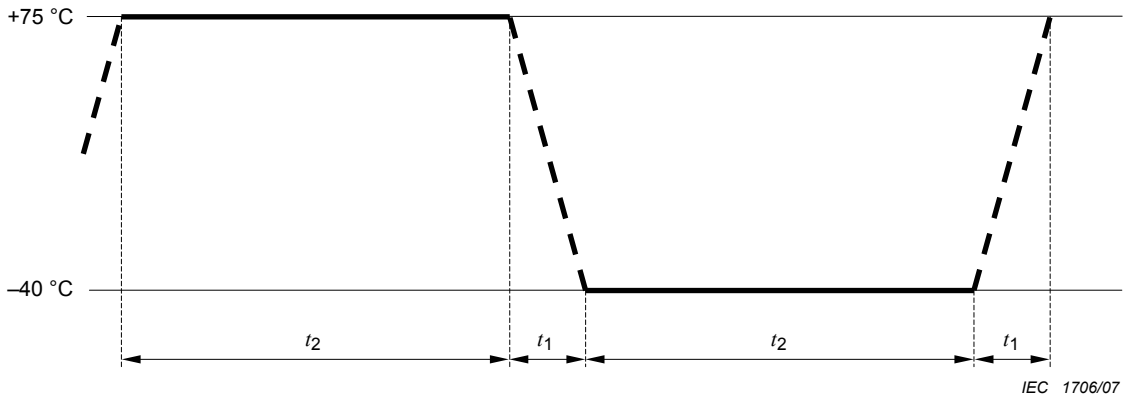
Cet essai évalue l'intégrité du scellement des éléments et des piles et celle de leurs connexions électriques internes. L'essai est exécuté en réalisant des cycles de température.

b) Procédure d'essai

Les éléments et piles d'essai doivent être stockés pendant au moins 6 h à une température d'essai de 75 °C, puis pendant au moins 6 h à une température d'essai de –40 °C. La durée maximale de transition entre les températures doit être de 30 min. Chaque élément ou pile d'essai doit être soumis à cette procédure 10 fois. Celle-ci est ensuite suivie par un stockage pendant au moins 24 h à température ambiante.

Pour les grands éléments et grandes piles, la durée d'exposition aux températures d'essai doit être d'au moins 12 h au lieu de 6 h.

L'essai doit être réalisé en utilisant les éléments et les piles d'essai précédemment soumis à l'essai d'altitude.



Légende

t_1 ≤ 30 min

t_2 ≥ 6 h (12 h pour les grands éléments et grandes piles)

NOTE La figure présente un des dix cycles.

Figure 2 – Procédure de cyclage thermique

c) Exigences

Il ne doit y avoir aucune perte de masse, fuite, échappement de gaz, court-circuit, rupture, explosion ou feu au cours de cet essai.

6.4.3 Essai C: Vibrations

a) Objet

Cet essai simule des vibrations survenant pendant le transport. Les conditions d'essai sont fondées sur la gamme de vibrations fournie par l'OACI [2].

b) Procédure d'essai

Les éléments et piles d'essai doivent être fermement fixés à la plate-forme du générateur de vibrations, sans déformation et de manière à transmettre fidèlement les vibrations. Les éléments et piles d'essai doivent être soumis à des vibrations sinusoïdales conformément au Tableau 5. Ce cycle doit être répété 12 fois pendant 3 h au total pour chacune des trois positions de montage mutuellement perpendiculaires. Une des directions doit être perpendiculaire à la face des bornes.

L'essai doit être réalisé en utilisant les éléments et les piles d'essai précédemment soumis à l'essai de cyclage thermique.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Tableau 5 – Profil de vibrations (sinusoïdales)

Gamme de fréquences		Amplitudes	Durée du cycle de balayage logarithmique (7 Hz – 200 Hz – 7 Hz)	Axe	Nombre de cycles
De	à				
f_1 = 7 Hz	f_2	a_1 = 1 g_n	15 min	X	12
f_2	f_3	s = 0,8 mm		Y	12
f_3	f_4 = 200 Hz	a_2 = 8 g_n		Z	12
et retour à f_1 = 7 Hz				Total	36

NOTE L'amplitude de vibration est la valeur absolue maximale de déplacement ou d'accélération. Par exemple, une amplitude de déplacement de 0,8 mm correspond à un déplacement crête à crête de 1,6 mm.

Légende
f_1, f_4: fréquences inférieure et supérieure
f_2, f_3: fréquences de transition (f_2 ≈ 17,62 Hz, f_3 ≈ 49,84 Hz)
a_1, a_2: amplitude d'accélération
s: amplitude de déplacement

c) Exigences

Il ne doit y avoir aucune perte de masse, fuite, échappement de gaz, court-circuit, rupture, explosion ou feu au cours de cet essai.

6.4.4 Essai D: Chocs

a) Objet

Cet essai simule des chocs survenant pendant le transport.

b) Procédure d'essai

Les éléments et piles d'essai doivent être fixés sur l'appareil d'essai au moyen d'un montage rigide venant au contact de toutes les faces de chaque élément ou pile d'essai. Chaque élément ou pile d'essai doit être soumis à 3 chocs selon chaque direction des trois positions de montage mutuellement perpendiculaires de l'élément ou de la pile correspondant à 18 chocs au total. Pour chaque choc, les paramètres donnés dans le Tableau 6 doivent être appliqués.

Tableau 6 – Paramètres des chocs

	Forme d'onde	Accélération de crête	Durée de l'impulsion	Nombre de chocs par demi-axe
Eléments ou piles à l'exception des grand(e)s	Demi-sinusoïdale	150 g_n	6 ms	3
Grands éléments ou piles	Demi-sinusoïdale	50 g_n	11 ms	3

L'essai doit être réalisé en utilisant les éléments et les piles d'essai précédemment soumis à l'essai de vibrations.

c) Exigences

Il ne doit y avoir aucune perte de masse, fuite, échappement de gaz, court-circuit, rupture, explosion ou feu au cours de cet essai.

6.5 Essais relatifs à de mauvais usages raisonnablement prévisibles

6.5.1 Essai E: Court-circuit extérieur

a) Objet

Cet essai simule les conditions entraînant un court-circuit extérieur.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

b) Procédure d'essai

L'élément ou la pile d'essai doit être stabilisé à une température extérieure du boîtier de 55 °C et ensuite soumis à un état de court-circuit ayant au total une résistance externe de moins de 0,1 Ω à 55 °C. Cet état de court-circuit est maintenu pendant au moins 1 h après retour à 55 °C de la température extérieure du boîtier de l'élément ou de la pile.

L'échantillon d'essai doit être observé pendant une durée de 6 h supplémentaires.

L'essai doit être réalisé en utilisant les échantillons d'essai précédemment soumis à l'essai de chocs.

c) Exigences

Il ne doit se produire aucun échauffement excessif, rupture, explosion ou feu pendant cet essai et dans les 6 h d'observation.

6.5.2 Essai F: Impact

a) Objet

Cet essai simule un court-circuit interne.

NOTE L'essai d'impact a été inclus dans la CEI 62281 [11] en vue de l'harmonisation avec les essais de transport décrits dans les Recommandations des Nations Unies relatives au Transport des Marchandises Dangereuses, Manuel d'Epreuves et de Critères [17]. Il a été évalué par la CEI et s'est révélé être décrit de manière plus appropriée en tant qu'essai de mauvaise utilisation qu'en tant qu'essai de transport. Il n'a pas pu être établi qu'il simulait parfaitement un état de court-circuit interne. Cependant, il s'est avéré que pour certaines types d'éléments, l'essai d'écrasement était plus approprié pour simuler un court-circuit interne. De ce fait, l'essai d'écrasement est fourni en tant que méthode d'essai en variante visant à simuler un court-circuit.

b) Procédure d'essai

L'élément d'essai ou l'élément composant est placé sur une plaque plane. Une barre d'acier d'un diamètre de 15,8 mm est placée au travers du centre de l'échantillon. On laisse tomber une masse de 9,1 kg d'une hauteur de 61 cm ± 2,5 cm sur la barre située sur l'échantillon.

Un élément cylindrique ou parallélépipédique est soumis à l'impact avec son axe longitudinal parallèle à la plaque plane et perpendiculaire à l'axe longitudinal de la barre située en travers du centre de l'échantillon d'essai. Un élément parallélépipédique est soumis à une rotation de 90° autour de son axe de sorte que les côtés larges et étroits soient soumis à l'impact. Un élément bouton est soumis à l'impact avec sa surface plane parallèle à la plaque plane et à la barre située en travers de son centre.

Chaque élément d'essai ou élément composant doit être soumis à un seul impact.

L'échantillon d'essai doit être observé pendant une durée de 6 h supplémentaires.

L'essai doit être réalisé en utilisant des éléments d'essai ou des éléments composants qui n'ont pas été précédemment soumis à d'autres essais.

L'essai ne doit pas être appliqué aux éléments où un état de court-circuit interne n'est pas simulé de manière correcte.

c) Exigences

Il ne doit se produire aucun échauffement excessif, explosion ou feu pendant cet essai et dans les 6 h d'observation qui suivent.

6.5.3 Essai G: Ecrasement

a) Objet

Cet essai simule un court-circuit interne.

NOTE Pour certains types d'éléments, l'essai d'écrasement est une simulation plus appropriée d'un court-circuit interne que l'essai d'impact. Il est de ce fait prévu en tant que méthode d'essai alternative à cet effet.

b) Procédure d'essai

L'élément ou l'élément composant doit être écrasé entre deux surfaces planes. La force doit être appliquée par un étau ou par un vérin hydraulique avec un piston circulaire. L'écrasement doit être progressif avec une vitesse d'environ 1,5 cm / s au moment du premier contact. L'écrasement doit être maintenu jusqu'à ce que la force appliquée atteigne environ 13 kN.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

EXEMPLE La force doit être appliquée par un vérin hydraulique avec un piston de 32 mm de diamètre jusqu'à ce qu'une pression de 17 MPa soit atteinte sur le vérin.

Une fois que la pression maximale a été obtenue, la pression doit être relâchée.

Un élément cylindrique doit être écrasé avec son axe longitudinal parallèle aux surfaces planes de l'appareil d'écrasement. Un élément parallélépipédique doit être écrasé en appliquant la force dans le sens de l'un des deux axes perpendiculaires à son axe longitudinal, puis, séparément, en appliquant la force dans le sens de l'autre axe. Un élément bouton doit être écrasé en appliquant la force sur ses surfaces planes.

Chaque élément d'essai ou élément composant doit être soumis à un seul écrasement.

L'échantillon d'essai doit être observé pendant une durée de 6 h supplémentaires.

L'essai doit être réalisé en utilisant des éléments d'essai ou des éléments composants qui n'ont pas été précédemment soumis à d'autres essais.

L'essai doit être appliqué uniquement aux éléments pour lesquels l'essai d'impact, F, ne simule pas correctement un état de court-circuit interne.

c) Exigences

Il ne doit se produire aucun échauffement excessif, explosion ou feu pendant cet essai et dans les 6 h d'observation qui suivent.

6.5.4 Essai H: Décharge forcée

a) Objet

Cet essai évalue la capacité d'un élément à résister à un état de décharge forcée.

b) Procédure d'essai

Chaque élément doit être soumis à une décharge forcée à température ambiante en le connectant en série à une alimentation en courant continu de 12 V à un courant initial égal au courant de décharge continue maximal spécifié par le fabricant.

Le courant de décharge spécifié est obtenu en connectant une charge résistive de taille et de caractéristiques appropriées en série avec l'élément d'essai et l'alimentation en courant continu. Chaque élément doit être soumis à une décharge forcée pendant un durée t_d égal à

$$t_d = C_r / I_i$$

où

t_d est la durée d'essai;

C_r est la capacité assignée;

I_i est le courant d'essai initial.

L'essai doit être réalisé avec des piles d'essai complètement déchargées.

Les éléments d'essai doivent être observés pendant 7 jours après l'interruption de l'état de décharge forcée.

c) Exigences

Il ne doit se produire ni explosion ni feu au cours de cet essai et des 7 jours d'observation.

6.5.5 Essai I: Charge anormale

a) Objet

Cet essai simule l'état où une pile installée dans un dispositif se trouve exposée à une tension inverse de la part d'une alimentation externe, par exemple une unité de sauvegarde de mémoire comportant une diode défectueuse (voir 7.1.1). Les conditions d'essai sont fondées sur la norme UL 1642 [15].

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

b) Procédure d'essai

Chaque pile d'essai doit être soumise à un courant de charge égal à trois fois le courant de charge anormal I_c spécifié par le fabricant de piles en la connectant de manière opposée à l'alimentation en courant continu. Sauf si l'alimentation permet le réglage du courant, le courant de charge spécifié doit être obtenu en connectant une résistance de taille et de caractéristiques appropriées en série avec la pile.

La durée d'essai doit être calculée au moyen de la formule:

$$t_d = 2{,}5 \times C_n / (3 \times I_c)$$

où

t_d est la durée d'essai. Afin d'accélérer l'essai, il est permis de régler les paramètres d'essai de façon à ce que t_d ne dépasse pas 7 jours;

C_n est la capacité nominale;

I_c est le courant de charge anormal déclaré par le fabricant pour cet essai.

c) Exigences

Il ne doit se produire ni explosion ni feu pendant cet essai.

6.5.6 Essai J: Chute libre

a) Objet

Cet essai simule la situation dans laquelle on laisse accidentellement tomber une pile. La procédure d'essai repose sur la CEI 60068-2-32 [7].

b) Procédure d'essai

On doit laisser tomber des piles d'essai d'une hauteur de 1 m sur une surface en béton. On doit laisser tomber chaque pile d'essai six fois, une pile parallélépipédique une fois sur chacune de ses six faces, une pile cylindrique deux fois selon chacun des trois axes comme illustré à la Figure 3. Par la suite, les piles d'essai doivent être stockées pendant 1 h.

L'essai doit être réalisé avec des éléments et piles d'essai non déchargés.

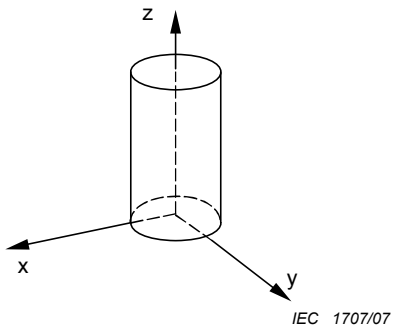


Figure 3 – Axes pour la chute libre

c) Exigences

Il ne doit se produire aucun échauffement excessif, ni explosion et ni feu pendant cet essai et dans l'intervalle d'observation de 1 h.

6.5.7 Essai K: Agression thermique

a) Objet

Cet essai simule l'état où une pile est exposée à une température extrêmement élevée.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

b) Procédure d'essai

Une pile d'essai doit être placée dans une étuve et la température augmentée à raison de 5 °C/min jusqu'à atteindre 130 °C, température à laquelle la pile doit demeurer pendant 10 min.

c) Exigences

Il ne doit se produire ni explosion ni feu pendant cet essai.

6.5.8 Essai L: Installation incorrecte

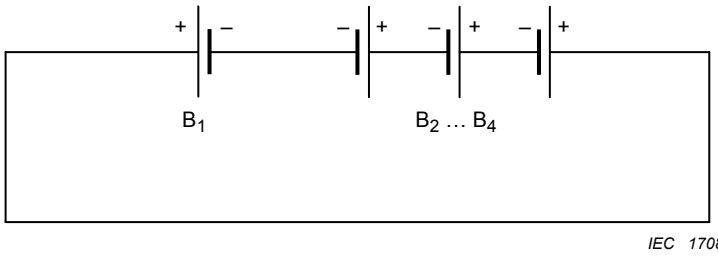
a) Objet

Cet essai simule l'état où une pile comportant un seul élément est inversée au sein d'un ensemble de piles.

b) Procédure d'essai

Une pile d'essai est montée en série avec trois piles supplémentaires non déchargées comportant un seul élément, du même type, de telle manière que les bornes de la pile d'essai soient connectées de manière inverse. La résistance du circuit d'interconnexion doit être inférieure ou égale à 0,1 Ω.

Le circuit doit être maintenu pendant 24 h ou jusqu'à ce que la température du boîtier de la pile soit revenue à la température ambiante.



Légende

B_1 pile d'essai
B_2...B_4 piles supplémentaires, non déchargées

Figure 4 – Schéma de circuit concernant une installation incorrecte

c) Exigences

Il ne doit se produire ni explosion ni feu pendant cet essai.

6.5.9 Essai M: Décharge excessive

a) Objet

Cet essai simule l'état où une pile déchargée comportant un seul élément est connectée en série avec d'autres piles non déchargées comportant un seul élément. L'essai simule, de surcroît, l'utilisation de piles dans des appareils à moteur dans lesquels, en général, des courants supérieurs à 1 A sont exigés.

NOTE Les piles de type CR17345 et CR15H270 sont largement utilisées dans les appareils à moteur dans lesquels les courants supérieurs à 1 A sont exigés. Le courant pour les piles non normalisées peut être différent.

b) Procédure d'essai

Chaque pile d'essai doit être prédéchargée à une profondeur de décharge de 50 %. Elle doit ensuite être connectée en série avec trois piles supplémentaires non déchargées comportant un seul élément, du même type.

Une charge résistive R_1 est connectée en série avec l'ensemble de piles de la Figure 5 où R_1 est tirée du Tableau 7.

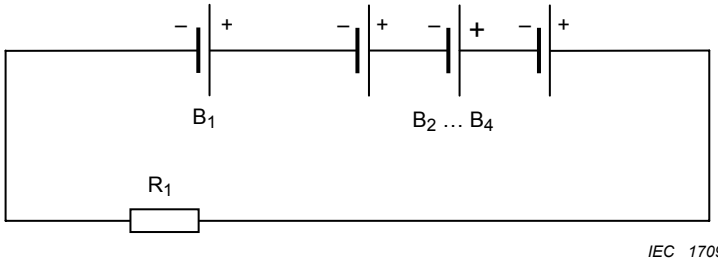
L'essai doit être poursuivi pendant 24 h ou jusqu'à ce que la température du boîtier de la pile soit revenue à la température ambiante.

L'essai doit être répété avec des piles d'essai prédéchargées à 75 %.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Tableau 7 – Charge résistive pour la décharge excessive

Type de pile	Charge résistive R_1 Ω
CR17345	8,20
CR15H270	8,20
NOTE Tableau à modifier ou compléter lorsque des piles supplémentaires de construction spiralée seront normalisées. EXEMPLE Lorsque les piles CR17345 et CR15H270 ont été normalisées, R_1 était déterminée à partir de la tension finale de l'ensemble de la Figure 5, au moyen de la formule $R = 4 \times 2{,}0\ V / 1\ A$ où 2,0 V est la tension finale tirée des tableaux de spécifications de la CEI 60086-2, et 1 A est le courant d'essai. On détermine alors R_1 en arrondissant R à la valeur la plus proche du Tableau 5 de la CEI 60086-1.	



Légende

B_1 pile d'essai, prédéchargée à 50 % et, dans des essais séparés, prédéchargée à 75 %
B_2... B_4 piles supplémentaires, non déchargées
R_1 charge résistive

Figure 5 – Schéma de circuit concernant une décharge excessive

c) Exigences

Il ne doit se produire ni explosion ni feu pendant cet essai.

6.6 Renseignements à donner dans la spécification appropriée

Lorsque cette norme est citée dans une spécification particulière, les paramètres suivants doivent être donnés pour autant qu'ils soient applicables:

Article et/ou paragraphes

a) Courant de prédécharge spécifié par le fabricant 6.1.5;

b) Déclaration selon laquelle l'essai d'impact ou l'essai d'écrasement est à considérer le plus à même de simuler un état de court circuit interne 6.5.2 et 6.5.3;

c) Courant de décharge continue maximal spécifié par le fabricant pour l'essai H 6.5.4;

NOTE 1 La décharge forcée d'un élément peut se produire lorsqu'il est connecté en série avec d'autres éléments et lorsqu'il n'est pas protégé avec une diode montée en parallèle. Si applicable, il convient que ceci soit reflété par la spécification.

et

d) Courant de charge anormal déclaré par le fabricant pour l'essai I 6.5.5

NOTE 2 La charge anormale d'un élément peut se produire lorsqu'il est connecté en série avec d'autres éléments et qu'un élément est inversé ou lorsqu'il est connecté en parallèle avec une alimentation et que les dispositifs de protection ne fonctionnent pas correctement. Si applicable, il convient que ceci soit reflété par la spécification.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

6.7 Evaluation et rapport

Si un rapport est rédigé, il convient de prendre en compte la liste suivante de points:

a) nom et adresse du laboratoire d'essai;
b) nom et adresse du demandeur (s'il y a lieu);
c) identification unique du rapport d'essai;
d) date du rapport d'essai;
e) caractéristiques des éléments ou piles d'essai conformément à 4.1;
f) descriptions et résultats d'essai, y compris les paramètres conformément à 6.6;
g) signature avec nom et fonction du signataire.

7 Informations relatives à la sécurité

7.1 Précautions de sécurité pendant la conception du matériel

Voir également l'Annexe B pour les lignes directrices concernant les concepteurs d'équipement utilisant les piles au lithium.

7.1.1 Protection de charge

Lorsqu'on incorpore une pile électrique au lithium dans un circuit de sauvegarde de mémoire, une diode de blocage et une résistance de limitation de courant ou d'autres dispositifs de protection doivent être utilisés pour empêcher la source d'alimentation principale de charger la pile (voir la Figure 6).

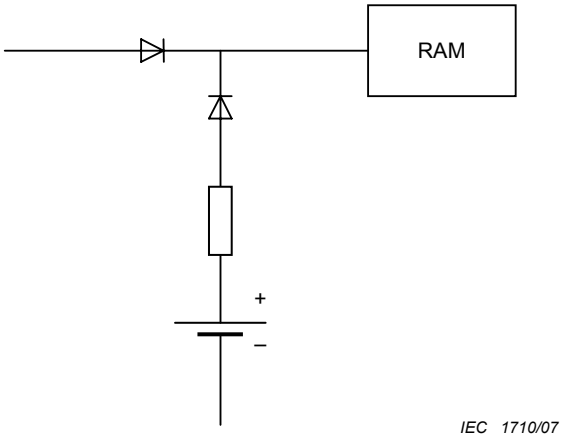


Figure 6 – Circuit de sécurité pour la protection de charge

7.1.2 Connexion parallèle

Il convient d'éviter la mise en parallèle lors de la conception des compartiments des piles. Cependant, si cela est exigé, le fabricant de piles doit être contacté pour avis.

7.2 Précautions de sécurité au cours de la manipulation des piles

Si on les utilise correctement, les piles au lithium fournissent une source d'énergie sûre et fiable. Cependant, si elles sont mal utilisées ou utilisées de façon abusive, des fuites, des échappements de gaz ou, dans des cas extrêmes, une explosion et/ou éventuellement un feu peuvent en résulter.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

a) *Toujours insérer les piles correctement, en prêtant attention aux polarités (+ et –) marquées sur la pile et l'équipement*

Lorsque les piles sont insérées de manière inverse, elles peuvent être court-circuitées ou chargées. Ceci peut provoquer des surchauffes, des fuites, des échappements de gaz, des ruptures, des explosions, des feux et des dommages corporels.

b) *Ne pas court-circuiter les piles*

Si les bornes positive (+) et négative (–) d'une pile sont en contact électrique entre elles, la pile est court-circuitée. Par exemple des piles nues contenues dans une poche comportant des clés ou des pièces de monnaie peuvent être court-circuitées. Ceci peut provoquer des échappements de gaz, des fuites, des explosions, des feux et des dommages corporels.

c) *Ne pas charger les piles*

La tentative de charger une pile électrique non rechargeable peut provoquer un dégagement interne de gaz et/ou de chaleur entraînant des fuites, des échappements de gaz, des explosions, des feux et des dommages corporels.

d) *Ne pas forcer la décharge des piles*

Lorsque l'on force la décharge des piles au moyen d'une source de puissance extérieure, la tension de la pile sera forcée au-dessous de sa capacité inhérente à sa conception et des gaz seront produits à l'intérieur de la pile. Ceci peut provoquer des fuites, des échappements de gaz, des explosions, des feux et des dommages corporels.

e) *Ne pas mélanger des piles anciennes et des piles neuves ou des piles de différents types ou marques*

Lors du remplacement des piles, les remplacer toutes au même moment par des piles neuves de la même marque et du même type. Lorsque des piles de marque ou type différents sont utilisées ensemble ou des piles neuves et anciennes sont utilisées ensemble, certaines piles peuvent subir une décharge excessive /décharge forcée, en raison d'une différence de tension ou de capacité. Ceci peut entraîner des fuites, des échappements de gaz, des explosions et éventuellement des feux et provoquer des dommages corporels.

f) Il convient d'enlever immédiatement les piles épuisées de l'équipement et de les mettre convenablement au rebus

Lorsqu'on laisse les piles déchargées pendant longtemps dans l'équipement, une fuite d'électrolyte peut provoquer des dommages au matériel et/ou des dommages corporels.

g) *Ne pas échauffer les piles*

Lorsqu'une pile est exposée à la chaleur, des fuites, des échappements de gaz, des explosions et éventuellement des feux peuvent se produire et provoquer des dommages corporels.

h) *Ne pas souder ou braser directement sur les piles*

La chaleur provenant du soudage ou du brasage direct sur une pile peut provoquer des fuites, des échappements de gaz, des explosions et éventuellement des feux et provoquer des dommages corporels.

i) *Ne pas démonter les piles*

Lorsqu'une pile est démantelée ou démontée, le contact avec les composants peut être nocif et peut provoquer un accident corporel ou éventuellement un feu.

j) *Ne pas déformer les piles*

Il convient de ne pas écraser, perforer ou mutiler les piles. Un tel mauvais traitement peut entraîner des fuites, des échappements de gaz, des explosions et éventuellement des feux et provoquer des dommages corporels.

k) *Ne pas jeter les piles au feu*

Lorsqu'on se débarrasse des piles dans le feu, l'accumulation de chaleur peut provoquer une explosion et/ou un feu et un accident corporel. Ne pas incinérer des piles sauf pour la mise au rebus agréé dans un incinérateur contrôlé.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

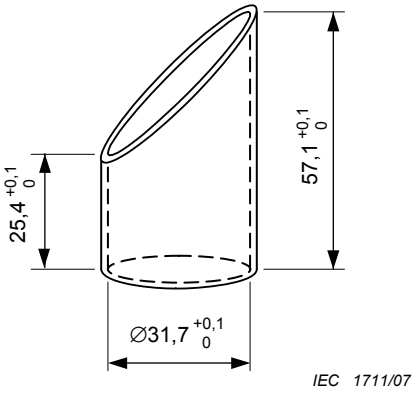
l) *Il convient de ne pas exposer à l'eau une pile au lithium comportant un conteneur endommagé*

Le lithium métal en contact avec l'eau peut produire de l'hydrogène, un feu, une explosion et/ou provoquer des dommages corporels.

m) *Maintenir les piles hors de portée des enfants*

Maintenir les piles hors de portée des enfants, en particulier les piles considérées comme pouvant être avalées compte tenu du gabarit d'ingestion défini à la Figure 7. En cas d'ingestion d'un élément ou d'une pile, consulter rapidement un médecin.

Dimensions en mm



NOTE Ce gabarit définit un composant pouvant être avalé et il est défini dans l'ISO 8124-1 [14].

Figure 7 – Gabarit d'ingestion

n) *Ne pas laisser les enfants effectuer de remplacement de pile sans la surveillance d'un adulte*

o) *Ne pas encapsuler et/ou modifier des piles*

L'encapsulation ou toute autre modification sur une pile peut entraîner un blocage des évents de sécurité et ultérieurement une explosion et un accident corporel. Il convient de demander conseil au fabricant de piles s'il est considéré nécessaire d'effectuer des modifications.

p) *Stocker les piles neuves dans leur emballage original à distance d'objets métalliques. Si elles sont déjà hors de leur emballage, ne pas mélanger ou mettre en vrac les piles*

Des piles déballées pourraient être mises en vrac ou être mélangées à des objets métalliques. Ceci peut entraîner des mises en court-circuit des piles qui peuvent entraîner des fuites, des échappements de gaz, des explosions et éventuellement des feux et provoquer des dommages corporels. L'un des meilleurs moyens d'éviter cela est de stocker les piles neuves dans leur emballage d'origine.

q) *Enlever les piles de l'équipement s'il ne doit pas être utilisé pendant une période de temps prolongée, sauf si l'on prévoit des cas d'urgence*

Il est avantageux d'enlever immédiatement les piles de l'équipement qui a cessé de fonctionner de manière satisfaisante ou lorsque l'on prévoit une longue période de non-utilisation (par exemple, caméra vidéo, flash, etc.). Bien que la plupart des piles au lithium actuellement sur le marché soient hautement résistantes aux fuites, une pile ayant été partiellement ou complètement déchargée peut être davantage sujette à des fuites qu'une pile neuve.

7.3 Emballage

L'emballage doit être conçu pour éviter tout dommage mécanique au cours du transport, des manutentions et du stockage empilé. Les matériaux et la conception d'emballage doivent être choisis de manière à prévenir le développement de contacts électriques involontaires, les courts-circuits, les déplacements, la corrosion des bornes et fournir une protection contre l'environnement.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

7.4 Manipulation des colis de piles

Il convient de manipuler les boîtes de piles avec précaution. Une manipulation brusque peut entraîner un court-circuit ou une détérioration des piles. Ceci peut provoquer des fuites, des explosions ou des feux.

7.5 Transport

7.5.1 Généralités

Les essais et les exigences pour le transport des éléments ou des piles au lithium sont donnés dans la CEI 62281 [11].

Les règlements concernant le transport international des piles au lithium sont fondés sur les Recommandations des Nations Unies relatives au Transport des Marchandises Dangereuses [16].

Les règlements concernant le transport sont sujets à des modifications. Pour le transport des piles au lithium, il convient que les dernières éditions des règlements suivants soient consultées.

7.5.2 Transport aérien

Les règlements concernant le transport aérien des piles au lithium sont spécifiés dans les Instructions Techniques pour la Sécurité du Transport Aérien des Marchandises Dangereuses publiées par l'Organisation de l'Aviation Civile Internationale (OACI) [2] et dans la Réglementation pour le Transport des Marchandises Dangereuses, publiée par l'Association Internationale du Transport Aérien (IATA) [1].

7.5.3 Transport maritime

Les règlements concernant le transport maritime des piles au lithium sont spécifiés dans le Code maritime international des marchandises dangereuses (IMDG Code) publié par l'Organisation Maritime Internationale (OMI) [12].

7.5.4 Transport terrestre

Les règlements concernant le transport routier et ferroviaire sont spécifiés sur un plan national ou multilatéral. Alors qu'un nombre croissant d'organismes de régulation adopte le Règlement Type des Nations Unies [16], il est recommandé que les règlements sur le transport spécifiques à un pays soient consultés avant expédition.

7.6 Présentation et stockage

a) *Stocker les piles dans des lieux bien aérés, au sec et à température modérée*

Une température ou une humidité élevée peuvent provoquer une détérioration de la performance de la pile et/ou une corrosion superficielle.

b) *Ne pas empiler les boîtes de piles les unes sur les autres au-delà d'une hauteur spécifiée*

Si un trop grand nombre de cartons de piles est empilé, les piles des cartons inférieurs peuvent être déformées, ce qui peut provoquer des fuites d'électrolyte.

c) *Eviter de stocker ou d'exposer les piles directement au soleil ou dans des endroits où elles sont exposées à la pluie*

Lorsque les piles prennent l'humidité, leur isolation peut être altérée et une autodécharge ainsi que de la corrosion peuvent être produites. La chaleur peut provoquer une détérioration.

d) *Stocker et présenter les piles dans leur emballage d'origine.*

Lorsque les piles sont désemballées et mélangées, elles peuvent être court-circuitées ou endommagées.

Pour des informations supplémentaires, se reporter à l'Annexe C.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

7.7 Mise au rebut

On peut mettre au rebut les piles par l'intermédiaire du système de ramassage public des ordures, à condition qu'il n'existe pas de règle locale contraire.

Au cours du transport, du stockage et de la manutention en vue de la mise au rebut, il convient de prendre en compte les précautions de sécurité suivantes:

a) *Ne pas démonter les piles*

Certains composants des piles au lithium peuvent être inflammables ou nocifs. Il peuvent provoquer des blessures, des feux, des ruptures ou des explosions.

b) *Ne pas jeter les piles dans le feu sauf dans des conditions d'une incinération contrôlée*

Le lithium brûle violemment. Les piles au lithium peuvent exploser dans un feu. Les produits de combustion des piles au lithium peuvent être toxiques et corrosifs.

c) *Stocker les piles récupérées dans un environnement propre et sec à l'abri de la lumière du soleil et à distance d'une chaleur extrême*

La saleté et l'humidité peuvent provoquer des courts-circuits et de la chaleur. La chaleur peut provoquer des fuites de gaz inflammables. Cela peut entraîner des feux, des ruptures ou des explosions.

d) *Stocker les piles récupérées dans un endroit bien aéré*

Les piles usagées peuvent contenir une charge résiduelle. Si elles sont court-circuitées, anormalement chargées ou soumises à une décharge forcée, cela peut donner lieu à des fuites de gaz inflammables. Cela peut entraîner des feux, des ruptures ou des explosions.

e) *Ne pas mélanger les batteries récupérées avec d'autres matériaux*

Les piles usagées peuvent contenir une charge résiduelle. Si elles sont court-circuitées, anormalement chargées ou soumises à une décharge forcée, la chaleur produite peut enflammer des déchets inflammables, tels que chiffons huileux, papier ou bois et donner lieu à un incendie.

f) *Protéger les bornes de piles*

Il convient de prendre en compte la protection des bornes en assurant leur isolation, en particulier pour les piles de tension élevée. Des bornes non protégées peuvent provoquer des courts-circuits, une charge anormale et une décharge forcée. Cela peut entraîner des fuites, des feux, des ruptures ou des explosions.

8 Instructions d'utilisation

a) Toujours choisir la taille et le type corrects de piles les plus adaptées à l'utilisation prévue. Il convient de conserver les informations fournies avec l'équipement pour aider au choix correct des piles, afin de s'y référer dans l'avenir.

b) Remplacer toutes les piles d'un ensemble en même temps.

c) Nettoyer les contacts de piles et également ceux de l'équipement préalablement à l'installation des piles.

d) S'assurer que les piles sont convenablement installées par rapport à la polarité (+ et –).

e) Ôter rapidement les piles déchargées.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

9 Marquage

9.1 Généralités

A l'exception des petites piles, (voir 9.2), chaque pile doit comporter les renseignements suivants:

a) la désignation;

b) la date d'expiration ou l'année et le mois ou la semaine de fabrication. L'année et le mois ou la semaine de fabrication peuvent être sous forme de code;

c) la polarité des bornes (le cas échéant);

d) la tension nominale;

e) le nom ou la marque commerciale du fabricant ou du fournisseur;

f) les consignes de sécurité;

g) les consignes de sécurité face au risque d'ingestion de piles susceptibles d'être avalées (se reporter à 7.2 m)).

9.2 Piles de petite taille

Les piles dont la surface extérieure est trop petite pour permettre les marquages présentés en 9.1, doivent présenter, sur la pile, la désignation de 9.1 a) et la polarité de 9.1 c). Tous les autres marquages décrits en 9.1 peuvent être indiqués sur l'emballage immédiat au lieu de la pile.

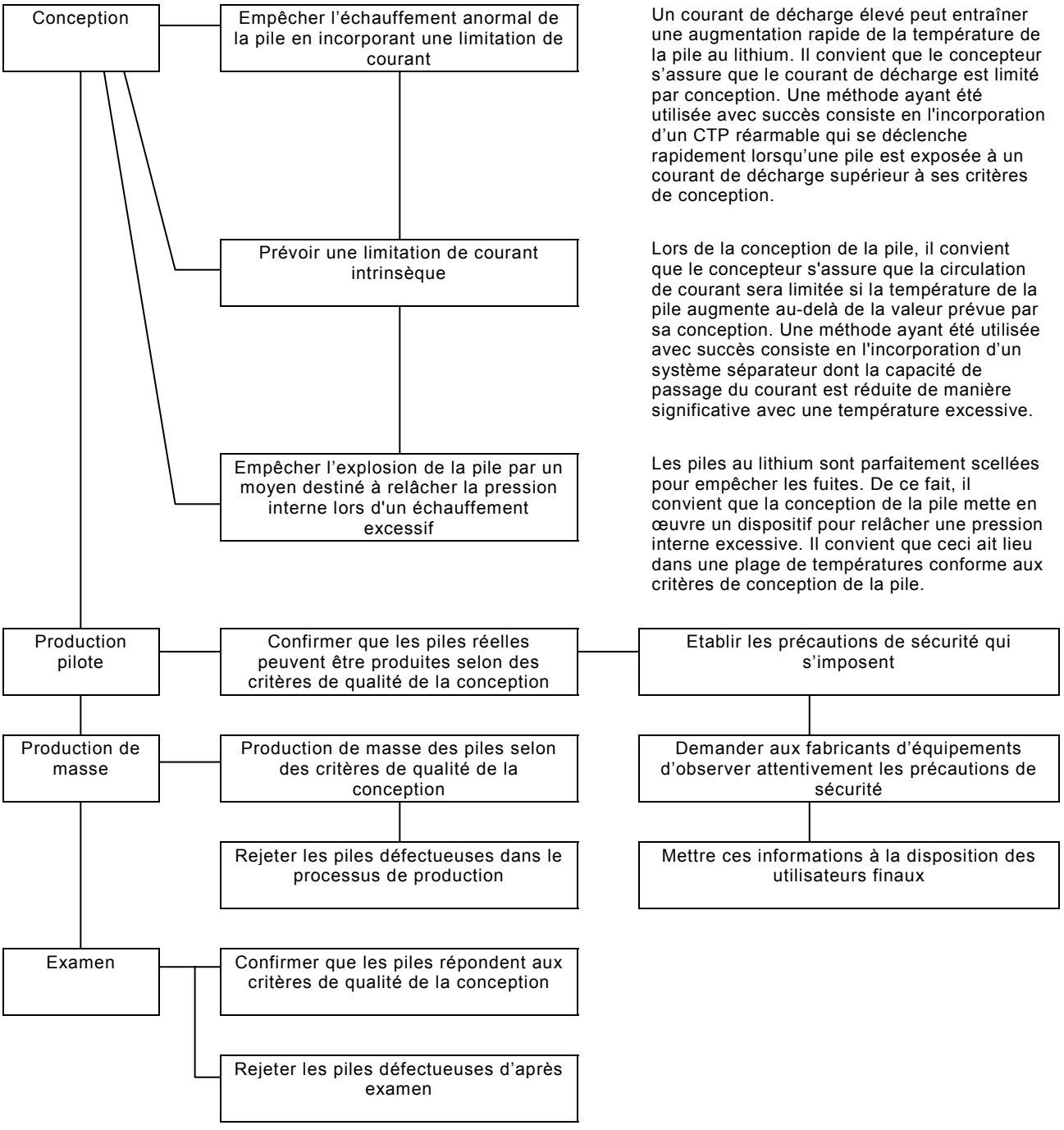
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annexe A
(informative)

Lignes directrices concernant la réalisation de la sécurité des piles au lithium

Les lignes directrices ci-après ont été suivies lors du développement des piles de grande puissance à usage grand public. Elles sont données ici pour information.

Tableau A.1 – Lignes directrices pour la conception des piles



Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annexe B
(informative)

Lignes directrices pour les concepteurs d'équipement utilisant des piles au lithium

Le Tableau B.1 définit les lignes directrices à utiliser par les concepteurs d'équipement mettant en œuvre des piles au lithium (voir aussi la CEI 60086-5:2005, Annexe B [19], pour les lignes directrices pour la conception des compartiments de piles).

Tableau B.1 – Lignes directrices pour la conception d'équipement

Article	Sous-article	Recommandations	Conséquences éventuelles en cas de non-observation des recommandations
(1) Lorsqu'une pile au lithium est utilisée en tant que source d'alimentation principale	(1.1) Sélection d'une pile adaptée	Choisir la pile la plus adaptée pour l'équipement, en prenant bonne note de ses caractéristiques électriques	La pile peut subir une surchauffe
	(1.2) Nombre de piles (connectées en série ou connectées en parallèle[a]) à utiliser et méthode d'utilisation	a) Piles comportant plusieurs éléments (2CR5, CR-P2, 2CR13252 et autres); une seule pièce	Si la capacité des piles en connexion en série est différente, la pile dont la capacité est inférieure sera déchargée excessivement. Cela peut entraîner des fuites d'électrolyte, des surchauffes, des ruptures, des explosions ou des feux
		b) Piles cylindriques (CR17345, CR11108 et autres); moins de trois pièces	
		c) Piles de type bouton (CR2016, CR2025 et autres); moins de trois pièces	
		d) Lorsque plus d'une pile est utilisée, il convient de ne pas en utiliser différents types dans le même compartiment à piles	
		e) Lorsque des piles sont utilisées en parallèle[a] il convient de fournir une protection contre les charges	Si les tensions des piles en connexion parallèle sont différentes, la pile dont la tension est plus basse deviendra chargée. Cela peut entraîner des fuites d'électrolyte, des surchauffes, des ruptures, des explosions ou des feux
	(1,3) Conception du circuit de pile	a) Le circuit de pile doit être isolé de toute autre source d'alimentation	La pile est chargée. Cela peut entraîner des fuites d'électrolyte, des surchauffes, des ruptures, des explosions ou des feux
		b) Les dispositifs de protection tels que les fusibles doivent être incorporés dans le circuit	Le court-circuit d'une pile peut entraîner des fuites d'électrolyte, des surchauffes, des ruptures, des explosions ou des feux
(2) Lorsqu'une pile au lithium est utilisée en tant que source d'alimentation de sauvegarde	(2,1) Conception du circuit de pile	Il convient d'utiliser la pile en circuit séparé de sorte qu'elle ne soit pas soumise à une décharge forcée ou chargée par la source d'alimentation principale	La pile peut être déchargée excessivement en polarité inverse ou chargée. Cela peut entraîner des fuites d'électrolyte, des surchauffes, des ruptures, des explosions ou éventuellement des feux
	(2.2) Conception du circuit de pile pour application aux sauvegardes de mémoire	Lorsqu'une pile est connectée au circuit d'une source d'alimentation principale avec la possibilité d'être chargée, un circuit de protection doit être prévu avec une combinaison de diode et résistance. Il convient que la quantité accumulée du courant de fuite de la diode soit inférieure à 2 % de la capacité de la pile au cours de la durée de vie prévue	La pile est chargée. Cela peut entraîner des fuites d'électrolyte, des surchauffes, des ruptures, des explosions ou éventuellement des feux

[a] Voir 7.1.2

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Tableau B.1 *(suite)*

Article	Sous-article	Recommandations	Conséquences éventuelles en cas de non-observation des recommandations
(3) Support de piles et compartiment de piles		a) Il convient de concevoir les compartiments de piles de sorte que, si une pile est inversée, un circuit ouvert est réalisé. Il convient que la position correcte des piles soit indiquée de façon claire et permanente sur le compartiment à piles	A moins qu'une protection ne soit prévue contre l'inversion des piles, l'équipement peut subir des dommages du fait des fuites d'électrolyte, surchauffes, ruptures, explosions ou éventuellement feux qui en résultent
		b) Il convient de concevoir les compartiments de piles, de sorte que les piles autres que celles de taille spécifiée ne puissent être insérées et faire contact	L'équipement peut être endommagé ou peut ne pas fonctionner
		c) Il convient de concevoir les compartiments de piles pour permettre aux gaz générés de s'échapper	Les compartiments de piles peuvent être endommagés lorsque la pression de la pile devient trop élevée en raison de la production de gaz
		d) Il convient de concevoir les compartiments de piles de manière imperméable à l'eau	
		e) Il convient de concevoir les compartiments de piles de manière à résister à l'explosion lorsqu'elles sont parfaitement scellées	
		f) Il convient d'isoler les compartiments des piles de la chaleur produite par l'équipement	La pile peut être déformée et une fuite d'électrolyte peut se produire en raison d'une chaleur excessive
		g) Il convient de concevoir les compartiments de piles de sorte qu'ils ne puissent pas être facilement ouverts par les enfants	Les enfants sont susceptibles d'enlever les piles et de les avaler
(4) Contacts et bornes		a) Il convient que le matériau et la forme des contacts et des bornes soient choisis de sorte qu'un contact électrique efficace soit maintenu	De la chaleur peut se produire au niveau du contact en raison d'une connexion insuffisante
		b) Il convient de concevoir un circuit auxiliaire pour empêcher une installation inverse des piles	L'équipement peut être endommagé ou peut ne pas fonctionner
		c) Il convient de concevoir un contact et une borne en vue d'empêcher une installation inverse des piles	L'équipement peut être endommagé. La pile peut donner lieu à une fuite d'électrolyte, une surchauffe, une rupture, une explosion ou éventuellement un feu
		d) Il convient d'éviter le soudage ou le brasage direct sur une pile	La pile peut fuir, surchauffer, subir une rupture, exploser ou éventuellement prendre feu
(5) Indication de précautions qui s'imposent	(5.1) Sur l'équipement	Il convient d'indiquer de façon claire la position des piles (polarité) sur le compartiment des piles	Lorsqu'une pile est insérée en position inverse et chargée, il peut en résulter une fuite d'électrolyte, une surchauffe, une rupture, une explosion ou éventuellement un feu
	(5.2) Dans le manuel d'instructions	Il convient d'y indiquer la manipulation correcte des piles	Les piles peuvent être manipulées sans précaution et provoquer des accidents

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annexe C
(informative)

Informations complémentaires sur la présentation et le stockage

Cette annexe apporte des précisions supplémentaires concernant l'affichage et le stockage des piles au lithium par rapport à celles données en 7.6.

Il convient que les aires de stockage soient propres, fraîches, sèches, aérées et à l'abri des intempéries.

Pour un stockage normal, il convient que la température se situe entre +10 °C et +25 °C et qu'elle ne dépasse jamais +30 °C. Il convient d'éviter les valeurs extrêmes d'humidité (supérieures à 95 % et inférieures à 40 % d'humidité relative) pour des périodes prolongées étant donné qu'elles sont préjudiciables aux piles et aux emballages. Il convient de ce fait de ne pas stocker les piles près des radiateurs ou des chaudières ni directement à la lumière du soleil.

Bien que l'aptitude des piles au stockage à température ambiante soit excellente, le stockage est amélioré à des températures modérées à condition que des précautions spéciales soient prises. Il convient que les piles soient contenues dans des emballages spéciaux de protection (tels que des sacs en plastique fermés hermétiquement ou variantes) qu'il convient de conserver pour protéger les piles de la condensation pendant le temps où elles se réchauffent à température ambiante. Le réchauffement accéléré est nocif.

Les piles qui ont été stockées au froid peuvent être utilisées après leur retour à température ambiante.

Les piles peuvent être laissées dans les équipements ou les emballages, si cela est jugé approprié par le fabricant de piles.

La hauteur de stockage des piles dépend de manière évidente de la solidité de l'emballage. En règle générale, il convient que cette hauteur ne dépasse pas 1,5 m pour les cartons ou 3 m pour les caisses en bois.

Les recommandations ci-dessus sont également valables pour les conditions de stockage pendant des transports de longue durée. De ce fait, il convient de stocker les piles à distance des moteurs de bateaux et de ne pas les laisser pendant de longues périodes dans des chariots métalliques (conteneurs) non aérés pendant l'été.

Les piles doivent être expédiées rapidement après leur fabrication et par rotation aux centres de distribution et aux utilisateurs. Afin de permettre une rotation aisée des stocks (premier entré, premier sorti), il convient que les zones de stockage et de présentation soient correctement conçues et que les caisses soient convenablement marquées.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Bibliographie

[1] IATA, Association Internationale du Transport Aérien, Québec: *Règlements sur les Marchandises Dangereuses* (révision annuelle)

[2] OACI, Organisation de l'Aviation Civile Internationale, Montréal: *Instructions Techniques pour la Sécurité du Transport Aérien des Marchandises Dangereuses*

[3] CEI 60050-482:2004, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 482: Piles et accumulateurs électriques*

[4] CEI 60027-1: 1992, *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique – Partie 1: Généralités*

[5] CEI 60068-2-6:1995, *Essais d'environnement – Partie 2*: *Essais – Essai Fc: Vibrations (sinusoïdales)*

[6] CEI 60068-2-27:1987, *Essais d'environnement – Partie 2*: *Essais – Essais Ea et guide: Choc*

[7] CEI 60068-2-32:1975, *Essais d'environnement – Partie 2*: *Essais – Essai Ed: Chute libre*

[8] CEI 60617 (toutes les parties), *Symboles graphiques pour schémas*

[9] CEI 62133, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Exigences de sécurité pour les accumulateurs portables étanches, et pour les batteries qui en sont constituées, destinés à l'utilisation dans des applications portable*s

[10] CEI 61960*, Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Eléments et batteries d'accumulateurs au lithium pour applications portables*

[11] CEI 62281*, Sécurité des piles et des accumulateurs au lithium pendant le transport*

[12] OMI, Organisation Maritime Internationale, Londres: *Code maritime international des marchandises dangereuses (IMDG Code)*

[13] GUIDE ISO/CEI 51:1999, *Aspects liés à la sécurité – Principes directeurs pour les inclure dans les normes*

[14] ISO 8124-1, *Sécurité des jouets – Partie 1: Aspects de sécurité relatifs aux propriétés mécaniques et physiques*

[15] UL 1642, Underwriters Laboratories, *Standard for Lithium Batteries*

[16] Nations Unis, New York et Genève: *Recommandations relatives au Transport des Marchandises Dangereuses, Règlement type* (révision tous les deux ans)

[17] Nations Unis, New York et Genève: 2003, *Recommandations relatives au Transport des Marchandises Dangereuses, Manuel d'Epreuves et de Critères,* Chapitre 38.3

[18] Battery Association of Japan: *Guideline for the design and production of safe Lithium batteries for camera application,* 2ème edition, mars 1998

[19] CEI 60086-5:2005, *Piles électriques – Partie 5: Sécurité des piles à électrolyte aqueux*

———————

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
P.O. Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale