



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



ICS 29.220.10

ISBN 2-8318-9304-6

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

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

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.

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.

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.

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*

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

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

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, concernant:

- 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.

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.

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.

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*