

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

62281

Première édition
First edition
2004-05

PUBLICATION GROUPEE DE SÉCURITÉ
GROUP SAFETY PUBLICATION

**Sécurité des piles et des accumulateurs
au lithium pendant le transport**

**Safety of primary and secondary lithium
cells and batteries during transport**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 62281:2004

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

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

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.htm) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

62281

Première édition
First edition
2004-05

PUBLICATION GROUPEE DE SÉCURITÉ
GROUP SAFETY PUBLICATION

**Sécurité des piles et des accumulateurs
au lithium pendant le transport**

**Safety of primary and secondary lithium
cells and batteries during transport**

© IEC 2004 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

T

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION.....	10
1 Domaine d'application	12
2 Références normatives	12
3 Termes et définitions	12
4 Exigences de sécurité	18
4.1 Considérations générales	18
4.2 Emballage	18
5 Essais de type, échantillonnage et contre-essai	18
5.1 Essai de type	18
5.2 Assemblage de batteries	20
5.3 Echantillonnage	20
5.4 Contre-essai.....	24
6 Méthodes d'essais et exigences	24
6.1 Généralités.....	24
6.1.1 Notice de sécurité.....	24
6.1.2 Température ambiante.....	24
6.1.3 Tolérances de mesure des paramètres.....	24
6.1.4 Pré-décharge et pré-cyclage	24
6.2 Evaluation des critères d'essais	26
6.2.1 Déplacement	26
6.2.2 Déformation.....	26
6.2.3 Court-circuit.....	26
6.2.4 élévation excessive de la température.....	26
6.2.5 Fuite.....	26
6.2.6 Perte de masse.....	26
6.2.7 Dégazage.....	28
6.2.8 Feu.....	28
6.2.9 Eclatement.....	28
6.2.10 Explosion	28
6.3 Essais et exigences – récapitulatif.....	28
6.4 Essais de transport	30
6.4.1 Essai T-1: Altitude	30
6.4.2 Essai T-2: Cyclage thermique	30
6.4.3 Essai T-3: Vibrations	30
6.4.4 Essai T-4: Chocs	32
6.4.5 Essai T-5: Court-circuit externe	34
6.4.6 Essai T-6: Impact	34
6.5 Essais d'utilisation abusive.....	36
6.5.1 Essai T-7: Surcharge.....	36
6.5.2 Essai T-8: Décharge forcée	36
6.6 Essai d'emballage	36
6.6.1 Essai P-1: Essai de chute.....	36
6.6.2 Vacant.....	38
6.7 Informations à indiquer dans la spécification appropriée.....	38
6.8 Evaluation et rapport	38

CONTENTS

FOREWORD.....	7
INTRODUCTION.....	11
1 Scope.....	13
2 Normative references	13
3 Terms and definitions	13
4 Requirements for safety	19
4.1 General considerations.....	19
4.2 Packaging	19
5 Type testing, sampling and re-testing	19
5.1 Type testing	19
5.2 Assembly of batteries	21
5.3 Sampling	21
5.4 Re-testing	25
6 Test methods and requirements	25
6.1 General.....	25
6.1.1 Safety notice	25
6.1.2 Ambient temperature.....	25
6.1.3 Parameter measurement tolerances.....	25
6.1.4 Pre-discharge and pre-cycling.....	25
6.2 Evaluation of test criteria.....	27
6.2.1 Shifting.....	27
6.2.2 Distortion.....	27
6.2.3 Short-circuit.....	27
6.2.4 Excessive temperature rise.....	27
6.2.5 Leakage	27
6.2.6 Mass loss	27
6.2.7 Venting.....	29
6.2.8 Fire	29
6.2.9 Rupture	29
6.2.10 Explosion	29
6.3 Tests and requirements – overview	29
6.4 Transport tests	31
6.4.1 Test T-1: Altitude.....	31
6.4.2 Test T-2: Thermal cycling	31
6.4.3 Test T-3: Vibration.....	31
6.4.4 Test T-4: Shock	33
6.4.5 Test T-5: External short-circuit	35
6.4.6 Test T-6: Impact	35
6.5 Mis-use tests.....	37
6.5.1 Test T-7: Overcharge	37
6.5.2 Test T-8: Forced discharge.....	37
6.6 Packaging test.....	37
6.6.1 Test P-1: Drop test	37
6.6.2 Void.....	39
6.7 Information to be given in the relevant specification	39
6.8 Evaluation and report	39

7	Information pour la sécurité	40
7.1	Emballage	40
7.2	Manutention de cartons de batteries	40
7.3	Transport	40
7.3.1	Généralités	40
7.3.2	Transport aérien	40
7.3.3	Transport maritime	40
7.3.4	Transport terrestre	40
7.4	Exposition et stockage	42
8	Instructions pour l'emballage et la manutention pendant le transport	42
8.1	Quarantaine	42
9	Marquage	42
9.1	Marquage des éléments et des batteries de piles et d'accumulateurs	42
9.2	Marquage de l'emballage et documents d'expédition	42
	Bibliographie	46
	Figure 1 – Exemple pour le marquage d'emballages contenant des piles ou des accumulateurs au lithium	44
	Tableau 1 – Nombre d'éléments et de batteries d'essai pour les essais de type	22
	Tableau 2 – Perte de masse maximale	26
	Tableau 3 – Essais et exigences de transport et d'emballage	28
	Tableau 4 – Profil de vibrations (sinusoïdales)	32
	Tableau 5 – Paramètres de choc	32

7	Information for safety.....	41
7.1	Packaging	41
7.2	Handling of battery cartons.....	41
7.3	Transport	41
7.3.1	General	41
7.3.2	Air transport	41
7.3.3	Sea transport.....	41
7.3.4	Land transport.....	41
7.4	Display and storage.....	43
8	Instructions for packaging and handling during transport	43
8.1	Quarantine	43
9	Marking	43
9.1	Marking of primary and secondary (rechargeable) cells and batteries.....	43
9.2	Marking of the packaging and shipping documents.....	43
	Bibliography.....	47
	Figure 1 – Example for the marking of packages with primary or secondary (rechargeable) lithium cells or batteries	45
	Table 1 – Number of test cells and batteries for type testing	23
	Table 2 – Maximum mass loss	27
	Table 3 – Transport and packaging tests and requirements	29
	Table 4 – Vibration profile (sinusoidal).....	33
	Table 5 – Shock parameters	33

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SÉCURITÉ DES PILES ET DES ACCUMULATEURS AU LITHIUM PENDANT LE TRANSPORT

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 62281 a été établie conjointement par le comité d'études 35 de la CEI: Piles, et par le sous-comité 21A: Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide, du comité d'études 21 de la CEI: Accumulateurs.

Elle a le statut d'une publication groupée de sécurité conformément au Guide CEI 104 : *Elaboration des publications de sécurité et utilisation des publications fondamentales de sécurité et publications groupées de sécurité.*

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
35/1202/FDIS	35/1206/RVD

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

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SAFETY OF PRIMARY AND SECONDARY LITHIUM CELLS AND BATTERIES DURING TRANSPORT

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 62281 has been prepared jointly by IEC technical committee 35: Primary cells and batteries and by subcommittee 21A: Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes, of IEC technical committee 21: Secondary cells and batteries.

It has the status of a group safety publication in accordance with IEC Guide 104: *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications*.

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

FDIS	Report on voting
35/1202/FDIS	35/1206/RVD

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

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2007.
A cette date, la publication sera

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

IEC NORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62281:2004

Withdrawn

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2007. At this date, the publication will be

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

Withdrawn
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 62281:2004

INTRODUCTION

Les piles au lithium ont d'abord été introduites dans les applications militaires dans les années 70. A cette époque, elles présentaient peu d'intérêt commercial et il n'existait aucune norme industrielle. En conséquence, le Comité d'Experts du Transport des Marchandises Dangereuses de l'Organisation des Nations Unies, bien que se référant habituellement aux normes industrielles pour les essais et les critères d'acceptation, a introduit un sous-paragraphe dans le Manuel d'épreuves et de critères, traitant des essais de sécurité relatifs aux transports des piles au lithium. Pendant ce temps, l'intérêt commercial des piles et des accumulateurs au lithium s'est élargi et plusieurs normes industrielles ont vu le jour. Bien que les normes CEI existantes soient nombreuses, elles ne sont pas complètement harmonisées et ne traitent pas nécessairement du transport. Elles ne sont pas appropriées pour être utilisées comme source de référence dans le Règlement type des Nations Unies. En conséquence une nouvelle norme de sécurité a été préparée afin d'harmoniser les essais et les exigences relatives au transport.

Cette Norme internationale s'applique aux piles et aux accumulateurs contenant du lithium sous quelque forme que se soit: lithium-métal, alliage de lithium ou lithium-ion. Les piles utilisent des couples électrochimiques à base de lithium-métal et d'alliage de lithium comme électrode négative. Les accumulateurs utilisent les couples électrochimiques lithium-ion mettant en œuvre des composés d'intercalation (le lithium intercalé existant sous forme ionique ou quasi atomique dans la trame du matériau de l'électrode) dans les électrodes positives et négatives.

Cette Norme internationale s'applique également aux éléments et aux batteries de piles et d'accumulateurs au lithium polymère, qui sont considérés soit comme des piles au lithium-métal, soit comme des accumulateurs au lithium-ion selon la nature du matériau utilisé dans l'électrode négative.

L'histoire du transport des éléments et des batteries de piles et d'accumulateurs au lithium mérite d'être notée. Depuis les années 70, plus de 10 milliards de piles au lithium ont été transportées, et depuis le début des années 90 plus de 1 milliard d'accumulateurs au lithium utilisant le couple lithium-ion ont été transportés. Le nombre de piles et d'accumulateurs à transporter étant en augmentation, il est souhaitable d'inclure, dans la présente norme, les essais de sécurité des emballages utilisés pour le transport de ces produits.

Cette Norme internationale concerne spécifiquement la sécurité des piles et des accumulateurs au lithium pendant le transport ainsi que la sécurité des emballages utilisés. D'autres Normes internationales concernant la sécurité des piles et des accumulateurs au lithium sont référencées à l'Article 2 et dans la bibliographie de cette norme. Elles incluent la sécurité des piles et des accumulateurs au lithium pendant leur manutention, leur utilisation et leur élimination et visent plus particulièrement les piles au lithium (CEI 60086-4) et les accumulateurs au lithium (CEI 62133). Elles contiennent également des méthodes d'essai et des critères d'acceptation qui concernent le transport. A l'avenir, il serait souhaitable de prévoir l'harmonisation de ces normes entre elles avec la présente norme.

INTRODUCTION

Primary lithium cells and batteries were first introduced in military applications in the 1970s. At that time, little commercial interest and no industrial standards existed. Consequently, the United Nations (UN) Committee of Experts on the Transport of Dangerous Goods, although usually referring to industrial standards for testing and criteria, introduced a sub-section in the Manual of tests and criteria, dealing with safety tests relevant to transport of primary lithium cells and batteries. Meanwhile, commercial interest in primary and secondary (rechargeable) lithium cells and batteries has grown and several industrial standards exist. However, the existing IEC standards are manifold, not completely harmonized, and not necessarily relevant to transport. They are not suitable to be used as a source of reference in the UN Model Regulations. Therefore, a new group safety standard has been prepared to harmonize the tests and requirements relevant to transport.

This International Standard applies to primary and secondary (rechargeable) lithium cells and batteries containing lithium in any chemical form: lithium metal, lithium alloy or lithium-ion. Lithium-metal and lithium alloy primary electrochemical systems use metallic lithium and lithium alloy, respectively, as the negative electrode. Lithium-ion secondary electrochemical systems use intercalation compounds (intercalated lithium exists in an ionic or quasi-atomic form within the lattice of the electrode material) in the positive and in the negative electrodes.

This International Standard also applies to lithium polymer cells and batteries, which are considered either as primary lithium-metal cells and batteries or as secondary lithium-ion cells and batteries, depending on the nature of the material used in the negative electrode.

The history of transporting primary and secondary lithium cells and batteries is worth noting. Since the 1970s, over ten billion primary lithium cells and batteries have been transported, and since the early 1990s, over one billion secondary (rechargeable) lithium cells and batteries utilizing a lithium-ion system have been transported. As the number of primary and secondary lithium cells and batteries to be transported is increasing, it is appropriate to also include in this standard the safety testing of packaging used for the transportation of these products.

This International Standard specifically addresses the safety of primary and secondary lithium cells and batteries during transport and also the safety of the packaging used. Other International Standards dealing with the safety of primary and secondary lithium cells and batteries are referenced in Clause 2 and in the bibliography of this standard. They include the safety of primary and secondary lithium cells and batteries during handling, use and disposal and also address particular aspects of primary lithium batteries (IEC 60086-4) and secondary lithium cells and batteries (IEC 62133). They also contain some test methods and acceptance criteria that are relevant to transport. Consideration may, in the future, be given to the harmonization of these standards with this standard.

SÉCURITÉ DES PILES ET DES ACCUMULATEURS AU LITHIUM PENDANT LE TRANSPORT

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les méthodes d'essai et les exigences pour les éléments et les batteries de piles et d'accumulateurs au lithium afin de s'assurer de leur sécurité pendant les opérations de transport autres que celles relatives à leur recyclage ou leur mise au rebut. Les exigences spécifiées dans cette norme ne s'appliquent pas aux cas pour lesquels des dispositions spéciales prévues dans les réglementations appropriées, listées en 7.3, accordent des exemptions.

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 60086-4, *Piles électriques – Partie 4: Sécurité des piles au lithium*

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

Guide CEI 104:1997, *Élaboration des publications de sécurité et utilisation des publications fondamentales de sécurité et publications groupées de sécurité*

3 Termes et définitions

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

3.1

contenu total de lithium

contenu total en lithium ou contenu en lithium équivalent des éléments constituant une batterie

3.2

batterie

un ou plusieurs éléments connectés électriquement de façon permanente, munis d'un boîtier, de bornes, de marquage et de dispositifs de protection, etc., selon les besoins de l'utilisation

3.3

élément bouton

élément de forme cylindrique dont la hauteur totale est inférieure au diamètre, c'est-à-dire ayant la forme d'un bouton

3.4

élément

unité fonctionnelle de base, résultant de l'assemblage d'électrodes, d'un électrolyte, d'un conteneur, de bornes et habituellement de séparateurs, et qui est une source d'énergie électrique obtenue par conversion directe de l'énergie chimique

SAFETY OF PRIMARY AND SECONDARY LITHIUM CELLS AND BATTERIES DURING TRANSPORT

1 Scope

This International Standard specifies test methods and requirements for primary and secondary (rechargeable) lithium cells and batteries to ensure their safety during transport other than for recycling or disposal. Requirements specified in this standard do not apply in those cases where special provisions given in the relevant regulations, listed in 7.3, provide exemptions.

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 60086-4, *Primary batteries – Part 4: Safety of lithium batteries*

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

IEC Guide 104:1997, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications*

3 Terms and definitions

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

3.1

aggregate lithium content

total lithium content or lithium equivalent content of the cells comprising a battery

3.2

battery

one or more cells electrically connected by permanent means, fitted in a case, with terminals, markings and protective devices, etc., as necessary for use

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

NOTE In practice, the term coin is used exclusively for non-aqueous lithium cells.

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

3.5

élément composant

élément contenu dans une batterie

3.6

cycle (d'un accumulateur)

ensemble d'opérations conduit sur un accumulateur et répété régulièrement selon la même séquence

NOTE Ces séquences peuvent consister en un ensemble d'une décharge suivie d'une charge ou d'une charge suivie d'une décharge dans des conditions spécifiées. Cette séquence peut comprendre des périodes de repos.

3.7

élément cylindrique

élément de forme cylindrique dont la hauteur totale est supérieure ou égale au diamètre

3.8

profondeur de décharge

DOD

pourcentage de la capacité assignée déchargée d'une batterie

3.9

premier cycle

cycle initial d'un accumulateur effectué après l'achèvement de toutes les opérations de fabrication, formation et contrôles de qualité

3.10

complètement chargé(e)

état de charge d'un élément ou d'une batterie d'accumulateur correspondant à 0 % de profondeur de décharge

3.11

complètement déchargé(e)

état de charge d'un élément ou d'une batterie correspondant à 100 % de profondeur de décharge

3.12

grande batterie

batterie dans laquelle le contenu total de lithium est supérieur à 500 g

3.13

grand élément

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

3.14

élément de pile ou d'accumulateur au lithium

élément contenant un électrolyte non aqueux et une électrode négative en lithium ou contenant du lithium

NOTE Un élément au lithium peut être une pile ou un accumulateur selon les caractéristiques de conception choisies.

3.15

contenu de lithium

masse de lithium contenue dans l'électrode négative d'un élément ou d'une batterie au lithium-métal ou au lithium-allié, à l'état non déchargé ou complètement chargé

3.5**component cell**

cell contained in a battery

3.6**cycle** (of a secondary (rechargeable) cell or battery)

set of operations that is carried out on a secondary (rechargeable) cell or battery and is repeated regularly in the same sequence

NOTE These operations may consist of a sequence of a discharge followed by a charge or a charge followed by a discharge under specified conditions. This sequence may include rest periods.

3.7**cylindrical cell**

cell with a cylindrical shape in which the overall height is equal to or greater than the diameter

3.8**depth of discharge****DOD**

percentage of rated capacity discharged from a battery

3.9 first cycle

initial cycle of a secondary (rechargeable) cell or battery following completion of all manufacturing, formation and quality control processes

3.10**fully charged**

state of charge of a secondary (rechargeable) cell or battery corresponding to 0 % depth of discharge

3.11**fully discharged**

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

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 or lithium equivalent content is more than 12 g

3.14**lithium cell** (primary or secondary (rechargeable))

cell containing a non-aqueous electrolyte and a negative electrode of lithium or containing lithium

NOTE Depending on the design features chosen, a lithium cell may be primary or secondary (rechargeable).

3.15**lithium content**

mass of lithium in the negative electrode of a lithium metal or lithium alloy cell or battery in the undischarged or fully charged state

3.16

contenu équivalent de lithium

masse équivalente au contenu en lithium d'un élément ou d'une batterie lithium-ion

NOTE Pour un élément lithium-ion, le contenu équivalent de lithium est déterminé par:

$$m_e = 0,3 \text{ g / Ah} \times Q_r$$

où

m_e est le contenu équivalent de lithium d'un élément lithium-ion;

Q_r est la capacité assignée de cet élément.

Pour une batterie lithium-ion, le contenu équivalent de lithium est déterminé comme le contenu équivalent de lithium de l'ensemble de ses éléments composants.

3.17

tension en circuit ouvert

tension d'un élément ou d'une batterie quand le courant de décharge est nul

3.18

(batterie de) piles

batterie constituée d'un ou de plusieurs éléments composants de piles

3.19

(élément de) pile

élément qui n'est pas conçu pour être rechargé électriquement

3.20

(élément ou batterie) parallélépipédique

élément ou batterie possédant des faces et une base rectangulaires

3.21

dispositifs de protection

dispositifs tel que fusibles, diodes ou autre limiteur de courant, électrique ou électronique, conçus pour interrompre le courant, bloquer le courant dans une direction ou limiter le courant dans un circuit électrique

3.22

capacité assignée

valeur de la capacité d'un élément ou d'une batterie, mesurée dans des conditions spécifiées, et déclarée par le fabricant

3.23

(batterie d') accumulateurs

batterie constituée d'éléments composants d'accumulateurs

3.24

(élément d') accumulateur

élément qui est conçu pour être rechargé électriquement

3.25

petite batterie

batterie composée de petits éléments, et dans laquelle le contenu total de lithium ne dépasse pas 500 g

3.26

petit élément

élément dans lequel le contenu de lithium ou le contenu équivalent en lithium ne dépasse pas 12 g

3.16**lithium equivalent content**

mass equivalent to the lithium content of a lithium-ion cell or battery

NOTE For a lithium-ion cell, the lithium equivalent content is determined by:

$$m_e = 0,3 \text{ g / Ah} \times Q_r$$

where

m_e is the lithium equivalent content of a lithium-ion cell;

Q_r is the rated capacity of that cell.

For a lithium-ion battery, the lithium equivalent content is determined as the total lithium equivalent content of its component cells.

3.17**open-circuit voltage**

voltage of a cell or battery when the discharge current is zero

3.18**primary battery**

battery made from primary component cells

3.19**primary cell**

cell which is not designed to be electrically recharged

3.20**prismatic (cell or battery)**

cell or battery having rectangular sides and bases

3.21**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

3.22**rated capacity**

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

3.23**secondary (rechargeable) battery**

battery made from secondary (rechargeable) component cells

3.24**secondary (rechargeable) cell**

cell which is designed to be electrically recharged

3.25**small battery**

battery composed of small cells, and in which the aggregate lithium content is not more than 500 g

3.26**small cell**

cell in which the lithium content or lithium equivalent content is not more than 12 g

3.27

type (pour éléments ou batteries)

système électrochimique particulier et conception physique d'éléments ou de batteries

3.28

non déchargé(e)

état de charge d'un élément ou d'une batterie de piles correspondant à une profondeur de décharge de 0 %

4 Exigences de sécurité

4.1 Considérations générales

Les éléments et les batteries au lithium sont classés en fonction de leur composition chimique (électrodes, électrolyte) et de leur construction interne (bobine, spirale). Ils sont disponibles sous différentes formes. Il est nécessaire de prendre en compte tous les aspects relatifs à la sécurité au moment de la conception de la batterie, sachant qu'ils peuvent varier fortement, en fonction du couple lithium, de la puissance de sortie et de la configuration de la batterie.

Les concepts de sécurité suivants sont communs à tous les éléments et à toutes les batteries au lithium:

- a) L'élévation anormale de température au delà d'un seuil critique défini par le fabricant doit être évitée par conception.
- b) L'élévation de température dans les éléments ou dans les batteries doit être mise sous contrôle par conception, par exemple en limitant le courant.
- c) Les éléments et les batteries au lithium doivent être conçus de façon à libérer une pression interne excessive ou à éviter une rupture violente pendant le transport.
- d) Les éléments et les batteries au lithium doivent être conçus de façon à éviter un court-circuit pendant le transport et dans les conditions normales d'utilisation.
- e) Les batteries au lithium contenant des éléments ou des séries d'éléments connectés en parallèle doivent être équipées, chaque fois que cela sera nécessaire, de moyens efficaces, permettant d'éviter un courant inverse dangereux (par exemple, diodes, fusibles, etc.).

4.2 Emballage

Les éléments et les batteries au lithium doivent être emballés de manière à éviter un court-circuit externe dans les conditions normales de transport.

NOTE Des exigences supplémentaires pour l'emballage des marchandises dangereuses sont données dans le Règlement type des Nations Unies, section 6.1¹. Voir aussi les réglementations mentionnées en 7.3 ci-après.

5 Essais de type, échantillonnage et contre-essai

5.1 Essai de type

Les éléments ou les batteries au lithium qui diffèrent d'un type déjà essayé par

- a) un changement portant sur plus de 0,1 g ou 20 % (prendre la plus grande valeur) de la masse des électrodes ou de l'électrolyte, ou
- b) un changement susceptible d'affecter matériellement les résultats d'essai,

doivent être considérés de type différent et doivent être soumis aux essais prescrits.

¹ Se référer à la bibliographie.

3.27**type** (for cells or batteries)

particular electrochemical system and physical design of cells or batteries

3.28**undischarged**

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

4 Requirements for safety**4.1 General considerations**

Lithium cells and batteries are categorized by their chemical composition (electrodes, electrolyte) and internal construction (bobbin, spiral). They are available in various shapes. 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 output and battery configuration.

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

- a) Abnormal temperature rise above the critical value defined by the manufacturer shall be prevented by design.
- b) Temperature increases in the cell or battery shall be controlled by the design e.g. by limiting the 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.
- d) Lithium cells and batteries shall be designed so as to prevent a short-circuit under normal conditions of transport and intended use.
- e) Lithium batteries containing cells or strings of cells connected in parallel shall be equipped with effective means, as may be necessary, to prevent dangerous reverse current flow (e.g., diodes, fuses, etc.).

4.2 Packaging

Lithium cells and batteries shall be packaged so as to prevent an external short-circuit under normal transport conditions.

NOTE Additional requirements for packaging of dangerous goods are given in UN Model Regulations, section 6.1¹. See also regulations mentioned in 7.3 below.

5 Type testing, sampling and re-testing**5.1 Type testing**

Lithium cells or batteries which differ from a tested type by

- a) a change of more than 0,1 g or 20 % by mass, whichever is greater, to the electrodes or to the electrolyte, or
- b) a change that would materially affect the test results,

shall be considered a different type and shall be subject to the required tests.

¹ Refer to the bibliography.

5.2 Assemblage de batteries

Un assemblage de batteries avec un contenu total de lithium supérieur à 500 g n'a pas besoin d'être essayé

- a) s'il résulte de la connexion électrique de batteries ayant satisfait à tous les essais de transport applicables, et
- b) s'il est équipé d'un système capable de
 - surveiller l'assemblage des batteries,
 - éviter les courts-circuits et les sur-décharges entre les batteries dans l'assemblage,
 - éviter toutes surchauffes ou surcharges de l'assemblage de batteries.

5.3 Echantillonnage

Chaque type différent doit être essayé sur des échantillons prélevés au hasard. Le nombre d'échantillons est donné dans le Tableau 1 ci-dessous.

5.2 Assembly of batteries

An assembly of batteries with an aggregate lithium content of more than 500 g does not need to be tested if

- a) it is formed by electrically connecting batteries that have passed all applicable tests, and
- b) it is equipped with a system capable of
 - monitoring the assembly of batteries,
 - preventing short-circuits and over-discharge between the batteries in the assembly, and
 - preventing any overheating or overcharge of the assembly of batteries.

5.3 Sampling

Each different type shall be tested by randomly taking samples. The number of samples is given in Table 1 below.

Tableau 1 – Nombre d'éléments et de batteries d'essai pour les essais de type

Piles						
Nombre d'échantillons pour les essais T-1 à T-5	Eléments		Batteries			
	Non déchargé	Complètement déchargé	Non déchargé		Complètement déchargé	
	10 éléments	10 éléments	4 batteries ^a		4 batteries ^a	
Nombre d'échantillons pour l'essai T-6	Eléments		Batteries			
	Non déchargé	Complètement déchargé	Non déchargé		Complètement déchargé	
	5 éléments (cylindriques) 10 éléments (parallélépipédiques)	5 éléments (cylindriques) 10 éléments (parallélépipédiques)	5 éléments composants (cylindriques) 10 éléments composants (parallélépipédiques)		5 éléments composants (cylindriques) 10 éléments composants (parallélépipédiques)	
Nombre d'échantillons pour l'essai T-8	Eléments		Batteries			
	Non déchargé	Complètement déchargé				
	b	10 éléments	Pas d'essais de batterie exigés mais les éléments composants doivent avoir satisfait à l'essai			
Accumulateurs						
Nombre d'échantillons pour les essais T-1 à T-5	Eléments		Batteries			
	Premier cycle, complètement chargé	Premier cycle, complètement déchargé	Premier cycle, complètement chargé	Premier cycle, complètement déchargé	Après 50 cycles, complètement chargé	Après 50 cycles, complètement déchargé
	10 éléments	10 éléments	4 batteries ^a	4 batteries ^a	4 batteries ^a	4 batteries ^a
Nombre d'échantillons pour l'essai T-6	Eléments		Batteries			
	Premier cycle, 50 % DOD	Après 50 cycles, complètement déchargé	Premier cycle, 50 % DOD		Après 50 cycles, complètement déchargé	
	5 éléments (cylindriques) 10 éléments (parallélépipédiques)	5 éléments (cylindriques) 10 éléments (parallélépipédiques)	5 éléments composants (cylindriques) 10 éléments composants (parallélépipédiques)		5 éléments composants (cylindriques) 10 éléments composants (parallélépipédiques)	
Nombre d'échantillons pour l'essai T-7	Eléments		Batteries			
			Premier cycle, complètement chargé		Après 50 cycles, complètement chargé	
	b		4 batteries		4 batteries	
Nombre d'échantillons pour l'essai T-8	Eléments		Batteries			
	Premier cycle, complètement déchargé	Après 50 cycles, complètement déchargé				
	10 éléments	10 éléments	Pas d'essais de batteries exigés mais les éléments composants doivent avoir satisfait à l'essai			
Emballages avec éléments ou batteries de piles ou d'accumulateurs						
Nombre d'échantillons pour l'essai P-1	1 emballage tel que fourni pour le transport					

^a Pour les essais de batteries, excepté si les éléments composants ou les batteries assemblées à partir de ceux-ci ont été essayés avant, le nombre de batteries d'essais doit être au moins égal au nombre d'éléments composants requis pour cet essai.

EXEMPLE 1 Si une batterie avec 2 éléments composants est essayée, le nombre de batteries d'essais doit être de 5. Si les éléments composants ou les batteries assemblées à partir de ceux-ci ont déjà été essayés, le nombre de batteries d'essais doit être de 4.

EXEMPLE 2 Si une batterie avec 3 éléments composants ou plus est essayée, le nombre de batteries d'essais doit être de 4.

^b Non applicable.

5.4 Contre-essai

Dans l'éventualité où un type d'élément ou de batterie de piles ou d'accumulateurs au lithium ne satisfait pas aux exigences de l'essai, des mesures doivent être prises pour corriger la ou les déficiences qui ont causé le défaut avant qu'un tel type d'élément ou de batterie ne soit réessayé.

6 Méthodes d'essais et exigences

6.1 Généralités

6.1.1 Notice de sécurité

MISE EN GARDE:

Ces essais font appel à l'utilisation de procédures pouvant conduire à des dommages si des précautions appropriées ne sont pas prises.

L'exécution de ces essais doit être effectuée par des techniciens qualifiés et expérimentés utilisant des protections adéquates.

6.1.2 Température ambiante

Sauf spécification contraire, les essais doivent être réalisés à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

6.1.3 Tolérances de mesure des paramètres

La précision globale des valeurs contrôlées ou mesurées, par rapport aux valeurs spécifiées ou réelles, doit respecter les tolérances suivantes:

- a) $\pm 1\%$ pour la tension;
- b) $\pm 1\%$ pour le courant;
- c) $\pm 2\text{ °C}$ pour la température;
- d) $\pm 0,1\%$ pour le temps;
- e) $\pm 1\%$ pour les dimensions;
- f) $\pm 1\%$ pour la capacité.

Ces tolérances comprennent la précision combinée des appareils de mesure, des techniques de mesure utilisées et de toutes les autres sources d'erreur liées à la méthode d'essai.

6.1.4 Prédécharge et précyclage

Lorsqu'il est prescrit, avant un essai, de décharger les éléments ou les batteries de piles d'essai, ceux-ci doivent être déchargés à la profondeur de décharge appropriée à l'aide d'une résistance permettant d'obtenir la capacité assignée ou avec le courant constant spécifié par le fabricant.

Lorsqu'il est prescrit, avant un essai, de cycler les batteries ou les éléments d'accumulateurs d'essai, ils doivent être cyclés en utilisant les conditions de charge et de décharge spécifiées par le fabricant en vue de l'obtention de performances et d'une sécurité optimales.

5.4 Re-testing

In the event that a primary or secondary lithium cell or battery type does not meet the test requirements, steps shall be taken to correct the deficiency or deficiencies that caused the failure before such a cell or battery type is re-tested.

6 Test methods and requirements

6.1 General

6.1.1 Safety notice

WARNING:

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

The execution of these tests shall only be conducted by appropriately qualified and experienced technicians using adequate protection.

6.1.2 Ambient temperature

Unless otherwise specified, the tests shall be carried out in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

6.1.3 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) $\pm 1\%$ for voltage;
- b) $\pm 1\%$ for current;
- c) $\pm 2\text{ °C}$ for temperature;
- d) $\pm 0,1\%$ for time;
- e) $\pm 1\%$ for dimension;
- f) $\pm 1\%$ 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.

6.1.4 Pre-discharge and pre-cycling

Where, prior to testing, it is required to discharge primary test cells or test batteries, they shall be discharged to their respective depth of discharge on a resistive load with which the rated capacity is obtained, or at a constant current specified by the manufacturer.

Where, prior to testing, it is required to cycle secondary (rechargeable) test cells or test batteries, they shall be cycled using the charge and discharge conditions specified by the manufacturer for optimum performance and safety.

6.2 Evaluation des critères d'essais

6.2.1 Déplacement

On considère qu'un déplacement s'est produit durant l'essai si un ou plusieurs éléments ou batteries d'essais sortent de l'emballage, ne conservent pas leur orientation d'origine, ou se trouvent placés de telle sorte qu'un court-circuit ou un écrasement ne peut être exclu.

6.2.2 Déformation

On considère qu'une déformation s'est produite durant l'essai si une dimension varie de plus de 10 %.

6.2.3 Court-circuit

On considère qu'un court-circuit s'est produit durant l'essai si la tension en circuit ouvert de l'élément ou de la batterie après l'essai est inférieure à 90 % de la tension juste avant l'essai. Cette exigence n'est pas applicable aux éléments et batteries d'essais complètement déchargés.

6.2.4 élévation excessive de la température

On considère qu'une élévation excessive de la température s'est produite durant l'essai si la température externe du boîtier de l'élément ou de la batterie d'essai augmente au-delà de 170 °C.

6.2.5 Fuite

On considère qu'il y a eu fuite durant l'essai si de l'électrolyte, du gaz ou toute autre matière s'est échappée de l'élément ou de la batterie d'essai d'une manière non prévue par la conception.

6.2.6 Perte de masse

Dans le but de quantifier la perte de masse $\Delta m / m$, on donne l'équation suivante:

$$\Delta m / m = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \%$$

où

m_1 est la masse avant l'essai;

m_2 est la masse après l'essai.

On considère qu'une perte de masse s'est produite si, durant un essai, elle excède les valeurs maximales données dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Perte de masse maximale

Masse de la batterie m	Perte de masse maximale $\Delta m / m$ %
$m \leq 1 \text{ g}$	0,5
$1 \text{ g} < m \leq 5 \text{ g}$	0,2
$m > 5 \text{ g}$	0,1

6.2 Evaluation of test criteria

6.2.1 Shifting

Shifting is considered to have occurred during a test if one or more test cells or batteries are released from the packaging, do not retain their original orientation, or are affected in such a way that the occurrence of an external short-circuit or crushing cannot be excluded.

6.2.2 Distortion

Distortion is considered to have occurred if, during a test, a physical dimension changes by more than 10 %.

6.2.3 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.

6.2.4 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.

6.2.5 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.

6.2.6 Mass loss

In order to quantify mass loss $\Delta m / m$, the following equation is provided:

$$\Delta m / m = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \%$$

where

m_1 is the mass before the test;

m_2 is the mass after the test.

Mass loss is considered to have occurred if, during a test, the maximum values given in Table 2 are exceeded.

Table 2 – Maximum mass loss

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

6.2.7 Dégazage

On considère qu'un dégazage est survenu durant l'essai si du gaz s'est échappé d'un élément ou d'une batterie à travers un dispositif conçu à cet effet, afin d'éviter d'atteindre une pression interne excessive. Ce gaz peut entraîner avec lui des matières.

6.2.8 Feu

On considère qu'un feu s'est produit si, durant l'essai, il y a émission de flammes provenant de l'élément ou de la batterie d'essai.

6.2.9 Eclatement

On considère qu'un éclatement est survenu si, durant l'essai, un boîtier d'élément ou de batterie a cédé mécaniquement, entraînant une expulsion de gaz ou un écoulement de liquides mais pas d'éjection de matériaux solides.

6.2.10 Explosion

On considère qu'une explosion est survenue si, durant l'essai, des matières solides provenant de quelque partie que ce soit de l'élément ou de la batterie ont pénétré un treillis métallique (fil d'aluminium recuit de diamètre 0,25 mm avec une densité de 6 à 7 brins par cm) placé à 25 cm de l'élément ou de la batterie.

6.3 Essais et exigences – récapitulatif

Le Tableau 3 est un récapitulatif des essais et des exigences pour les essais de transport, d'utilisation abusive et d'emballage.

Tableau 3 – Essais et exigences de transport et d'emballage

Numéro d'essai		Désignation	Exigences
Essais de transport	T-1	Altitude	NM, NL, NV, NC, NR, NE, NF
	T-2	Cyclage thermique	NM, NL, NV, NC, NR, NE, NF
	T-3	Vibration	NM, NL, NV, NC, NR, NE, NF
	T-4	Chocs	NM, NL, NV, NC, NR, NE, NF
	T-5	Court-circuit externe	NT, NR, NE, NF
	T-6	Impact	NT, NE, NF
Essais d'utilisation abusive	T-7	Surcharge	NE, NF
	T-8	Décharge forcée	NE, NF
Essais d'emballage	P-1	Chute	NS, ND, NM, NL, NV, NC, NT, NR, NE, NF
Les essais T-1 à T-5 doivent être réalisés en série sur les mêmes éléments ou batteries.			
Légende NC: Pas de court-circuit ND: Pas de déformation NE: Pas d'explosion NF: Pas de feu NL: Pas de fuite NM: Pas de perte de masse NR: Pas d'éclatement NS: Pas de déplacement NT: Pas d'élévation excessive de température NV: Pas de dégazage Pour une description détaillée des critères d'essais, voir 6.2.			

6.2.7 Venting

Venting is considered to have occurred during a test if gas has escaped from a cell or battery through a feature designed for this purpose, in order to relieve excessive internal pressure. This gas may include entrapped materials.

6.2.8 Fire

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

6.2.9 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 or spillage of liquids but not ejection of solid materials.

6.2.10 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 (annealed aluminium wire with a diameter of 0,25 mm and a grid density of 6 to 7 wires per cm) placed 25 cm away from the cell or battery.

6.3 Tests and requirements – overview

Table 3 contains an overview of the tests and requirements for transport, mis-use and packaging tests.

Table 3 – Transport and packaging tests and requirements

Test number	Designation	Requirements
Transport tests	T-1	Altitude
	T-2	Thermal cycling
	T-3	Vibration
	T-4	Shock
	T-5	External short-circuit
	T-6	Impact
Misuse tests	T-7	Overcharge
	T-8	Forced discharge
Packaging tests	P-1	Drop
Tests T-1 through T-5 shall be conducted in sequence on the same cell or battery.		
Key NC: No short-circuit ND: No distortion NE: No explosion NF: No fire NL: No leakage NM: No mass loss NR: No rupture NS: No shifting NT: No excessive temperature rise NV: No venting See 6.2 for a detailed description of the test criteria.		

6.4 Essais de transport

6.4.1 Essai T-1: Altitude

a) But

Cet essai simule un transport aérien à basse pression.

b) Procédure d'essai

Les éléments ou batteries d'essai doivent être maintenus à une pression inférieure ou égale à 11,6 kPa pendant au moins 6 h à température ambiante.

c) Exigences

Il ne doit pas y avoir de perte de masse, de fuite, de dégazage, de court-circuit, d'éclatement, d'explosion ou de feu pendant cet essai.

6.4.2 Essai T-2: Cyclage thermique

a) But

Cet essai permet de s'assurer de l'intégrité du scellement des éléments et des batteries ainsi que des connexions électriques internes. L'essai est basé sur un cyclage thermique.

b) Procédure d'essai

Les éléments et batteries d'essai doivent être maintenus pendant au moins 6 h à une température d'essai de 75 °C, suivi d'un maintien d'au moins 6 h à une température de –40 °C. Le temps maximal de transfert entre chaque température doit être de 30 min. Chaque élément et batterie d'essai doit être soumis 10 fois à cette procédure. Cet essai est suivi d'une période de stockage d'au moins 24 h à température ambiante.

Pour les grands éléments et les grandes batteries, 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 batteries d'essais préalablement soumis à l'essai d'altitude.

c) Exigences

Il ne doit pas y avoir de perte de masse, de fuite, de dégazage, de court-circuit, d'éclatement, d'explosion ou de feu pendant l'essai.

6.4.3 Essai T-3: Vibrations

a) But

Cet essai simule les vibrations pendant un transport aérien. Les conditions d'essai sont basées sur la gamme des vibrations données par l'OACI².

b) Procédure d'essai

Les éléments et les batteries d'essai doivent être fermement attachés à la table de vibration, sans les déformer de quelque manière que ce soit afin de transmettre fidèlement les vibrations. Les éléments et les batteries d'essais doivent être soumis à des vibrations sinusoïdales conformément au Tableau 4. Ce cycle doit être répété 12 fois pour un total de 3 h selon les 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 batteries préalablement soumis à l'essai de cyclage thermique.

² Se référer à la bibliographie.

6.4 Transport tests

6.4.1 Test T-1: 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.

6.4.2 Test T-2: Thermal cycling

a) Purpose

This test assesses cells and batteries seal integrity, and 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.

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 T-3: Vibration

a) Purpose

This test simulates vibration during transport in commercial aircraft. The test condition is based on the range of vibrations as given by ICAO².

b) Test procedure

Test cells and batteries shall be firmly secured to the platform of the vibration machine without distorting them in such a manner as to faithfully transmit the vibration. Test cells and batteries shall be subjected to sinusoidal vibration according to Table 4. 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.

² Refer to the bibliography.

Tableau 4 – Profil de vibrations (sinusoïdales)

Gamme de fréquences		Amplitudes	Durée de cycle d'onde sinusoïdal (7 Hz – 200 Hz – 7 Hz)	Axe	Nombre de cycles
De	à				
$f_1 = 7 \text{ Hz}$	f_2	$a_1 = 1 g_n$	15 min	X	12
f_2	f_3	$s = 0,8 \text{ mm}$		Y	12
f_3	$f_4 = 200 \text{ Hz}$	$a_2 = 8 g_n$		Z	12
et retour à $f_1 = 7 \text{ Hz}$				Total	36
NOTE L'amplitude de vibration est la valeur absolue maximale de déplacement ou d'accélération. Par exemple, un déplacement d'une amplitude de 0,8 mm correspond à un déplacement crête à crête de 1,6 mm.					
Légende					
f_1, f_4	fréquence inférieure et supérieure				
f_2, f_3	fréquences croisées ($f_2 \approx 17,62 \text{ Hz}$, $f_3 \approx 49,84 \text{ Hz}$)				
a_1, a_2	amplitude d'accélération				
s	amplitude de déplacement				

c) Exigences

Il ne doit pas y avoir de perte de masse, de fuite, de dégazage, de court-circuit, d'éclatement, d'explosion ou de feu pendant l'essai.

6.4.4 Essai T-4: Chocs

a) But

Cet essai simule une manutention brutale pendant le transport.

b) Procédure d'essai

Les éléments et les batteries d'essais doivent être fermement attachés à la machine d'essai au moyen d'un montage rigide lequel maintiendra toutes les surfaces de montage de chaque élément ou de batterie d'essai. Chaque élément ou batterie d'essai doit être soumis à trois chocs dans chaque direction des trois positions de montage mutuellement perpendiculaires de l'élément ou de la batterie d'essai, soit un total de 18 chocs. Pour chaque choc, les paramètres donnés dans le Tableau 5 doivent être appliqués.

Tableau 5 – Paramètres de choc

	Forme d'onde	Accélération maximale	Durée de pulsation	Nombre de chocs par demi-axe
Petits éléments ou petites batteries	Demi-sinus	$150 g_n$	6 ms	3
Grands éléments ou grandes batteries	Demi-sinus	$50 g_n$	11 ms	3

L'essai doit être réalisé en utilisant les éléments et les batteries préalablement soumis à l'essai de vibration.

c) Exigences

Il ne doit pas y avoir de perte de masse, de fuite, de dégazage, de court-circuit, d'éclatement, d'explosion ou de feu pendant l'essai.

Table 4 – Vibration profile (sinusoidal)

Frequency range		Amplitudes	Duration of logarithmic sweep cycle (7 Hz – 200 Hz – 7 Hz)	Axis	Number of cycles
From	to				
$f_1 = 7 \text{ Hz}$	f_2	$a_1 = 1 g_n$	15 min	X	12
f_2	f_3	$s = 0,8 \text{ mm}$		Y	12
f_3	$f_4 = 200 \text{ Hz}$	$a_2 = 8 g_n$		Z	12
and back to $f_1 = 7 \text{ Hz}$				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 ($f_2 \approx 17,62 \text{ Hz}$, $f_3 \approx 49,84 \text{ Hz}$)				
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 T-4: 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 three 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 5 shall be applied.

Table 5 – Shock parameters

	Waveform	Peak acceleration	Pulse duration	Number of shocks per half axis
Small cells or batteries	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.

6.4.5 Essai T-5: Court-circuit externe

a) But

Cet essai simule les conditions résultant d'un court-circuit externe.

b) Procédure d'essai

L'élément ou la batterie d'essai doit être stabilisé à une température du boîtier externe de 55 °C et doit alors être mis en court-circuit avec une résistance externe totale de moins de 0,1 Ω à 55 °C. Cette mise en court-circuit doit être maintenue pendant au moins 1 h lorsque la température externe du boîtier de l'élément ou de la batterie est revenue à 55 °C.

L'échantillon d'essai doit être observé pendant au moins 6 h.

L'essai doit être réalisé en utilisant les éléments et les batteries préalablement soumis à l'essai de chocs.

c) Exigences

Il ne doit pas y avoir d'élévation de température excessive, d'éclatement, d'explosion ou de feu pendant l'essai, ni dans les 6 h qui suivent.

6.4.6 Essai T-6: Impact

a) But

Cet essai simule un court-circuit interne.

NOTE Au cours de discussions sur les essais de sécurité pour les batteries, la CEI a évalué l'essai d'impact. Dans un contexte d'utilisation normale et d'utilisation abusive raisonnablement prévisible, cet essai a été considéré comme peu approprié pour simuler un court-circuit interne. Etant d'accord avec le besoin de faire un essai de court-circuit interne, la CEI se réserve le droit de rechercher un essai plus approprié.

b) Procédure d'essai

L'élément d'essai ou l'élément composant est placé sur une plaque plane. Un barreau d'acier de diamètre de 15,8 mm est placé en travers et au milieu de l'échantillon d'essai. On laisse tomber une masse de 9,1 kg d'une hauteur de 61 cm $\pm$ 2,5 cm sur le barreau placé sur l'échantillon d'essai.

Un élément parallélépipédique ou cylindrique reçoit le choc avec son axe longitudinal parallèle à la plaque plane et perpendiculairement à l'axe longitudinal du barreau posé en travers au milieu de l'échantillon d'essai. Un élément parallélépipédique est aussi tourné de 90° par rapport à son axe longitudinal de telle sorte que ses grandes faces aussi bien que ses petites faces subissent le choc. Un élément bouton reçoit le choc sur sa face parallèle à la plaque plane, le barreau étant posé en travers en son centre.

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

L'échantillon d'essai doit être observé pendant au moins 6 h.

L'essai doit être réalisé en utilisant des éléments d'essai ou des éléments composants n'ayant pas été préalablement soumis à d'autres essais de transport.

c) Exigences

Il ne doit pas y avoir d'élévation de température excessive, d'explosion ou de feu pendant l'essai, ni dans les 6 h qui suivent.

6.4.5 Test T-5: 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 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.

6.4.6 Test T-6: Impact

a) Purpose

This test simulates an internal short-circuit.

NOTE During previous discussions on safety tests for batteries, the IEC has evaluated the impact test. Within the context of intended use and reasonable foreseeable misuse, this test was found to be inappropriate to simulate an internal short-circuit condition. Whilst agreeing to the need for an internal short-circuit test, the IEC reserves the right to investigate a more appropriate test.

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 $\pm$ 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 transport tests.

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 Essais d'utilisation abusive

6.5.1 Essai T-7: Surcharge

a) But

Cet essai permet de vérifier l'aptitude d'un accumulateur à supporter une surcharge.

b) Procédure d'essai

Le courant de charge doit être égal à deux fois le courant maximal de charge continu recommandé par le fabricant. La tension minimale d'essai doit être comme suit:

- 1) quand la tension de charge recommandée par le fabricant ne dépasse pas 18 V, la tension minimale d'essai doit être deux fois la tension de charge maximale de la batterie ou 22 V (prendre la plus petite valeur);
- 2) quand la tension de charge maximale recommandée par le fabricant est supérieure à 18 V, la tension d'essai ne doit pas être inférieure à 1,2 fois la tension maximale de charge.

L'essai doit être réalisé à température ambiante. Les conditions de charge doivent être maintenues pendant au moins 24 h. Les batteries d'essai doivent être observées pendant 7 jours après l'interruption des conditions de surcharge.

c) Exigences

Il ne doit pas y avoir d'explosion ou de feu pendant l'essai, ni dans les 7 jours qui suivent.

6.5.2 Essai T-8: Décharge forcée

a) But

Cet essai permet de vérifier l'aptitude d'un élément de pile ou d'un élément d'accumulateur à supporter une 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 source d'alimentation en courant continu de 12 V avec un courant initial égal au courant maximal de décharge continu spécifié par le fabricant.

Le courant de décharge spécifié est obtenu en connectant une résistance de taille appropriée en série avec l'élément d'essai et l'alimentation en courant continu. Chaque élément doit être soumis à une décharge forcée pendant un intervalle de temps égal à la valeur de la capacité assignée divisée par la valeur du courant d'essai initial. Les éléments d'essais doivent être observés pendant 7 jours après l'interruption des conditions de décharge forcée.

c) Exigences

Il ne doit pas y avoir d'explosion ou de feu pendant l'essai, ni dans les 7 jours qui suivent.

6.6 Essai d'emballage

6.6.1 Essai P-1: Essai de chute

a) But

Cet essai permet de vérifier l'aptitude de l'emballage à éviter les dommages causés par des manutentions brutales.

NOTE Des essais supplémentaires pour les emballages de marchandises dangereuses sont donnés section 6.1.5³ du Règlement type des Nations Unies. Voir aussi les réglementations mentionnées en 7.3 ci-dessous.

³ Se référer à la bibliographie.

6.5 Mis-use tests

6.5.1 Test T-7: Overcharge

a) Purpose

This test evaluates the ability of a secondary (rechargeable) battery to withstand an overcharge condition.

b) Test procedure

The charge current shall be twice the manufacturer's recommended maximum continuous charge current. The minimum voltage of the test shall be as follows:

- 1) when the manufacturer's recommended charge voltage is not more than 18 V, the minimum voltage of the test shall be the lesser of two times the maximum charge voltage of the battery or 22 V;
- 2) when the manufacturer's recommended charge voltage is more than 18 V, the voltage of the test shall be not less than 1,2 times the maximum charge voltage.

The test shall be conducted at ambient temperature. The charging condition shall be maintained for at least 24 h. The test batteries shall be observed during 7 days after the overcharging condition has been discontinued.

c) Requirements

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

6.5.2 Test T-8: Forced discharge

a) Purpose

This test evaluates the ability of a primary or a secondary (rechargeable) cell to withstand a forced discharge condition.

b) Test procedure

Each cell shall be forced 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 forced discharged for a time interval equal to its rated capacity divided by the initial test current. The test cells shall be observed during 7 days after the forced discharge condition has been discontinued.

c) Requirements

There shall be no explosion and no fire during this test, nor within the 7 days of observation.

6.6 Packaging test

6.6.1 Test P-1: Drop test

a) Purpose

This test assesses the ability of the packaging to prevent damage during rough handling.

NOTE Additional tests for packaging of dangerous goods are given in UN Model Regulations, section 6.1.5³. See also the regulations mentioned in 7.3 below.

³ Refer to the bibliography.

b) Procédure d'essai

Un emballage (l'emballage extérieur, pas une palette) rempli d'éléments ou de batteries dans sa configuration de transport doit être laissé tomber d'une hauteur de 1,2 m sur une surface bétonnée de manière à ce que l'un de ses angles touche le sol en premier.

L'essai doit être réalisé avec des éléments ou des batteries d'essai n'ayant pas été soumis préalablement à un essai de transport.

c) Exigences

Il ne doit pas y avoir de déplacement, de déformation, de perte de masse, de fuite, de dégazage, de court-circuit, d'élévation excessive de température, d'éclatement, d'explosion, ou de feu pendant cet essai.

6.6.2 Vacant

6.7 Informations à indiquer dans la spécification appropriée

Quand il est fait référence à la présente norme dans une spécification particulière, les paramètres suivants doivent être donnés dans la mesure où ils sont applicables:

	Article et/ou paragraphe
a) Courant de prédécharge spécifié par le fabricant pour les piles;	6.1.4
b) Conditions de charge et de décharge spécifiées par le fabricant pour des performances et une sécurité optimales pour les accumulateurs;	6.1.4
c) Courant continu maximal de charge recommandé par le fabricant;	6.5.1
d) Tension de charge recommandée par le fabricant;	6.5.1
e) Tension de charge maximale;	6.5.1
f) Courant continu maximal de décharge spécifié par le fabricant	6.5.2

6.8 Evaluation et rapport

Il est recommandé de rédiger un rapport en prenant en compte les articles de la liste ci-après:

- le nom et l'adresse de l'établissement d'essai;
- le nom et l'adresse du demandeur (si nécessaire);
- une identification unique du rapport d'essai;
- la date du rapport d'essai;
- le fabricant de l'emballage;
- une description de l'emballage (par exemple: dimensions, matériaux, fermetures, épaisseur, etc.), incluant la méthode de fabrication (par exemple: moulage par soufflage) et pouvant comprendre un ou des dessin(s) et/ou photographie(s);
- la contenance maximale de l'emballage;
- les caractéristiques des éléments ou des batteries d'essai conformément à 4.1;
- les descriptions et les résultats des essais, incluant les paramètres conformément à 6.7;
- une signature avec le nom et la qualité du signataire;
- une déclaration indiquant que l'emballage préparé pour le transport a été essayé conformément aux exigences appropriées de cette norme et que l'utilisation d'autres méthodes ou composants d'emballage peuvent le rendre inefficace.