

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61960-2

Première édition
First edition
2001-09

**Eléments et batteries d'accumulateurs au lithium
pour applications portables –**

**Partie 2:
Batteries d'accumulateurs au lithium**

**Secondary lithium cells and batteries
for portable applications –**

**Part 2:
Secondary lithium batteries**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61960-2:2001

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 (www.iec.ch/catlg-f.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 (www.iec.ch/JP.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 (www.iec.ch/catlg-e.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 (www.iec.ch/JP.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**

61960-2

Première édition
First edition
2001-09

**Eléments et batteries d'accumulateurs au lithium
pour applications portables –**

**Partie 2:
Batteries d'accumulateurs au lithium**

**Secondary lithium cells and batteries
for portable applications –**

**Part 2:
Secondary lithium batteries**

© IEC 2001 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

U

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

AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	8
1 Généralités	10
1.1 Domaine d'application	10
1.2 Références normatives	10
1.3 Définitions.....	12
1.4 Tolérances de mesures relatives aux paramètres	16
2 Désignation et marquage.....	16
2.1 Désignation des batteries	16
2.1.1 Batteries d'accumulateurs cylindriques au lithium	16
2.1.2 Batteries d'accumulateurs parallélépipédiques au lithium	18
2.2 Marquage.....	20
3 Types normalisés	20
4 Essais électriques	22
4.1 Mode de charge pour les essais	22
4.2 Caractéristiques de décharge	22
4.2.1 Caractéristiques de décharge à 20 °C (capacité assignée).....	22
4.2.2 Caractéristiques de décharge à –20 °C.....	22
4.2.3 Caractéristiques de décharge à fort régime à 20 °C	24
4.3 Conservation de charge et récupération de capacité.....	24
4.4 Restitution de capacité après stockage.....	26
4.5 Endurance en cycles	26
4.6 Résistance interne	28
4.6.1 Mesure de la résistance interne c.a.	28
4.6.2 Mesure de la résistance interne c.c.	28
4.7 Décharge électrostatique.....	30
4.7.1 Procédure d'essai	30
4.7.2 Critères d'acceptation.....	30
5 Essais mécaniques	30
5.1 Essai de chocs.....	30
5.2 Essai de vibrations.....	32
6 Evaluation de la sécurité	34
6.1 Essais de simulation en utilisation normale.....	36
6.1.1 Essais électriques	36
6.1.1.1 Essai de charge continue	36
6.1.1.2 Essai de décharge forcée/surcharge	36
6.1.2 Essais mécaniques	38
6.1.2.1 Essai de chocs	38
6.1.2.2 Essai de vibrations.....	38
6.1.3 Essais d'environnement.....	38
6.1.3.1 Choc thermique	38
6.1.3.2 Essai de simulation d'altitude (basse pression)	40
6.1.3.3 Essai de tenue des contraintes de moulage à haute température	40

CONTENTS

FOREWORD	7
INTRODUCTION	9
 1 General.....	 11
1.1 Scope	11
1.2 Normative references	11
1.3 Definitions.....	13
1.4 Parameter measurement tolerances	17
2 Designation and marking	17
2.1 Battery designation	17
2.1.1 Cylindrical secondary lithium batteries	17
2.1.2 Prismatic secondary lithium batteries	19
2.2 Marking.....	21
3 Standard types	21
4 Electrical tests	23
4.1 Charging procedure for test purposes.....	23
4.2 Discharge performance	23
4.2.1 Discharge performance at 20 °C (rated capacity)	23
4.2.2 Discharge performance at –20 °C.....	23
4.2.3 High rate discharge performance at 20 °C	25
4.3 Charge (capacity) retention and recovery.....	25
4.4 Charge (capacity) recovery after storage	27
4.5 Endurance in cycles	27
4.6 Internal resistance.....	29
4.6.1 Measurement of the internal a.c. resistance	29
4.6.2 Measurement of the internal d.c. resistance	29
4.7 Electrostatic discharge (ESD).....	31
4.7.1 Test procedure.....	31
4.7.2 Acceptance criteria.....	31
5 Mechanical tests	31
5.1 Shock test.....	31
5.2 Vibration test.....	33
6 Safety evaluation.....	35
6.1 Intended use simulation tests	37
6.1.1 Electrical test	37
6.1.1.1 Continuous charge test	37
6.1.1.2 Overdischarge/Overcharge test.....	37
6.1.2 Mechanical tests	39
6.1.2.1 Shock test	39
6.1.2.2 Vibration test	39
6.1.3 Environmental tests.....	39
6.1.3.1 Thermal shock.....	39
6.1.3.2 Altitude simulation (low pressure) test	41
6.1.3.3 Mould stress test	41

6.2	Essais de simulation en utilisation abusive prévisible.....	40
6.2.1	Essais électriques	42
6.2.1.1	Essai de court-circuit	42
6.2.1.2	Essai de surcharge (simulation d'utilisation d'un chargeur inadapté ou d'un chargeur défectueux).....	42
6.2.2	Essais mécaniques	42
6.2.2.1	Essai d'écrasement.....	42
6.2.2.2	Essai de chute libre	44
6.2.3	Essais d'environnement.....	44
6.2.3.1	Essai d'exposition à la chaleur	44
7	Procédures d'essai et conditions d'homologation	46
7.1	Procédures d'essai.....	46
7.2	Conditions d'homologation	46
7.2.1	Dimensions	46
7.2.2	Essais électriques	46
7.2.3	Essais d'évaluation en utilisation normale	46
7.2.4	Essais d'évaluation en utilisation abusive prévisible	46
7.2.5	Homologation conditionnelle	46
8	Essais de transport (non utilisation)	50
8.1	Essais de transport	52
8.1.1	Essais mécaniques	52
8.1.1.1	Essai de chocs	52
8.1.1.2	Essai de vibrations.....	52
8.1.2	Essais d'environnement.....	52
8.1.2.1	Choc thermique	52
8.1.2.2	Simulation d'altitude.....	52
8.1.3	Essai électrique.....	52
8.1.3.1	Essai de court-circuit	52
8.2	Procédure d'essai	54
	Annexe A (informative) Autres exigences liées au transport	56
	Bibliographie	58

6.2	Reasonably foreseeable misuse simulation tests	41
6.2.1	Electrical tests.....	43
6.2.1.1	Short-circuit test	43
6.2.1.2	Overcharge test (simulation of use of an inappropriate charger or charger malfunction)	43
6.2.2	Mechanical tests	43
6.2.2.1	Crush test.....	43
6.2.2.2	Free fall test	45
6.2.3	Environmental tests.....	45
6.2.3.1	Thermal exposure test	45
7	Test protocol and conditions for type approval	47
7.1	Test protocol.....	47
7.2	Conditions for type approval.....	47
7.2.1	Dimensions	47
7.2.2	Electrical tests.....	47
7.2.3	Intended use simulation tests	47
7.2.4	Reasonably foreseeable misuse simulation tests	47
7.2.5	Conditional type approval	47
8	Transportation tests (non-use).....	51
8.1	Transportation tests	53
8.1.1	Mechanical tests	53
8.1.1.1	Shock test	53
8.1.1.2	Vibration test	53
8.1.2	Environmental tests.....	53
8.1.2.1	Thermal shock.....	53
8.1.2.2	Altitude simulation	53
8.1.3	Electrical test	53
8.1.3.1	Short circuit test	53
8.2	Test protocol.....	55
	Annex A (informative) Other transportation requirements	57
	Bibliography	59

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ELEMENTS ET BATTERIES D'ACCUMULATEURS AU LITHIUM POUR APPLICATIONS PORTABLES –

Partie 2: Batteries d'accumulateurs au lithium

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) 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. 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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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 61960-2 a été établie par le sous-comité 21A: Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide, du comité d'études 21 de la CEI: Accumulateurs.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
21A/328/FDIS	21A/330/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 3.

L'annexe A est donnée uniquement à titre d'information.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2006-01. A cette date, la publication sera

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SECONDARY LITHIUM CELLS AND BATTERIES FOR
PORTABLE APPLICATIONS –****Part 2: Secondary lithium batteries**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61960-2 has been prepared by subcommittee 21A: Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes, of IEC technical committee 21: Secondary cells and batteries.

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

FDIS	Report on voting
21A/328/FDIS	21A/330/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 3.

Annex A is for information only.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2006-01. At this date, the publication will be

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

INTRODUCTION

Les récents progrès de l'industrie, dans le domaine des accumulateurs au lithium, ont entraîné le passage du stade de recherche à une situation de production et de ventes régulières. Pour répondre à cette situation, la CEI a élaboré une nouvelle norme destinée à traiter des accumulateurs au lithium pour applications électroniques portables. La présente partie de la CEI 61960 traite des batteries d'accumulateurs au lithium, et doit être utilisée conjointement à la partie 1, qui couvre les éléments d'accumulateurs individuels au lithium.

Cette norme a été conçue de manière à ne couvrir que les batteries d'accumulateurs au lithium qui sont

- disponibles dans le commerce, et
- disponibles chez au moins deux fabricants.

Traditionnellement, les fabricants et les utilisateurs d'accumulateurs alcalins ont utilisé un multiple du nombre exprimant la capacité de l'accumulateur pour définir la valeur du courant utilisé pour la charge ou la décharge de ces accumulateurs. Par exemple, pour un accumulateur de capacité assignée (C Ah) de 100 Ah, un courant de charge (ou de décharge) de 20 A est formulé $C/5$ A ou $0,2 C$ A. Ce mode d'expression a été utilisé à l'origine dans les normes d'accumulateurs alcalins.

Il a été remarqué que cette méthode d'expression des courants était dimensionnellement incorrecte, car un multiple de la capacité (ampères-heures) est en ampères-heures et non en ampères comme cela doit être. Pour faire suite à ces remarques, la méthode décrite dans la CEI 61434, a été utilisée dans la présente norme.

En résumé, la méthode spécifie que le courant de référence (I_t) est exprimé selon la méthode suivante :

$$I_t A = C_n \text{ Ah} / 1 \text{ h}$$

où

C_n est la capacité assignée déclarée par le fabricant en ampères-heures (Ah), et

n est le temps sur la base duquel la capacité assignée est déclarée en heures (h).

INTRODUCTION

Recent progress in the battery industry has seen secondary lithium cells and batteries evolve from the research environment to a state of regular commercial production and sale. In response to this situation, the IEC has prepared a new standard to cover secondary lithium cells and batteries for portable electronic applications. This part of IEC 61960 covers secondary lithium batteries and must be used in conjunction with IEC 61960-1, which covers secondary lithium cells.

This standard has been prepared so that it covers only those secondary lithium batteries that are:

- commercially available, and
- available from two or more manufacturers.

Traditionally the manufacturers and users of alkaline secondary cells and batteries have expressed the current used to charge and discharge these cells and batteries as a multiple of the capacity. For example, a current of 20 A used to charge a cell with a rated capacity (C Ah) of 100 Ah would be expressed as $C/5$ A or $0,2 C$ A. This method of current designation was originally used in earlier standards relating to alkaline secondary cells and batteries.

Comments have been made, that this method of current designation is dimensionally incorrect in that a multiple of the capacity (ampere hours) will be in ampere hours and not, as required for current, in amperes. As a result of these comments, the method described in IEC 61434 has been used in this standard.

In brief, the method states that the reference test current (I_t) is expressed as:

$$I_t A = C_n \text{ Ah}/1\text{h}$$

where

C_n is the rated capacity declared by the manufacturer in ampere hours (Ah), and

n is the time base in hours (h) for which the rated capacity is declared.

ELEMENTS ET BATTERIES D'ACCUMULATEURS AU LITHIUM POUR APPLICATIONS PORTABLES –

Partie 2: Batteries d'accumulateurs au lithium

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les essais de performance et de sécurité, les désignations, les marquages, les dimensions et autres exigences pour les batteries d'accumulateurs au lithium.

L'objectif de la présente norme est de fournir aux acheteurs et aux utilisateurs de batteries d'accumulateurs au lithium un ensemble de critères au moyen desquels ils seront en mesure de juger de la performance et de la sécurité de différentes batteries d'accumulateurs au lithium proposées par différents fabricants.

Cette norme définit un niveau d'exigence minimale de performance et de sécurité et une méthodologie normalisée par laquelle sont réalisés les essais dont les résultats sont mis à la disposition de l'utilisateur. Les utilisateurs sont alors en mesure d'apprécier par eux-mêmes la viabilité des batteries disponibles dans le commerce via la spécification déclarée et donc de sélectionner la batterie la mieux adaptée à l'application prévue.

Cette norme concerne les accumulateurs au lithium dans une large gamme de couples électrochimiques. Chaque couple électrochimique possède une plage de tension caractéristique dans laquelle il restitue, en décharge, sa capacité emmagasinée, une tension nominale caractéristique et une tension finale caractéristique. Il est demandé aux utilisateurs de batteries d'accumulateurs au lithium de prendre conseil auprès du fabricant.

Afin d'éviter toute incertitude, le domaine d'application de cette norme ne comprend pas les éléments d'accumulateurs au lithium, qui font l'objet de la CEI 61960-1.

1.2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 61960. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 61960 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60050(486), *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 486: Eléments de batteries d'accumulateurs*

CEI 60051 (toutes les parties), *Appareils mesureurs électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires*

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

SECONDARY LITHIUM CELLS AND BATTERIES FOR PORTABLE APPLICATIONS –

Part 2: Secondary lithium batteries

1 General

1.1 Scope

This International Standard specifies performance and safety tests, designations, markings, dimensions and other requirements for secondary lithium batteries.

The objective of this standard is to provide the purchasers and users of secondary lithium batteries with a set of criteria with which they can judge the performance and safety of various secondary lithium batteries offered by various manufacturers.

This standard defines a minimum required level of performance and safety, and a standardized methodology by which testing is performed and the results of this testing reported to the user. Hence, users will be able to establish the viability of commercially available batteries via the declared specification and thus be able to select the battery best suited for their intended application.

This standard covers secondary lithium batteries with a range of chemistries. Each electrochemical couple has a characteristic voltage range over which it releases its electrical energy, a characteristic nominal voltage and a characteristic final voltage during discharge. Users of secondary lithium cells and batteries are requested to consult the manufacturer for advice.

For the avoidance of doubt, the scope of this standard does not include secondary lithium cells which are covered in IEC 61960-1.

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 61960. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 61960 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60050(486), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 486: Secondary cells and batteries*

IEC 60051 (all parts), *Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories*

IEC 60068-2-6, *Basic environmental testing procedures – Part 2: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

CEI 60068-2-27, *Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique – Deuxième partie: Essais – Essai Ea et guide: Chocs*

CEI 60068-2-32, *Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique – Deuxième partie: Essais – Essai Ed: Chute libre*

CEI 60485, *Voltmètres numériques et convertisseurs électroniques analogiques-numériques à courant continu*

CEI 61000-4-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux décharges électrostatiques. Publication fondamentale en CEM*

CEI 61434, *Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs à électrolyte non acide – Guide pour l'expression des courants dans les normes d'accumulateurs alcalins*

CEI 61960-1, *Eléments et batteries d'accumulateurs au lithium pour applications portables – Partie 1: Eléments d'accumulateurs au lithium*

1.3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions contenues dans la CEI 60050(486), ainsi que les suivantes, sont applicables:

1.3.1

récupération de charge

pourcentage de la capacité assignée qu'un accumulateur peut restituer, après stockage à une température spécifique, pendant une durée spécifique, après avoir été déchargé puis rechargé selon la méthode indiquée par le fabricant

1.3.2

conservation de charge

pourcentage de la capacité assignée qu'un accumulateur peut restituer, après stockage à une température spécifique, pendant une durée spécifique, sans recharge ultérieure

1.3.3

profondeur de décharge

rapport de la capacité utilisée au cours d'une décharge, à la capacité assignée

1.3.4

courant de fin de charge

courant de charge auquel la charge d'un accumulateur, à la tension constante spécifiée par le fabricant, est terminée

1.3.5

explosion

éclatement du boîtier d'un accumulateur qui conduit à l'expulsion de projectiles

1.3.6

tension finale

tension d'arrêt

tension spécifiée pour laquelle la décharge d'un accumulateur est considérée comme terminée

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

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

IEC 60485, *Digital electronic d.c. voltmeters and d.c. electronic analogue-to-digital converters*

IEC 61000-4-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*. Basic EMC Publication

IEC 61434, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Guide to the designation of current in alkaline secondary cell and battery standards*

IEC 61960-1, *Secondary lithium cells and batteries for portable applications – Part 1: Secondary lithium cells*

1.3 Definitions

For the purpose of this International Standard, the definitions contained in IEC 60050(486), and the following, apply:

1.3.1

charge (capacity) recovery

percentage of the rated capacity which a cell or battery can deliver after storage, at a specific temperature, for a specific time, when the cell or battery has been subsequently discharged and recharged, using the method declared by the manufacturer

1.3.2

charge (capacity) retention

percentage of the rated capacity which a cell or battery can deliver after storage, at a specific temperature, for a specific time without subsequent recharging

1.3.3

depth of discharge

ratio of the capacity used during a discharge to the rated capacity

1.3.4

end-of-charge current

charge current at which the charge of a cell or battery, at the constant voltage specified by the manufacturer, is terminated

1.3.5

explosion

the bursting of a cell or battery casing resulting in the expulsion of projectiles

1.3.6

final voltage

cut-off voltage

the specified voltage at which a discharge of a cell or battery is considered finished

1.3.7

feu

émission de flammes sortant de l'accumulateur

1.3.8

fuite

perte non souhaitée d'électrolyte, de gaz ou d'autres matériaux, d'un d'accumulateur: il y a fuite lorsqu'un élément d'accumulateur au lithium perd plus de x % (voir ci-dessous) de sa masse initiale par suite d'une perte de composants internes, par exemple de l'électrolyte liquide, la valeur de x étant déterminée par rapport à la masse de l'élément. La valeur de x est l'une des suivantes:

- 0,5 % pour les éléments dont la masse est inférieure ou égale à 1 g;
- 0,2 % pour les éléments dont la masse est supérieure à 1 g mais inférieure ou égale à 5 g;
- 0,1 % pour les éléments dont la masse est supérieure à 5 g.

1.3.9

tension maximale de charge

valeur de la tension de charge, recommandée par le fabricant, qui ne doit pas être dépassée pendant la charge

1.3.10

élément neuf

élément qui n'a jamais été utilisé et qui a été mis en essai moins de 30 jours après sa fabrication (essais par le fabricant), ou qui a été mis en essai moins de 30 jours après sa réception (essais utilisateur)

1.3.11

tension nominale

valeur approchée appropriée d'une tension, utilisée pour identifier la tension d'un accumulateur

NOTE 1 Les tensions nominales des éléments d'accumulateurs au lithium sont indiquées au tableau 1 de la CEI 61960-1.

NOTE 2 La tension nominale d'une batterie d'accumulateurs de n éléments connectés en série est égale à n fois la tension nominale de l'élément individuel.

1.3.12

capacité assignée

quantité d'électricité C_5 Ah (ampères-heures) indiquée par le fabricant, qu'un élément individuel ou une batterie d'accumulateurs est capable de fournir à +20 °C, à un régime de décharge de 0,2 I_tA, jusqu'à la tension finale, après charge, repos et décharge dans les conditions spécifiées à l'article 4

1.3.13

courant de charge recommandé

courant spécifié, recommandé par le fabricant, auquel un accumulateur peut être soumis, au cours d'une charge à courant constant, afin d'obtenir des performances et une sécurité optimales

1.3.14

batterie d'accumulateurs au lithium

ensemble, constitué d'un ou de plusieurs éléments d'accumulateurs au lithium, prêt à l'emploi. Il incorpore une mise en batterie adéquate, un arrangement des bornes de sortie et peut être muni de dispositifs de contrôle électroniques

1.3.7**fire**

the emission of flames from a cell or battery

1.3.8**leakage**

unplanned escape of electrolyte, gas or other material, from a cell or battery: leakage has occurred when a secondary lithium cell or battery loses more than x % (as defined below) of its initial mass due to loss of internal components, for example liquid electrolyte, where x is determined by the mass of the cell. The value of x is:

- 0,5 % for cells weighing not more than 1 g;
- 0,2 % for cells weighing more than 1 g but not more than 5 g;
- 0,1 % for cells weighing more than 5 g.

1.3.9**maximum charge voltage**

value of the charge voltage, recommended by the manufacturer, which shall not be exceeded during charge

1.3.10**new cell**

cell which has never been used and is not older than 30 days from the date of manufacture (for manufacturers testing), or not older than 30 days from the date of receipt (for user's testing)

1.3.11**nominal voltage:**

a suitable approximate value of voltage used to identify the voltage of a cell or battery

NOTE 1 The nominal voltages of secondary lithium cells are given in table 1 of IEC 61960-1.

NOTE 2 The nominal voltage of a battery of n series connected cells is equal to n times the nominal voltage of a single cell.

1.3.12**rated capacity**

quantity of electricity C_5 Ah (ampere hours) declared by the manufacturer, which a single cell or battery can deliver when discharged at +20 °C, at the reference test current of 0,2 I_t A to a specified final voltage, after charging, storing and discharging under the conditions specified in clause 4

1.3.13**recommended charge current**

specified current, recommended by the manufacturer, to which a cell can be subjected, during constant current charge for optimum performance and safety

1.3.14**secondary lithium battery**

unit which incorporates one or more secondary lithium cells and which is ready for use. It incorporates adequate housing and a terminal arrangement and may have electronic control devices

1.3.15

élément d'accumulateur au lithium

élément d'accumulateur dont la capacité résulte de l'oxydation et de la réduction du lithium, mais impropre à l'utilisation par un consommateur pour une application, car il n'est pas encore équipé de son habillage final, de ses bornes et de son dispositif de contrôle électronique

1.3.16

échappement de gaz

libération des gaz d'un accumulateur, lorsque la pression interne augmente, obtenue par conception, pour prévenir l'explosion

1.4 Tolérances de mesures relatives aux 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) $\pm 1 \%$ pour la capacité;
- d) $\pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ pour la température;
- e) $\pm 0,1 \%$ pour le temps;
- f) $\pm 0,1 \%$ pour la masse;
- g) $\pm 0,1 \%$ pour les dimensions.

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.

Pour aider au choix des appareils de mesure, consulter la CEI 60051 pour les appareils analogiques et la CEI 60485 pour les appareils numériques. Le détail des appareils utilisés doit être fourni dans chaque rapport de résultats.

2 Désignation et marquage

2.1 Désignation des batteries

2.1.1 Batteries d'accumulateurs cylindriques au lithium

Les batteries d'accumulateurs cylindriques au lithium doivent être désignées par un nombre, suivi de trois lettres, suivies de quatre chiffres, suivis de: «-b».

Le premier nombre doit être le nombre d'éléments d'accumulateurs au lithium connectés en série qui constituent la batterie.

La première lettre doit indiquer le type d'électrode négative utilisé dans les éléments. La lettre I définit le système Li-ion qui a une électrode à intercalation. La lettre L définit le système d'électrode à base de lithium métallique ou d'alliage de lithium.

La seconde lettre doit indiquer le système d'électrode positive qui correspond au pourcentage pondéral majoritaire de la matière active de l'électrode. La lettre C définit une électrode à base de cobalt. La lettre N définit une électrode à base de nickel. La lettre M définit une électrode à base de manganèse. La lettre V définit une électrode à base de vanadium.

1.3.15**secondary lithium cell**

secondary single cell whose electrical capacity is derived from the oxidation and the reduction of lithium, but still not ready for consumer use in an application because it is not yet fitted with its final housing, terminal arrangement and electronic control device

1.3.16**venting**

release of gas at increased internal pressure from a cell or battery, in a manner intended by design, to preclude explosion

1.4 Parameter measurement tolerances

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

- a) $\pm 1\%$ for voltage;
- b) $\pm 1\%$ for current;
- c) $\pm 1\%$ for capacity;
- d) $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ for temperature;
- e) $\pm 0,1\%$ for time;
- f) $\pm 0,1\%$ for mass;
- g) $\pm 0,1\%$ for dimensions.

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

For assistance in selecting instrumentation, see IEC 60051 for analogue instruments and IEC 60485 for digital instruments. The details of the instrumentation used shall be provided in any report of results.

2 Designation and marking**2.1 Battery designation****2.1.1 Cylindrical secondary lithium batteries**

Cylindrical secondary lithium batteries shall be designated by a number, followed by three letters, followed by four figures, followed by: "–b".

The first number shall be the number of series connected secondary lithium cells which make up the battery.

The first letter shall indicate the negative electrode system employed by the cells. The letter I defines the Li-ion system which has an intercalation electrode. The letter L defines the lithium metal electrode system or the lithium-alloy electrode system.

The second letter shall indicate the positive electrode system which comprises the largest weight percentage of the electrode active material. The letter C defines a cobalt-based electrode. The letter N defines a nickel-based electrode. The letter M defines a manganese-based electrode. The letter V defines a vanadium-based electrode.

La troisième lettre doit indiquer la forme de la batterie. La lettre R définit une batterie cylindrique.

Les deux chiffres qui suivent les trois lettres citées ci-dessus doivent indiquer le diamètre de la batterie, exprimé en millimètres, arrondi au nombre entier immédiatement supérieur.

Les deux chiffres qui suivent les trois lettres et les deux chiffres cités ci-dessus doivent indiquer la hauteur hors tout de la batterie, exprimée en millimètres, arrondie au nombre entier immédiatement supérieur.

Lorsque au moins l'une des dimensions indiquées est égale ou supérieure à 100 mm, un trait oblique doit être situé entre les deux groupes de chiffres qui représentent le diamètre et la hauteur hors tout, et le nombre de chiffres doit augmenter en fonction de la dimension.

Lorsque la batterie est constituée d'au moins deux éléments d'accumulateurs au lithium connectés en parallèle, le nombre «-b» d'éléments connectés en parallèle doit être ajouté à la suite des quatre chiffres ci-dessus.

NOTE b est donc égal ou supérieur à 2.

Exemples:

- a) Une batterie désignée 1ICR2070 est une batterie cylindrique d'accumulateurs au lithium-ion comprenant un seul élément avec une électrode positive à base de cobalt, d'un diamètre approximatif de 20 mm et d'une hauteur approximative de 70 mm.
- b) Une batterie désignée 1ICR20/140-2 est une batterie cylindrique d'accumulateurs au lithium-ion comprenant deux éléments, connectés en parallèle, avec une électrode positive à base de cobalt, d'un diamètre approximatif de 20 mm et d'une hauteur approximative de 140 mm.

2.1.2 Batteries d'accumulateurs parallélépipédiques au lithium

Les batteries d'accumulateurs parallélépipédiques au lithium doivent être désignées par un nombre, suivi de trois lettres, suivies de six chiffres, suivis de "-b".

Le premier nombre doit être le nombre d'éléments d'accumulateurs au lithium connectés en série qui constituent la batterie.

La première lettre doit indiquer le type d'électrode négative utilisée dans les éléments. La lettre I définit le système Li-ion qui a une électrode à intercalation. La lettre L définit le système à base de lithium métallique ou d'alliage de lithium.

La seconde lettre doit indiquer le système d'électrode positive correspondant au pourcentage pondéral majoritaire de matière active de l'électrode. La lettre C définit une électrode à base de cobalt. La lettre N définit une électrode à base de nickel. La lettre M définit une électrode à base de manganèse. La lettre V définit une électrode à base de vanadium.

La troisième lettre doit indiquer la forme de la batterie. La lettre P définit une batterie parallélépipédique.

Les deux chiffres qui suivent les trois lettres citées ci-dessus doivent indiquer l'épaisseur de la batterie, exprimée en millimètres, arrondie au nombre entier immédiatement supérieur.

Les deux chiffres qui suivent les trois lettres et les deux chiffres cités ci-dessus doivent indiquer la largeur de la batterie, exprimée en millimètres, arrondie au nombre entier immédiatement supérieur.

The third letter shall indicate the shape of the battery. The letter R defines a cylindrical battery.

The two figures that follow the three letters described above shall indicate the diameter of the battery, expressed in millimetres, rounded up to the next whole number.

The two figures that follow the three letters and the two figures described above shall indicate the overall height of the battery, expressed in millimetres, rounded up to the next whole number.

When at least one of the two dimensions indicated is equal to or above 100 mm, a solidus shall be written between the two groups of figures for the diameter and the overall height and the number of figures shall increase depending on the dimension.

When a battery comprises two or more parallel connected secondary lithium cells, the number "–b", of parallel connected cells, shall be added after the above four figures.

NOTE b is thus equal to or greater than 2.

Examples:

- 1) A battery designated 1ICR2070 would be a cylindrical Li-ion secondary battery with one single cell, with a cobalt-based positive electrode, with an approximate diameter of 20 mm and an approximate height of 70 mm.
- 2) A battery designated 1ICR20/140-2 would be a cylindrical Li-ion secondary battery with two parallel connected cells, with a cobalt-based positive electrode, with an approximate diameter of 20 mm and an approximate height of 140 mm.

2.1.2 Prismatic secondary lithium batteries

Prismatic secondary lithium batteries shall be designated by a number, followed by three letters followed by six figures, followed by "–b".

The first number shall be the number of series connected secondary lithium cells which make up the battery.

The first letter shall indicate the negative electrode system employed by the cells. The letter I defines the Li-ion system which has an intercalation electrode. The letter L defines the lithium metal electrode system or the lithium-alloy electrode system.

The second letter shall indicate the positive electrode system which comprises the largest weight percentage of the electrode active material. The letter C defines a cobalt-based electrode. The letter N defines a nickel-based electrode. The letter M defines a manganese-based electrode. The letter V defines a vanadium-based electrode.

The third letter shall indicate a shape of the battery. The letter P defines a prismatic battery.

The two figures that follow the three letters described above shall indicate the thickness of the battery, expressed in millimetres, rounded up to the next whole number.

The two figures that follow the three letters and the two figures described above shall indicate the width of the battery, expressed in millimetres, rounded up to the next whole number.

Les deux derniers chiffres (c'est-à-dire ceux qui suivent les trois lettres et les deux ensembles de deux chiffres décrits ci-dessus) doivent indiquer la hauteur de la batterie, exprimée en millimètres, arrondie au nombre entier immédiatement supérieur.

Lorsque au moins l'une des trois dimensions indiquées est égale ou supérieure à 100 mm, un trait oblique doit être placé entre les trois groupes de chiffres qui représentent l'épaisseur, la largeur et la hauteur, et le nombre de chiffres doit augmenter en fonction de la dimension. Lorsque au moins l'une des trois dimensions indiquées est inférieure à 1 mm, une lettre t doit être ajoutée devant le chiffre représentant la valeur inférieure à 1 mm, exprimée en dixièmes de millimètres, arrondie au nombre entier immédiatement supérieur.

La plus grande dimension de la batterie est la hauteur. Ensuite, c'est la largeur qui est supérieure ou égale à l'épaisseur.

Lorsqu'une batterie est constituée d'au moins deux éléments d'accumulateurs au lithium connectés en parallèle, le nombre «-b» d'éléments connectés en parallèle doit être ajouté à la suite des six chiffres ci-dessus.

NOTE b est donc égal ou supérieur à 2.

Exemples:

- a) Une batterie désignée 2ICP203470 est une batterie parallélépipédique au lithium-ion comprenant deux éléments connectés en série avec une électrode positive à base de cobalt, d'une épaisseur approximative de 20 mm, d'une largeur approximative de 34 mm, et d'une hauteur approximative de 70 mm.
- b) Une batterie désignée 2ICP08/34/150 est une batterie parallélépipédique au lithium-ion comprenant deux éléments connectés en série avec une électrode positive à base de cobalt, d'une épaisseur approximative de 8 mm, d'une largeur approximative de 34 mm, et d'une hauteur approximative de 150 mm.
- c) Une batterie désignée 1ICP206870-2 est une batterie parallélépipédique au lithium-ion comprenant deux éléments connectés en parallèle avec une électrode positive à base de cobalt, d'une épaisseur approximative de 20 mm, d'une largeur approximative de 68 mm, et d'une hauteur approximative de 70 mm.

2.2 Marquage

Sauf spécification contraire de l'acheteur, chaque batterie doit comporter un marquage durable donnant les indications suivantes:

- accumulateur Li ou Li-ion;
- désignation de la batterie conformément à 2.1;
- capacité assignée;
- tension nominale;
- polarité;
- date de fabrication (un code est admis);
- nom ou identification du fabricant ou du fournisseur.

3 Types normalisés

Les éléments d'accumulateurs au lithium utilisés dans la fabrication des batteries doivent satisfaire à toutes les exigences de la CEI 61960-1.

The last two figures (i.e. those that follow the three letters and the two sets of figures described above) shall indicate the height of the battery, expressed in millimetres, rounded up to the next whole number.

When at least one the three dimensions indicated is equal to or above 100 mm, a solidus shall be written between the three groups of figures for the thickness, the width and the height and the number of figures shall increase depending on the dimension. When at least one of the three dimensions indicated is below 1 mm, a letter t shall be added before the figure below 1 mm, expressed in tenths of millimetres, rounded up to the next whole number.

The largest dimension of the battery is the height. Of the other two dimensions, the width is greater than or equal to the thickness.

When a battery is comprised of two or more parallel connected secondary lithium cells, the number "–b", of parallel connected cells, shall be added after the above six figures.

NOTE b is thus equal to or greater than 2.

Examples:

- a) A battery designated 2ICP203470 would be a prismatic Li-ion battery with two series connected cells, with a cobalt-based positive electrode, with an approximate thickness of 20 mm, an approximate width of 34 mm, and an approximate height of 70 mm.
- b) A battery designated 2ICP08/34/150 would be a prismatic Li-ion battery with two series connected cells, with a cobalt-based positive electrode, with an approximate thickness of 8 mm, an approximate width of 34 mm, and an approximate height of 150 mm.
- c) A battery designated 1ICP206870-2 would be a prismatic Li-ion battery with two parallel connected cells, with a cobalt-based positive electrode, with an approximate thickness of 20 mm, an approximate width of 68 mm, and an approximate height of 70 mm.

2.2 Marking

Except when otherwise required by the purchaser, each battery shall carry durable markings giving the following information:

- rechargeable Li or Li-ion;
- battery designation as specified in 2.1;
- rated capacity;
- nominal voltage;
- polarity;
- date of manufacture (which may be in code);
- name or identification of manufacturer or supplier.

3 Standard types

Secondary Lithium cells used in the assembly of batteries shall meet all the requirements set down in IEC 61960-1.

4 Essais électriques

Sauf spécification contraire, tous les essais décrits dans cet article doivent être réalisés en air calme. Les valeurs minimales prescrites pour chaque essai électrique sont mentionnées dans le tableau 5. La taille des échantillons et les séquences des essais sont données dans le tableau 4.

4.1 Mode de charge pour les essais

Sauf spécification contraire de la présente norme, la charge précédant les différents essais prévus doit être effectuée à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, en utilisant la méthode déclarée par le fabricant.

Avant la charge, l'élément doit avoir été déchargé à la température de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, à un courant constant de $0,2\text{ I}_t\text{A}$, jusqu'à une tension finale spécifiée.

4.2 Caractéristiques de décharge

4.2.1 Caractéristiques de décharge à 20 °C (capacité assignée)

Cet essai a pour but de vérifier la capacité assignée d'une batterie.

Etape 1 – La batterie doit être chargée conformément à 4.1.

Etape 2 – La batterie doit être mise au repos, à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, pendant au moins 1 h et au plus 4 h.

Etape 3 – La batterie doit être déchargée, à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, à un courant constant de $0,2\text{ I}_t\text{A}$, jusqu'à une tension inférieure ou égale à la tension de fin de décharge spécifiée.

Etape 4 – La capacité (Ah) restituée au cours de l'étape 3 doit être calculée en fin de décharge.

Si la capacité calculée est inférieure à la capacité assignée, les étapes 1 à 4 sont répétées jusqu'à obtention d'une capacité supérieure ou égale à la capacité assignée. Cinq cycles sont autorisés.

4.2.2 Caractéristiques de décharge à -20 °C

Cet essai a pour but de déterminer la capacité de la batterie à basse température.

Etape 1 – La batterie doit être chargée conformément à 4.1.

Etape 2 – La batterie doit être mise au repos, à une température ambiante de $-20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, pendant au moins 16 h et au plus 24 h.

Etape 3 – La batterie doit être déchargée, à une température ambiante de $-20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, à un courant constant de $0,2\text{ I}_t\text{A}$, jusqu'à une tension inférieure ou égale à la tension de fin de décharge spécifiée.

Etape 4 – La capacité (Ah) restituée au cours de l'étape 3 doit être calculée en fin de décharge.

La capacité calculée doit être exprimée en pourcentage de la capacité assignée (% $C_5\text{ Ah}$).

4 Electrical tests

Unless otherwise stated, all tests which are described in this clause shall be performed in still air. The minimum values required for each electrical test are stated in table 5. Sample sizes and sequence of tests are described in table 4.

4.1 Charging procedure for test purposes

Unless otherwise stated in this standard, the charging procedure for test purposes shall be carried out in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, using the method declared by the manufacturer.

Prior to charging, the battery shall have been discharged at $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ at a constant current of $0,2\text{ I}_t\text{A}$ down to a specified final voltage.

4.2 Discharge performance

4.2.1 Discharge performance at 20 °C (rated capacity)

This test verifies the rated capacity of a battery.

Step 1 – The battery shall be charged in accordance with 4.1.

Step 2 – The battery shall be stored, in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, for not less than 1 h and not more than 4 h.

Step 3 – The battery shall be discharged, in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, at a constant current of $0,2\text{ I}_t\text{A}$, until the battery voltage is less than or equal to the specified end-of-discharge voltage.

Step 4 – The capacity (Ah) released during step 3 shall be calculated at the end-of-discharge.

If the calculated capacity is lower than the rated capacity, then steps 1 to 4 are repeated until the calculated capacity is greater than, or equal to the rated capacity. Five cycles are permitted.

4.2.2 Discharge performance at -20 °C

This test determines the capacity of the battery at low temperatures.

Step 1 – The battery shall be charged in accordance with 4.1.

Step 2 – The battery shall be stored, in an ambient temperature of $-20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, for not less than 16 h and not more than 24 h.

Step 3 – The battery shall be discharged, in an ambient temperature of $-20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, at a constant current of $0,2\text{ I}_t\text{A}$, until the battery voltage is less than or equal to the specified end-of-discharge voltage.

Step 4 – The capacity (Ah) released during step 3 shall be calculated at the end-of-discharge.

The calculated capacity shall be expressed as a percentage of the rated capacity (% $C_5\text{ Ah}$).

4.2.3 Caractéristiques de décharge à fort régime à 20 °C

Cet essai a pour but de vérifier la capacité d'une batterie en décharge à un courant de 1,0 I_t A. Cet essai n'est pas exigé si la batterie n'est pas conçue pour être utilisée à ce régime.

Etape 1 – La batterie doit être chargée conformément à 4.1.

Etape 2 – La batterie doit être mise au repos, à une température ambiante de 20 °C $\pm$ 5 °C pendant au moins 1 h et au plus 4 h.

Etape 3 – La batterie doit être déchargée, à une température ambiante de 20 °C $\pm$ 5 °C, à un courant constant de 1,0 I_t A, jusqu'à une tension inférieure ou égale à la tension de fin de décharge spécifiée.

Etape 4 – La capacité (Ah) restituée au cours de l'étape 3 doit être calculée en fin de décharge.

La capacité calculée doit être exprimée en pourcentage de la capacité assignée (% C_5 Ah).

4.3 Conservation de charge et récupération de capacité

Cet essai a pour but de vérifier la capacité (Ah) conservée par une batterie après un stockage de longue durée, ainsi que la capacité restituée au cours d'un cycle effectué immédiatement après l'essai de conservation de charge.

Etape 1 – La batterie doit être chargée conformément à 4.1.

Etape 2 – La batterie doit être mise au repos à une température ambiante de 20 °C $\pm$ 5 °C pendant 28 jours.

Etape 3 – La batterie doit être déchargée, à une température ambiante de 20 °C $\pm$ 5 °C, à un courant constant de 0,2 I_t A, jusqu'à une tension inférieure ou égale à la tension de fin de décharge spécifiée.

Etape 4 – La capacité (Ah) restituée au cours de l'étape 3 doit être calculée en fin de décharge.

La capacité calculée pour la conservation de charge doit être exprimée en pourcentage de la capacité assignée (% C_5 Ah).

Etape 5 – La batterie doit être chargée conformément à 4.1, dans les 24 h qui suivent la décharge de l'étape 3.

Etape 6 – La batterie doit être déchargée, à une température ambiante de 20 °C $\pm$ 5 °C, à un courant constant de 0,2 I_t A, jusqu'à une tension inférieure ou égale à la tension de fin de décharge spécifiée.

Etape 7 – La capacité (Ah) restituée au cours de l'étape 6 doit être calculée en fin de décharge.

La capacité calculée, pour la restitution de capacité, doit être exprimée en pourcentage de la capacité assignée (% C_5 Ah).

4.2.3 High rate discharge performance at 20 °C

This test determines the capacity of a battery when discharged at a constant current of 1,0 I_t A. This test is not required if the battery is not designed to be used at this rate.

Step 1 – The battery shall be charged in accordance with 4.1.

Step 2 – The battery shall be stored, in an ambient temperature of 20 °C $\pm$ 5 °C, for not less than 1 h and not more than 4 h.

Step 3 – The battery shall be discharged, in an ambient temperature of 20 °C $\pm$ 5 °C, at a constant current of 1,0 I_t A, until the battery voltage is less than or equal to the specified end-of-discharge voltage.

Step 4 – The capacity (Ah) released during step 3 shall be calculated at the end-of-discharge.

The calculated capacity shall be expressed as a percentage of the rated capacity (% C_5 Ah).

4.3 Charge (capacity) retention and recovery

This test determines the capacity (Ah) which a battery retains after storage for an extended period, and the recovered capacity of a recharged battery following the charge (capacity) retention test.

Step 1 – The battery shall be charged in accordance with 4.1.

Step 2 – The battery shall be stored on open circuit, in an ambient temperature of 20 °C $\pm$ 5 °C, for 28 days.

Step 3 – The battery shall be discharged, in an ambient temperature of 20 °C $\pm$ 5 °C, at a constant current of 0,2 I_t A, until the battery voltage is less than or equal to the specified end-of-discharge voltage.

Step 4 – The capacity (Ah) released during step 3 shall be calculated at the end-of-discharge.

The calculated capacity for the charge (capacity) retention shall be expressed as a percentage of the rated capacity (% C_5 Ah).

Step 5 – The battery shall be charged, in accordance with 4.1, within 24 h from the discharge of step 3.

Step 6 – The battery shall be discharged, in an ambient temperature of 20 °C $\pm$ 5 °C, at a constant current of 0,2 I_t A, until the battery voltage is less than or equal to the specified end-of-discharge voltage.

Step 7 – The capacity (Ah) released during step 6 shall be calculated at the end-of-discharge.

The calculated capacity for the charge (capacity) recovery shall be expressed as a percentage of the rated capacity (% C_5 Ah).

4.4 Restitution de capacité après stockage

Cet essai a pour but de vérifier la capacité restituée par une batterie, après un stockage de durée spécifique suivi d'une charge.

Etape 1 – La batterie doit être chargée, conformément à 4.1.

Etape 2 – La batterie doit être déchargée, à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, à un courant constant de $0,2\text{ }I_t\text{A}$, pendant 2,5 h.

Etape 3 – La batterie doit être mise au repos, en circuit ouvert, à une température ambiante de $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, pendant 90 jours.

Etape 4 – La batterie doit être chargée, à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, en utilisant la méthode déclarée par le fabricant.

Etape 5 – La batterie doit être déchargée, à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, à un courant constant de $0,2\text{ }I_t\text{A}$, jusqu'à une tension inférieure ou égale à la tension de fin de décharge spécifiée.

Etape 6 – La capacité (Ah) restituée au cours de l'étape 5 doit être calculée en fin de décharge.

La capacité calculée pour la restitution de capacité doit être exprimée en pourcentage de la capacité assignée (% $C_5\text{ Ah}$).

Si la capacité calculée est inférieure au pourcentage spécifié au tableau 5, les étapes 4 et 5 seront répétées jusqu'à obtention d'une capacité supérieure ou égale à l'exigence. Cinq cycles sont autorisés.

4.5 Endurance en cycles

Cet essai a pour but de déterminer le nombre de cycles de charge/décharge que peut supporter une batterie avant épuisement de sa capacité électrique utile.

Sauf accord contraire entre fournisseur et acheteur, l'essai de cyclage décrit ci-dessous doit être réalisé.

Etape 1 – La batterie doit être chargée conformément à 4.1.

Etape 2 – La batterie doit être déchargée, à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, à un courant constant de $0,2\text{ }I_t\text{A}$, jusqu'à une tension inférieure ou égale à la tension de fin de décharge spécifiée.

Etape 3 – La batterie doit être chargée, à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, en utilisant la méthode indiquée par le fabricant. La batterie peut être mise au repos entre la charge et la décharge et/ou entre la décharge et la charge pendant une durée pouvant atteindre 1 h.

Etape 4 – La batterie doit être chargée et déchargée de façon continue, comme indiqué aux étapes 2 et 3, jusqu'à ce que la capacité restituée en fin de décharge devienne inférieure à 60 % de la capacité assignée.

Etape 5 – Le résultat de cet essai doit s'exprimer par le nombre de cycles réalisés (répétition des étapes 2 et 3) avant l'obtention d'une capacité (Ah), restituée durant l'étape 2, en fin de décharge, inférieure à 60 % de la capacité assignée (60 % $C_5\text{ Ah}$).

4.4 Charge (capacity) recovery after storage

This test determines the capacity a battery recovers after storage for a specified period followed by a subsequent charge.

Step 1 – The battery shall be charged in accordance with 4.1.

Step 2 – The battery shall be discharged, in an ambient temperature of $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, at a constant current of $0,2\text{ }I_t\text{A}$, for 2,5 h.

Step 3 – The battery shall be stored, in open circuit, in an ambient temperature of $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, for 90 days.

Step 4 – The battery shall be charged, in an ambient temperature of $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, in accordance with the method declared by the manufacturer.

Step 5 – The battery shall be discharged, in an ambient temperature of $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, at a constant current of $0,2\text{ }I_t\text{A}$, until the battery voltage is less than or equal to the specified end-of-discharge voltage.

Step 6 – The capacity (Ah) released during step 5 shall be calculated at the end-of-discharge.

The calculated capacity for the charge (capacity) recovery shall be expressed as a percentage of the rated capacity (% $C_5\text{ Ah}$).

If the calculated capacity is lower than the required percentage of rated capacity as shown in table 5, then steps 4 and 5 are repeated until the requirement is met. Five cycles are permitted.

4.5 Endurance in cycles

This test determines the number of charge/discharge cycles which a battery can endure before its useful capacity has been depleted.

Unless otherwise agreed upon between the supplier and the purchaser, the following endurance-in-cycles test shall be conducted.

Step 1 – The battery shall be charged in accordance with 4.1.

Step 2 – The battery shall be discharged, in an ambient temperature of $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, at a constant current of $0,2\text{ }I_t\text{A}$, until the battery voltage is less than or equal to the specified end-of-discharge voltage.

Step 3 – The battery shall be charged, in an ambient temperature of $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, in accordance with the method declared by the manufacturer. The battery may be stored between charge and discharge and/or discharge and charge for up to 1 h.

Step 4 – The battery shall be continuously discharged and charged as per steps 2 and 3 until the discharged capacity is less than 60 % of the rated capacity.

Step 5 – The result of this test shall be the cycle number (i.e. the number of times steps 2 and 3 were repeated) before the capacity (Ah) released during step 2 at the end-of-discharge, becomes less than 60 % of the rated capacity (60 % $C_5\text{ Ah}$).

4.6 Résistance interne

La résistance interne d'une batterie d'accumulateurs au lithium doit être vérifiée soit par la méthode du courant alternatif (c.a.), soit par la méthode du courant continu (c.c.).

S'il s'avère nécessaire de mesurer la résistance interne par les deux méthodes c.a. et c.c., la méthode c.a. doit être réalisée la première et suivie de la méthode c.c. Dans ce cas, il ne sera pas nécessaire de décharger et de recharger la batterie entre les mesures c.a. et c.c.

Avant les mesures, la batterie doit être déchargée à 0,2 I_t A jusqu'à la tension finale de 2,5 V/élément. La batterie doit être chargée conformément à 4.1. Après la charge, la batterie doit être mise au repos, à la température ambiante de 20 °C ± 5 °C, pendant au moins 1 h et au plus 4 h.

Les mesures de la résistance interne doivent être effectuées à la température ambiante de 20 °C ± 5 °C.

4.6.1 Mesure de la résistance interne c.a.

La tension alternative efficace, U_a , doit être mesurée en appliquant à l'élément un courant alternatif efficace, I_a , à la fréquence de 1,0 kHz ± 0,1 kHz pendant 1 s à 5 s.

La résistance interne c.a., R_{ac} , est donnée par

$$R_{ac} = \frac{U_a}{I_a} \quad (\Omega)$$

où

R_{ac} est la résistance interne c.a.;

U_a est la tension alternative efficace;

I_a est le courant alternatif efficace.

NOTE 1 Le courant alternatif est choisi de façon à ce que la tension maximale reste inférieure à 20 mV.

NOTE 2 Cette méthode mesure en fait l'impédance qui, dans la gamme de fréquence spécifiée, est approximativement égale à la résistance.

NOTE 3 Les connexions aux bornes de la batterie seront faites de telle sorte que les contacts utilisés pour les mesures de tension soient séparés de ceux utilisés pour conduire le courant.

Critères d'acceptation

La résistance interne (c.a.) de la batterie ne doit pas être supérieure à la valeur de R_{ac} , spécifiée par le fabricant.

4.6.2 Mesure de la résistance interne c.c.

La batterie doit être déchargée à un courant continu de valeur I_c comme spécifié dans le tableau 1. La tension en décharge U_1 doit être mesurée et enregistrée à la fin d'une période de décharge de 10 s. Le courant de décharge doit ensuite être immédiatement augmenté à la valeur I_2 comme spécifié dans le tableau 1 et la tension en décharge U_2 correspondante doit être mesurée et enregistrée à la fin d'une période de décharge de 1 s.

Toutes les mesures de tension doivent être effectuées aux sorties de la batterie indépendamment des contacts utilisés pour conduire le courant.

4.6 Internal resistance

The internal resistance of a secondary lithium battery shall be checked either by the alternating current (a.c.) or by the direct current (d.c.) method.

Should the need arise for the internal resistance to be measured by both a.c. and d.c. methods on the same battery, then the a.c. method shall be used first followed by the d.c. method. In this case, it is not necessary to discharge and charge the battery between conducting a.c. and d.c. methods.

Prior to the measurements, the battery shall be discharged at 0,2 I_t A to 2,5 V/cell. The battery shall be charged in accordance with 4.1. After charging, the battery shall be stored, in an ambient temperature of 20 °C ± 5 °C, for not less than 1 h and not more than 4 h.

The measurement of internal resistance shall be carried out in an ambient temperature of 20 °C ± 5 °C.

4.6.1 Measurement of the internal a.c. resistance

The alternating r.m.s. voltage, U_a , shall be measured while applying an alternating r.m.s. current, I_a , at the frequency of 1,0 kHz ± 0,1 kHz, to the battery, for a period of 1 s to 5 s.

The internal a.c. resistance, R_{ac} , is given by

$$R_{ac} = \frac{U_a}{I_a} \quad (\Omega)$$

where

R_{ac} is the internal a.c. resistance;

U_a is the alternating r.m.s. voltage;

I_a is the alternating r.m.s. current.

NOTE 1 The alternating current should be selected such that the peak voltage stays below 20 mV.

NOTE 2 This method will in fact measure the impedance, which in the range of frequency specified, is approximately equal to the resistance.

NOTE 3 Connections to the battery terminals should be made such that voltage measurement contacts are separate from contacts used to carry current.

Acceptance criteria

The internal a.c. resistance of the battery shall be not greater than the value of R_{ac} , specified by the manufacturer.

4.6.2 Measurement of the internal d.c. resistance

The battery shall be discharged at a constant current of value I_c , as specified in table 1. At the end of a discharge period of 10 s, the discharge voltage U_1 under load shall be measured and recorded. The discharge current shall then be immediately increased to a constant value of I_2 as specified in table 1 and the corresponding discharge voltage U_2 measured under load and recorded again at the end of a discharge period of 1 s.

All voltage measurements shall be made at the terminals of the battery independently of the contacts used to carry current.

La résistance interne c.c. R_{dc} de l'élément doit être calculée selon la formule suivante:

$$R_{dc} = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_c} (\Omega)$$

où

R_{dc} est la résistance interne c.c.;

U_1 , U_2 sont les tensions appropriées mesurées pendant les décharges.

Tableau 1 – Courants constants de décharge utilisés pour la mesure de la résistance c.c.

Courant	
I_c	0,2 $I_t A$
I_2	1,0 $I_t A$

Critères d'acceptation

La résistance interne (c.c.) de la batterie ne doit pas être supérieure à la valeur de R_{dc} spécifiée par le fabricant.

4.7 Décharge électrostatique

Cet essai a pour but d'évaluer l'aptitude d'une batterie à supporter une décharge électrostatique.

Le présent essai doit être réalisé sur une batterie comportant des dispositifs de protection électroniques, tels que diodes, transistors ou circuits intégrés.

4.7.1 Procédure d'essai

Cet essai doit être effectué conformément à la CEI 61000-4-2, consacrée aux essais d'immunité aux décharges électrostatiques: articles 1 à 8.

Les batteries doivent être essayées sous 4 kV pour la décharge au contact et sous 8 kV pour la décharge dans l'air.

4.7.2 Critères d'acceptation

La batterie doit fonctionner avec tous les circuits de protection opérationnels.

5 Essais mécaniques

5.1 Essai de chocs

Cet essai simule les conditions du transport et peut être réalisé dans les emballages de transport.

Cet essai a pour but d'évaluer l'aptitude d'une batterie à délivrer la capacité spécifiée, suite à un choc mécanique. L'essai doit être effectué conformément à la CEI 60068-2-27.

Etape 1 – La batterie doit être chargée conformément à 4.1.

Etape 2 – La batterie doit être mise au repos, à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ pendant au moins 1 h et au plus 4 h.

The internal d.c. resistance R_{dc} of the battery shall be calculated using the following formula:

$$R_{dc} = \frac{U_1 - U_2}{I_2 - I_c} (\Omega)$$

where

R_{dc} is the internal d.c. resistance;

U_1 , U_2 are the appropriate voltages measured under load.

Table 1 – Constant discharge currents used for measurement of d.c. resistance

Current	
I_c	0,2 I_t A
I_2	1,0 I_t A

Acceptance criteria

The internal d.c. resistance of the battery shall be not greater than the value of R_{dc} specified by the manufacturer.

4.7 Electrostatic discharge (ESD)

This test is to evaluate the ability of a battery to withstand electrostatic discharge.

This test shall be conducted on a battery containing electronic protection devices, such as diodes, transistors or integrated circuits.

4.7.1 Test procedure

This test shall be carried out in accordance with IEC 61000-4-2: Electronic discharge requirements: clauses 1 to 8.

The batteries shall be tested for contact discharge at 4 kV and air discharge at 8 kV.

4.7.2 Acceptance criteria

The battery shall operate with all protection circuits operational.

5 Mechanical tests

5.1 Shock test

This test simulates transportation conditions and may be performed in transport packaging.

This test is to evaluate the ability of a battery to deliver the specified capacity following mechanical shock. The test shall be carried out in accordance with IEC 60068-2-27.

Step 1 – The battery shall be charged in accordance with 4.1.

Step 2 – The battery shall be stored, in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, for not less than 1 h and not more than 4 h.

Etape 3 – La batterie doit être fixée à la machine d'essai au moyen d'un montage rigide qui supporte toutes les surfaces de montage de la batterie. La batterie doit être soumise à trois chocs d'égale amplitude. Les chocs doivent être appliqués dans chacune des trois directions mutuellement perpendiculaires à moins que la batterie n'ait que deux axes de symétrie, auquel cas il ne faut la soumettre à l'essai que dans deux directions. Chaque choc doit être appliqué selon une direction perpendiculaire à la face de la batterie. Pour chacun des chocs, la batterie doit être accélérée de telle manière que l'accélération moyenne minimale, au cours des 3 ms initiales, soit de $75 g_n$ (où g_n est l'accélération locale due à la gravité). L'accélération de crête doit être comprise entre $125 g_n$ et $175 g_n$. Les éléments doivent être soumis à l'essai à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$. La forme des impulsions doit être en demi-sinus.

Etape 4 – La batterie doit être déchargée, à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, à un courant constant de $0,2 I_t A$, jusqu'à une tension inférieure ou égale à la tension de fin de décharge spécifiée.

Etape 5 – La capacité (Ah) restituée au cours de l'étape 4 doit être calculée en fin de décharge.

La capacité calculée ne doit pas être inférieure à 95 % de la capacité assignée (95 % C_5 Ah). Cinq cycles sont autorisés, si nécessaire, pour satisfaire l'exigence.

5.2 Essai de vibrations

Cet essai simule les conditions du transport et peut être réalisé dans les emballages de transport.

Cet essai a pour but d'évaluer l'aptitude de la batterie à délivrer la capacité spécifiée suite à des vibrations mécaniques. L'essai de vibrations doit être effectué conformément à la CEI 60068-2-6.

Etape 1 – La batterie doit être chargée conformément à 4.1.

Etape 2 – La batterie doit être mise au repos, à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ pendant au moins 1 h et au plus 4 h.

Etape 3 – La batterie doit être soumise à un mouvement harmonique simple d'amplitude 0,8 mm (excursion maximale totale de 1,6 mm). La fréquence du mouvement harmonique doit être augmentée et diminuée, à un taux de $1\text{ Hz} \pm 0,055\text{ Hz/min}$, dans des limites comprises entre 10 Hz et 55 Hz. Les vibrations doivent être appliquées dans chacune des trois directions mutuellement perpendiculaires, à moins que la batterie ne possède que deux axes de symétrie, auquel cas il ne faut la soumettre à l'essai que dans deux directions. Les batteries doivent être soumises à l'essai à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

Etape 4 – La batterie doit être déchargée, à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, à un courant constant de $0,2 I_t A$, jusqu'à une tension inférieure ou égale à la tension de fin de décharge spécifiée.

Etape 5 – La capacité (Ah) restituée au cours de l'étape 4 doit être calculée en fin de décharge.

La capacité calculée ne doit pas être inférieure à 95 % de la capacité assignée (95 % C_5 Ah). Cinq cycles sont autorisés, si nécessaire, pour satisfaire l'exigence.

Step 3 – The battery shall be secured to the testing machine by means of a rigid mount, which will support all the mounting surfaces of the battery. The battery shall be subjected to a total of three shocks of equal magnitude. The shocks shall be applied in each of three mutually perpendicular directions unless the battery has only two axes of symmetry, in which case only two directions shall be tested. Each shock shall be applied in a direction perpendicular to the face of the battery. For each shock, the battery shall be accelerated in such a manner that, during the initial 3 ms, the minimum average acceleration is $75 g_n$ (where g_n is the local acceleration due to gravity). The peak acceleration shall be between $125 g_n$ and $175 g_n$. Batteries shall be tested in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$. The waveform shall be half-sine.

Step 4 – The battery shall be discharged, in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, at a constant current of $0,2 I_A$, until the battery voltage is less than or equal to the specified end-of-discharge voltage.

Step 5 – The capacity (Ah) released during step 4 shall be calculated at the end-of-discharge.

The calculated capacity shall be not less than 95 % of the rated capacity (95 % C_5 Ah). Five cycles are permitted, to meet the requirement if necessary.

5.2 Vibration test

This test simulates transportation conditions and may be performed in transport packaging.

This test is to evaluate the ability of a battery to deliver the specified capacity following mechanical vibration. The test shall be carried out in accordance with IEC 60068-2-6.

Step 1 – The battery shall be charged in accordance with 4.1.

Step 2 – The battery shall be stored, in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, for not less than 1 h and not more than 4 h.

Step 3 – The battery shall be subjected to a simple harmonic motion with an amplitude of 0,8 mm (1,6 mm total maximum excursion). The frequency of the harmonic motion shall be increased and decreased at a rate of $1\text{ Hz} \pm 0,055\text{ Hz/min}$ between limits of 10 Hz and 55 Hz. The battery shall be tested in three mutually perpendicular directions unless the battery has only two axes of symmetry in which case only two directions shall be tested. Batteries shall be tested in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

Step 4 – The battery shall be discharged, in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, at a constant current of $0,2 I_A$, until the battery voltage is less than or equal to the specified end-of-discharge voltage.

Step 5 – The capacity (Ah) released during step 4 shall be calculated at the end-of-discharge.

The calculated capacity shall be not less than 95 % of the rated capacity (95 % C_5 Ah). Five cycles are permitted to meet this requirement, if necessary.

6 Evaluation de la sécurité

Les essais relatifs à la sécurité sont classés en deux groupes:

- a) essais d'évaluation en utilisation normale;
- b) essais d'évaluation en utilisation abusive (raisonnablement prévisible).

Chaque groupe est divisé en trois catégories: essais électriques, essais mécaniques et essais d'environnement. Les méthodes d'essais et les exigences sont décrites ci-après.

Le programme des essais d'évaluation en utilisation normale est décrit en 6.1 et est résumé dans le tableau 2.

Le programme des essais d'évaluation en utilisation abusive prévisible est décrit en 6.2 et est résumé dans le tableau 3.

La taille des échantillons et les séquences des essais sont définies dans le tableau 4.

Les batteries neuves déjà soumises à un certain nombre de cycles mentionnées dans les tableaux 4 et 7 sont définies comme suit:

- a) batteries neuves: batteries constituées d'éléments neufs tels que définis en 1.3.10 et chargées conformément à 4.1.
- b) batteries cyclées: batteries ayant été soumises à l'essai d'endurance en cycles conformément à 4.5, et ayant subi un nombre de cycles égal à 25 % du nombre de cycles déclaré par le fabricant.

Sauf spécification contraire, tous les essais doivent être effectués sur des batteries chargées, conformément à 4.1, et ces batteries doivent être mises en essai dans les sept jours qui suivent la charge.

Mise en garde: IL FAUT OPERER AVEC UNE TRES GRANDE PRUDENCE LORS DE CES ESSAIS. LES BATTERIES DOIVENT ETRE ESSAYEES INDIVIDUELLEMENT ET IL CONVIENT DE NE PAS OUBLIER QUE LES BATTERIES QUI N'ARRIVENT PAS A SATISFAIRE A L'EXIGENCE PEUVENT ECLATER, EMETTRE DES GAZ ENFLAMMES OU PRENDRE FEU, MEME APRES COUPURE DU COURANT. POUR CETTE RAISON LES ESSAIS DOIVENT ETRE EFFECTUES DANS UNE ENCEINTE DE PROTECTION POURVUE D'UNE VENTILATION.

6 Safety evaluation

The safety evaluation tests fall into two groups:

- a) intended use evaluation tests;
- b) reasonably foreseeable misuse evaluation tests.

Each group of tests is divided into three categories: electrical, mechanical and environmental tests. The test procedures and acceptance criteria are described below.

The intended use simulation testing programme is described in 6.1 and is summarized in table 2.

The reasonably foreseeable misuse simulation testing programme is described in 6.2 and is summarized in table 3.

Sample sizes and the sequence of tests are given in table 4.

New and cycled batteries in tables 4 and 7 are defined as follows:

- a) new batteries: batteries made of new cells as defined in 1.3.10 and charged in accordance with 4.1.
- b) cycled batteries: batteries cycled in accordance with 4.5 for 25 % of the cycle life declared by the manufacturer.

Unless otherwise specified, all tests shall use batteries charged in accordance with 4.1 and these batteries shall be tested within seven days of the charge.

Warning: EXTREME CAUTION SHALL BE EXERCISED WHEN CARRYING OUT THESE TESTS. BATTERIES SHALL BE TESTED INDIVIDUALLY AND IT SHOULD BE NOTED THAT BATTERIES FAILING TO MEET THE REQUIREMENTS COULD DISRUPT WITH EXPLOSIVE FORCE, VENT, CATCH FIRE, EVEN AFTER THE BATTERY HAS BEEN DISCONNECTED FROM THE CHARGE CURRENT.

FOR THIS REASON, THE TESTS SHALL BE CARRIED OUT IN A PROTECTIVE CHAMBER PROVIDED WITH VENTILATION.

6.1 Essais de simulation en utilisation normale

Tableau 2 – Programme d'essais de simulation en utilisation normale

Essais électriques	Essais mécaniques	Essais d'environnement
Charge continue Décharge forcée/surcharge	Chocs Vibrations	Choc thermique Simulation d'altitude (basse pression) Contraintes de moulage

6.1.1 Essais électriques

6.1.1.1 Essai de charge continue

Cet essai a pour but d'évaluer l'aptitude de la batterie à supporter une charge continue de longue durée.

6.1.1.1.1 Méthode d'essai

Une batterie, déchargée conformément à 4.1, doit être chargée, à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, en utilisant la méthode déclarée par le fabricant. Ensuite la batterie doit être maintenue à la tension de fin de charge spécifiée pendant une période totale de 28 jours.

6.1.1.1.2 Critères d'acceptation

Les critères d'acceptation sont: ni fuite, ni trace visible de perte d'électrolyte, ni émission de gaz, ni explosion, ni feu.

6.1.1.2 Essai de décharge forcée/surcharge

Cet essai a pour but d'évaluer l'aptitude de la batterie à supporter une succession de décharges forcées et de surcharges.

6.1.1.2.1 Méthode d'essai

Etape 1 – La batterie doit être chargée conformément à 4.1.

Etape 2 – La batterie doit être déchargée, à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, à un courant constant de $0,2\text{ I}_A$, jusqu'à ce que le circuit de contrôle de la batterie arrête la décharge ou jusqu'à ce que la tension de la batterie atteigne 0,0 V.

Etape 3 – La batterie doit être chargée, à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, au courant de charge recommandé et jusqu'à la tension de fin de charge recommandée, pendant 12 h.

Les étapes 2 et 3 doivent être répétées 30 fois.

6.1.1.2.2 Critères d'acceptation

Les critères d'acceptation sont: ni fuite, ni trace visible de perte d'électrolyte, ni émission de gaz, ni explosion, ni feu.

6.1 Intended use simulation tests

Table 2 – Intended use simulation testing programme

Electrical test	Mechanical test	Environmental test
Continuous charge Overdischarge/Overcharge	Shock Vibration	Thermal shock Altitude simulation (low pressure) Mould stress

6.1.1 Electrical test

6.1.1.1 Continuous charge test

This test is to evaluate the ability of a battery to withstand continuous charging for an extended time period.

6.1.1.1.1 Test Procedure

A battery discharged in accordance with 4.1, shall be charged, in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, using the method declared by the manufacturer, then it shall be held at the specified end-of-charge voltage for a total period of 28 days.

6.1.1.1.2 Acceptance criteria

The acceptance criteria are: no leakage, no visible evidence of electrolyte loss, no venting, no explosion and no fire.

6.1.1.2 Overdischarge/Overcharge test

This test is to evaluate the ability of a battery to withstand repeated overdischarge/overcharge.

6.1.1.2.1 Test procedure

Step 1 – The battery shall be charged in accordance with 4.1.

Step 2 – The battery shall be discharged, in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, at a constant current of $0,2\text{ }I_t\text{A}$ until the battery circuitry terminates discharge or to a final voltage of $0,0\text{ V}$.

Step 3 – The battery shall be charged, in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, at the recommended charge current and to the recommended end-of-charge voltage for a period of 12 h.

Step 2 and step 3 shall be repeated 30 times.

6.1.1.2.2 Acceptance criteria

The acceptance criteria are: no leakage, no visible evidence of electrolyte loss, no venting, no explosion and no fire.

6.1.2 Essais mécaniques

6.1.2.1 Essai de chocs

Cet essai a pour but d'évaluer l'aptitude d'une batterie à supporter des chocs au moyen d'un essai de chocs et d'un essai de forte accélération conformément à la CEI 60068-2-27.

6.1.2.1.1 Méthode d'essai

La batterie doit être fixée à la machine d'essai au moyen d'un montage rigide qui supporte toutes les surfaces de montage de la batterie. La batterie doit être soumise à un total de trois chocs d'égale amplitude. Les chocs doivent être appliqués dans chacune des trois directions mutuellement perpendiculaires, à moins que l'élément n'ait que deux axes de symétrie, auquel cas il ne faut le soumettre à l'essai que dans deux directions.

Chaque choc doit être appliqué selon une direction perpendiculaire à la face de la batterie. Pour chacun des chocs, l'élément doit être accéléré de telle manière que l'accélération moyenne minimale, au cours des 3 ms initiales, soit de $75 g_n$ (où g_n est l'accélération locale due à la gravité). L'accélération de crête doit être comprise entre $125 g_n$ et $175 g_n$. La forme des impulsions doit être en demi-sinus. La batterie doit être soumise à l'essai à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

6.1.2.1.2 Critères d'acceptation

Les critères d'acceptation sont: ni fuite, ni trace visible de perte d'électrolyte, ni émission de gaz, ni explosion, ni feu.

6.1.2.2 Essai de vibrations

Cet essai a pour but d'évaluer l'aptitude d'une batterie à supporter des vibrations mécaniques en la soumettant à un essai de vibrations effectué conformément à la CEI 60068-2-6.

6.1.2.2.1 Méthode d'essai

La batterie doit être soumise à un mouvement harmonique simple d'amplitude 0,8 mm (excursion maximale totale de 1,6 mm). La fréquence du mouvement harmonique doit être augmentée et diminuée, à un taux de $1\text{ Hz} \pm 0,055\text{ Hz/min}$, dans des limites comprises entre 10 Hz et 55 Hz. Les vibrations doivent être appliquées dans chacune des trois directions mutuellement perpendiculaires, à moins que la batterie ne possède que deux axes de symétrie, auquel cas il ne faut la soumettre à l'essai que dans deux directions. Les batteries doivent être soumises à l'essai à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

6.1.2.2.2 Critères d'acceptation

Les critères d'acceptation sont: ni fuite, ni trace visible de perte d'électrolyte, ni émission de gaz, ni explosion, ni feu.

6.1.3 Essais d'environnement

6.1.3.1 Choc thermique

Les chocs thermiques provoquent des contraintes mécaniques considérables sur les constituants de la batterie et se produisent lorsqu'une batterie est soumise à de brusques variations de température de grande amplitude. Cet essai a pour but d'évaluer l'aptitude de la batterie à supporter des chocs thermiques en faisant varier la température de stockage d'une batterie entre des limites maximale et minimale.

6.1.2 Mechanical tests

6.1.2.1 Shock test

This test is to evaluate the ability of a battery to withstand mechanical shock by performing a shock test and a high acceleration test carried out in accordance with IEC 60068-2-27.

6.1.2.1.1 Test procedure

The battery shall be secured to the testing machine by means of a rigid mount which will support all mounting surfaces of the battery. The battery shall be subjected to a total of three shocks of equal magnitude. The shocks shall be applied in each of three mutually perpendicular directions unless the battery has only two axes of symmetry in which case only two directions shall be tested.

Each shock shall be applied in a direction perpendicular to the face of the battery. For each shock, the battery shall be accelerated in such a manner that during the initial 3 ms the minimum average acceleration is $75 g_n$ (where g_n is the local acceleration due to gravity). The peak acceleration shall be between $125 g_n$ and $175 g_n$. The waveform shall be half-sine. Batteries shall be tested in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

6.1.2.1.2 Acceptance criteria

The acceptance criteria are: no leakage, no visible evidence of electrolyte loss, no venting, no explosion and no fire.

6.1.2.2 Vibration test

This test is to evaluate the ability of a battery to withstand mechanical vibration by performing a vibration test carried out in accordance with IEC 60068-2-6.

6.1.2.2.1 Test procedure

The battery shall be subjected to a simple harmonic motion with an amplitude of 0,8 mm (1,6 mm total maximum excursion). The frequency of the harmonic motion shall be increased and decreased at a rate of $1\text{ Hz} \pm 0,055\text{ Hz/min}$ between limits of 10 Hz and 55 Hz. The battery shall be tested in three mutually perpendicular directions unless it has only two axes of symmetry in which case only two directions shall be tested. Batteries shall be tested in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

6.1.2.2.2 Acceptance criteria

The acceptance criteria are: no leakage, no visible evidence of electrolyte loss, no venting, no explosion, and no fire.

6.1.3 Environmental tests

6.1.3.1 Thermal shock

Thermal shock causes considerable mechanical stress on battery hardware and occurs when a battery undergoes very large and rapid temperature changes. This test is to evaluate the ability of a battery to withstand thermal shock by varying the storage temperature of a battery between upper and lower limits.

6.1.3.1.1 Méthode d'essai

La batterie est placée, à une température ambiante de $75\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, pendant 48 h, puis transférée en moins de 5 min à une température de $-20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, où elle est maintenue pendant 6 h, puis placée à nouveau pendant au moins 24 h à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

6.1.3.1.2 Critères d'acceptation

Les critères d'acceptation sont: ni fuite, ni trace visible de perte d'électrolyte, ni émission de gaz, ni explosion, ni feu

6.1.3.2 Essai de simulation d'altitude (basse pression)

L'exposition d'une batterie à des basses pressions ambiantes crée des contraintes sur les composants mécaniques de la batterie et peut entraîner des fuites d'électrolyte. Cet essai a pour but d'évaluer l'aptitude d'une batterie à supporter des basses pressions ambiantes. Cet essai simule une altitude de 15 240 m.

6.1.3.2.1 Méthode d'essai

La batterie doit être placée, à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, dans une enceinte à vide dont la pression est abaissée à une valeur égale ou inférieure à 11,6 kPa, et maintenue à cette pression pendant 6 h.

6.1.3.2.2 Critères d'acceptation

Les critères d'acceptation sont: ni fuite, ni trace visible de perte d'électrolyte, ni émission de gaz, ni explosion, ni feu.

6.1.3.3 Essai de tenue des contraintes de moulage à haute température

Cet essai a pour but d'évaluer les effets des températures élevées sur une batterie. Les batteries sont exposées à une température modérément élevée.

6.1.3.3.1 Méthode d'essai

La batterie doit être placée dans une étuve à circulation d'air forcée maintenue à une température uniforme de $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. Les batteries sont maintenues dans l'étuve pendant 7 h. On les enlève de l'étuve et on les laisse revenir à la température ambiante pour examen.

6.1.3.3.2 Critères d'acceptation

Les critères d'acceptation sont: ni déformation au-delà des dimensions spécifiées pour la batterie, ni dommage mécanique évident (composant interne apparent ou fuite d'électrolyte).

6.2 Essais de simulation en utilisation abusive prévisible

Tableau 3 – Programme d'essais de simulation en utilisation abusive prévisible

Essais électriques	Essais mécaniques	Essais d'environnement
Court-circuit	Ecrasement	Exposition à la chaleur
Surcharge (simulation d'un chargeur défectueux ou mal adapté)	Chute libre	

6.1.3.1.1 Test procedure

The battery is stored, in an ambient temperature of $75\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, for 48 h, moved to a temperature of $-20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ within 5 min and stored for 6 h, followed by storage for at least 24 h in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

6.1.3.1.2 Acceptance criteria

The acceptance criteria are: no leakage, no visible evidence of electrolyte loss, no venting, no explosion and no fire.

6.1.3.2 Altitude simulation (low pressure) test

Exposing a battery to low ambient pressure places stress on mechanical components and may cause electrolyte leakage. This test is to evaluate the ability of a battery to withstand low ambient pressure. This test simulates an altitude of 15 240 m.

6.1.3.2.1 Test procedure

The battery shall be placed, in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, in a vacuum chamber from which the air is subsequently evacuated until the pressure is equal to or less than 11,6 kPa and held at that pressure for 6 h.

6.1.3.2.2 Acceptance criteria

The acceptance criteria are: no leakage, no visible evidence of electrolyte loss, no venting, no explosion, and no fire.

6.1.3.3 Mould stress test

This test is to evaluate the effects of an elevated temperature environment on a battery. Batteries are to be exposed to a moderately high temperature.

6.1.3.3.1 Test procedure

The battery shall be placed in a full draft circulating air oven maintained at a uniform temperature of $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. The batteries are to remain in the oven for 7 h, after which they are to be removed and allowed to return to room temperature for examination.

6.1.3.3.2 Acceptance criterias

The acceptance criteria are: no distortion beyond the dimensions specified for the battery, no evidence of mechanical damage (exposure of internal components or leakage of electrolyte).

6.2 Reasonably foreseeable misuse simulation tests**Table 3 – Reasonably foreseeable misuse simulation testing programme**

Electrical tests	Mechanical tests	Environmental tests
Short circuit	Crush	Thermal exposure
Overcharge (simulation of use of an inappropriate charger or charger malfunction)	Free fall	

6.2.1 Essais électriques

6.2.1.1 Essai de court-circuit

Cet essai a pour but d'évaluer l'aptitude d'une batterie à supporter un court-circuit.

6.2.1.1.1 Méthode d'essai

La batterie doit être mise en court-circuit à l'aide d'une résistance externe totale d'une valeur inférieure à 50 mΩ. L'essai doit être effectué à une température ambiante de 20 °C ± 5 °C. L'essai doit continuer jusqu'à ce que la tension de la batterie tombe en dessous de 0,1 V ou que le circuit électronique du système de limitation du courant arrête la décharge, et que la température du boîtier de la batterie soit revenue à la température ambiante d'origine, à 10 °C près.

6.2.1.1.2 Critères d'acceptation

Les critères d'acceptation sont: ni explosion ni feu. La température extérieure de l'élément ne doit pas excéder 150 °C.

6.2.1.2 Essai de surcharge (simulation d'utilisation d'un chargeur inadapté ou d'un chargeur défectueux)

Cet essai a pour but d'évaluer l'aptitude d'une batterie à supporter un défaut de fonctionnement du chargeur dans le cas où la tension haute est uniquement limitée par le chargeur.

6.2.1.2.1 Méthode d'essai

Des batteries complètement chargées, conformément à 4.1, doivent être soumises à un courant excessif simulant un fonctionnement avec un chargeur défectueux.

La batterie doit être déchargée à 20 °C ± 5 °C, à un courant constant de 0,2 I_tA, jusqu'à une tension finale spécifiée et doit être soumise au courant de charge recommandé I_{REC} spécifié par le fabricant.

La durée de l'essai doit être calculée suivant la formule:

$$\text{temps(h)} = 2,5 C_5 / I_{\text{REC}}.$$

où

I_{REC} est le courant de charge recommandé, en ampères (A)

Les essais sont effectués à une température ambiante de 20 °C ± 5 °C.

6.2.1.2.2 Critères d'acceptation

Les critères d'acceptation sont: ni explosion, ni feu.

6.2.2 Essais mécaniques

6.2.2.1 Essai d'écrasement

Cet essai a pour but d'évaluer le comportement d'une batterie dans le cas où elle est écrasée dans un broyeur à ordures.

6.2.1 Electrical tests

6.2.1.1 Short-circuit test

This test is to evaluate the ability of the battery to withstand a short-circuit condition.

6.2.1.1.1 Test procedure

The battery shall be subjected to a short-circuit condition with a total external resistance of less than 50 mΩ. The test shall be conducted in an ambient temperature of 20 °C ± 5 °C. The test shall be continued until the battery voltage falls below 0,1 V or the electronic circuit or the current limiting device prevents further discharge, and the battery case temperature has returned to a value within 10 °C of the original ambient temperature.

6.2.1.1.2 Acceptance criteria

The acceptance criteria are: no explosion, no fire and the exterior temperature of the battery shall not exceed 150 °C.

6.2.1.2 Overcharge test (simulation of use of an inappropriate charger or charger malfunction)

This test is to evaluate the ability of the battery to withstand a charger malfunction where the upper voltage is only limited by the charger.

6.2.1.2.1 Test procedure

Batteries fully charged in accordance with 4.1, shall be subjected to excessive current, simulating operation with a defective charger.

The battery shall be discharged at 20 °C ± 5 °C, at a constant current of 0,2 I_t A, to a specified final voltage and shall be subjected to the recommended charge current I_{REC} specified by the manufacturer.

The duration of the test shall be calculated as:

$$\text{time (h)} = 2,5 C_5 / I_{REC}.$$

where

I_{REC} is the recommended constant current charge in amperes (A).

Tests are to be conducted in an ambient temperature of 20 °C ± 5 °C.

6.2.1.2.2 Acceptance criteria

The acceptance criteria are: no explosion and no fire.

6.2.2 Mechanical tests

6.2.2.1 Crush test

This test is to evaluate the behaviour of a battery in the event that it is crushed in a waste compactor.

6.2.2.1.1 Méthode d'essai

Des batteries complètement chargées sont soumises à une force d'écrasement modérée, en utilisant un dispositif d'écrasement capable d'appliquer une force de $1\,140\text{ N} \pm 20\text{ N}$ sur toute la surface d'essai de la batterie. La batterie doit être écrasée entre deux planches planes de bois dur d'épaisseur minimale 12,7 mm. La force est progressivement augmentée et maintenue à la valeur indiquée ci-dessus pendant 1 min.

Une batterie cylindrique ou parallélépipédique doit être écrasée, son axe longitudinal étant parallèle aux surfaces planes de la machine à écraser. Une batterie parallélépipédique doit effectuer une rotation de 90° autour de son axe longitudinal pour que le côté large comme le côté étroit soient soumis à la force d'écrasement.

6.2.2.1.2 Critères d'acceptation

Les critères d'acceptation sont: ni explosion, ni feu.

6.2.2.2 Essai de chute libre

L'impact subi par une batterie, à la suite d'une chute libre, d'une hauteur déterminée à l'avance, sur une surface dure, provoque des contraintes sur les joints des éléments et les systèmes de sécurité, ce qui peut entraîner des fuites. Cet essai a pour but d'évaluer l'aptitude de la batterie à résister à des chocs mécaniques, en effectuant un essai de chute libre conformément à la CEI 60068-2-32.

6.2.2.2.1 Méthode d'essai

Chaque batterie doit tomber six fois d'une hauteur de 1,0 m sur un plancher en bois dur. Il faut laisser tomber les batteries deux fois par face, afin de réaliser des impacts dans plusieurs positions. Les batteries doivent être essayées à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

6.2.2.2.2 Critères d'acceptation

Les critères d'acceptation sont: ni émission de gaz, ni explosion, ni feu.

6.2.3 Essais d'environnement

6.2.3.1 Essai d'exposition à la chaleur

Cet essai a pour but d'évaluer l'aptitude d'une batterie à supporter l'exposition à des températures élevées.

6.2.3.1.1 Méthode d'essai

La batterie doit être placée dans une étuve. La température de l'étuve est augmentée, à une vitesse de $5\text{ °C} \pm 2\text{ °C/min}$, jusqu'à atteindre $130\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. L'étuve doit être maintenue à $130\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ pendant 30 min.

6.2.3.1.2 Critères d'acceptation

Les critères d'acceptation sont: ni explosion ni feu.

6.2.2.1.1 Test procedure

Fully charged batteries are exposed to a moderate crushing force, using a crushing apparatus capable of applying a force of $1\,140\text{ N} \pm 20\text{ N}$, across the total test surface of the battery. The battery shall be crushed between two flat hardwood blocks with a thickness of at least 12,7 mm. The force is gradually increased and held at the value stated above for 1 min.

A cylindrical or prismatic battery shall be crushed with its longitudinal axis parallel to the flat surfaces of the crushing apparatus. A prismatic battery shall also be rotated 90° around its longitudinal axis so that both the wide and narrow sides will be subjected to the crushing force.

6.2.2.1.2 Acceptance criteria

The acceptance criteria are: no explosion and no fire.

6.2.2.2 Free fall test

Impacting of a battery on a hard surface following free fall from a predetermined height places stress on cell seals and safety devices which can cause leakage. This test is to evaluate the ability of a battery to withstand mechanical shock by performing a free fall test in accordance with IEC 60068-2-32.

6.2.2.2.1 Test procedure

Each battery shall be dropped six times from 1,0 m onto a hardwood floor. The batteries shall be dropped two times per plane when released to obtain impacts in several positions. Batteries shall be tested in an ambient temperature of $20\text{ }^\circ\text{C} \pm 5\text{ }^\circ\text{C}$.

6.2.2.2.2 Acceptance criteria

The acceptance criteria are: no venting, no explosion and no fire.

6.2.3 Environmental tests**6.2.3.1 Thermal exposure test**

This test is to evaluate the ability of a battery to withstand exposure to elevated temperatures.

6.2.3.1.1 Test procedure

The battery shall be placed in an oven. The temperature is increased at a rate of $5\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C/min}$ until the oven reaches $130\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$. The oven shall be maintained at $130\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ for 30 min.

6.2.3.1.2 Acceptance criteria

The acceptance criteria are: no explosion and no fire.

7 Procédures d'essai et conditions d'homologation

7.1 Procédures d'essai

La taille des échantillons et les procédures d'essai permettant de réaliser les essais électriques, les essais de simulation en utilisation normale, et les essais de simulation en utilisation abusive prévisible, spécifiés, respectivement à l'article 4 et en 6.1 et 6.2, sont donnés dans le tableau 4.

7.2 Conditions d'homologation

7.2.1 Dimensions

Les dimensions des batteries ne doivent pas dépasser les valeurs spécifiées par le fabricant.

7.2.2 Essais électriques

7.2.2.1 Le fabricant doit déclarer la capacité assignée de la batterie sur la base des performances établies dans les conditions spécifiées en 4.2.1. Les valeurs minimales pour satisfaire aux exigences spécifiées pour les essais électriques sont énumérées au tableau 5. Les nombres sont exprimés en pourcentage de la capacité assignée.

7.2.2.2 Afin de satisfaire aux exigences de cette norme, tous les échantillons doivent satisfaire aux critères spécifiés au tableau 5.

7.2.2.3 Si les résultats d'essai ne satisfont pas aux conditions de 7.2.2.2, l'essai peut être répété à la condition que, pour tout essai, il n'y ait pas plus d'un échantillon qui n'atteigne pas la performance spécifiée au tableau 5.

7.2.2.4 Plutôt que de répéter les essais, un fabricant peut abaisser la capacité assignée déclarée de la batterie à une valeur telle que les résultats d'essai remplissent les conditions du 7.2.2.2.

7.2.3 Essais d'évaluation en utilisation normale

La batterie doit répondre aux critères d'acceptation de chaque essai, spécifiés en 6.1.

7.2.4 Essais d'évaluation en utilisation abusive prévisible

La batterie doit répondre aux critères d'acceptation de chaque essai, spécifiés en 6.2.

7.2.5 Homologation conditionnelle

Une batterie peut être homologuée sous condition avant l'achèvement de l'essai de restitution de capacité après stockage (voir 4.4) et de l'essai d'endurance en cycles (voir 4.5) si

- a) 20 % des cycles exigés à l'essai d'endurance ont été réalisés, et la capacité restituée au cours de l'étape 2 reste supérieure à 85 % de la capacité assignée, et
- b) les exigences de tous les autres essais spécifiés aux articles 4 et 5, et aux paragraphes 6.1 et 6.2 ont été satisfaites.

7 Test protocol and conditions for type approval

7.1 Test protocol

The sample size and protocol for conducting the electrical tests, mechanical tests, intended use simulation tests and reasonably foreseeable misuse simulation tests, specified respectively in clause 4, subclauses 6.1 and 6.2, are given in table 4.

7.2 Conditions for type approval

7.2.1 Dimensions

The dimensions of the battery shall not exceed the manufacturers' specified values.

7.2.2 Electrical tests

7.2.2.1 The manufacturer shall declare the rated capacity of the battery based on its performance under the conditions specified in 4.2.1. The minimum levels for meeting the requirements of the electrical tests are listed in table 5. The numbers are expressed as percentages of the rated capacity.

7.2.2.2 In order to meet the requirements of this standard, all samples shall meet the performance specified in table 5.

7.2.2.3 If the test results do not meet the conditions of 7.2.2.2, the test can be repeated, provided that, on any test, no more than one sample does not reach the performance specified in table 5.

7.2.2.4 As an alternative to repeating the tests, a manufacturer may lower the declared rated capacity of the battery to a value so that the test results meet the conditions of 7.2.2.2

7.2.3 Intended use simulation tests

The battery shall meet the acceptance criteria for each test specified in 6.1.

7.2.4 Reasonably foreseeable misuse simulation tests

The battery shall meet the acceptance criteria for each test specified in 6.2.

7.2.5 Conditional type approval

The battery can be considered conditionally type approved prior to the completion of the charge (capacity) recovery after storage test (see 4.4) and the endurance in cycles test (see 4.5) if:

- a) 20 % of the required cycles of the endurance test have been completed with the capacity released during step 2 remaining above 85 % of the rated capacity, and
- b) the requirements of all the other tests specified in clauses 4 and 5 and in subclauses 6.1 and 6.2 have been achieved.

Tableau 4 – Taille des échantillons et séquence d'essais

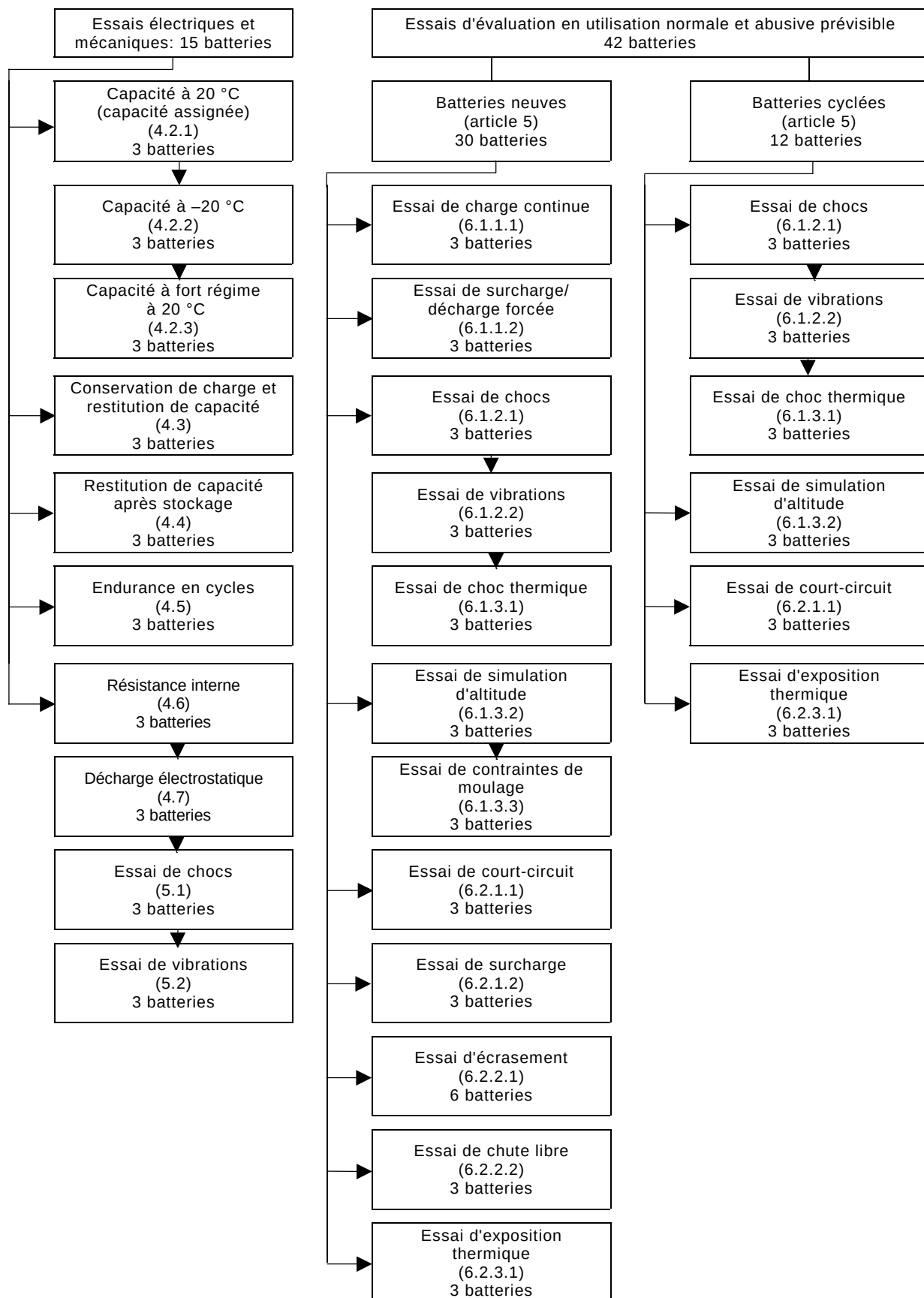


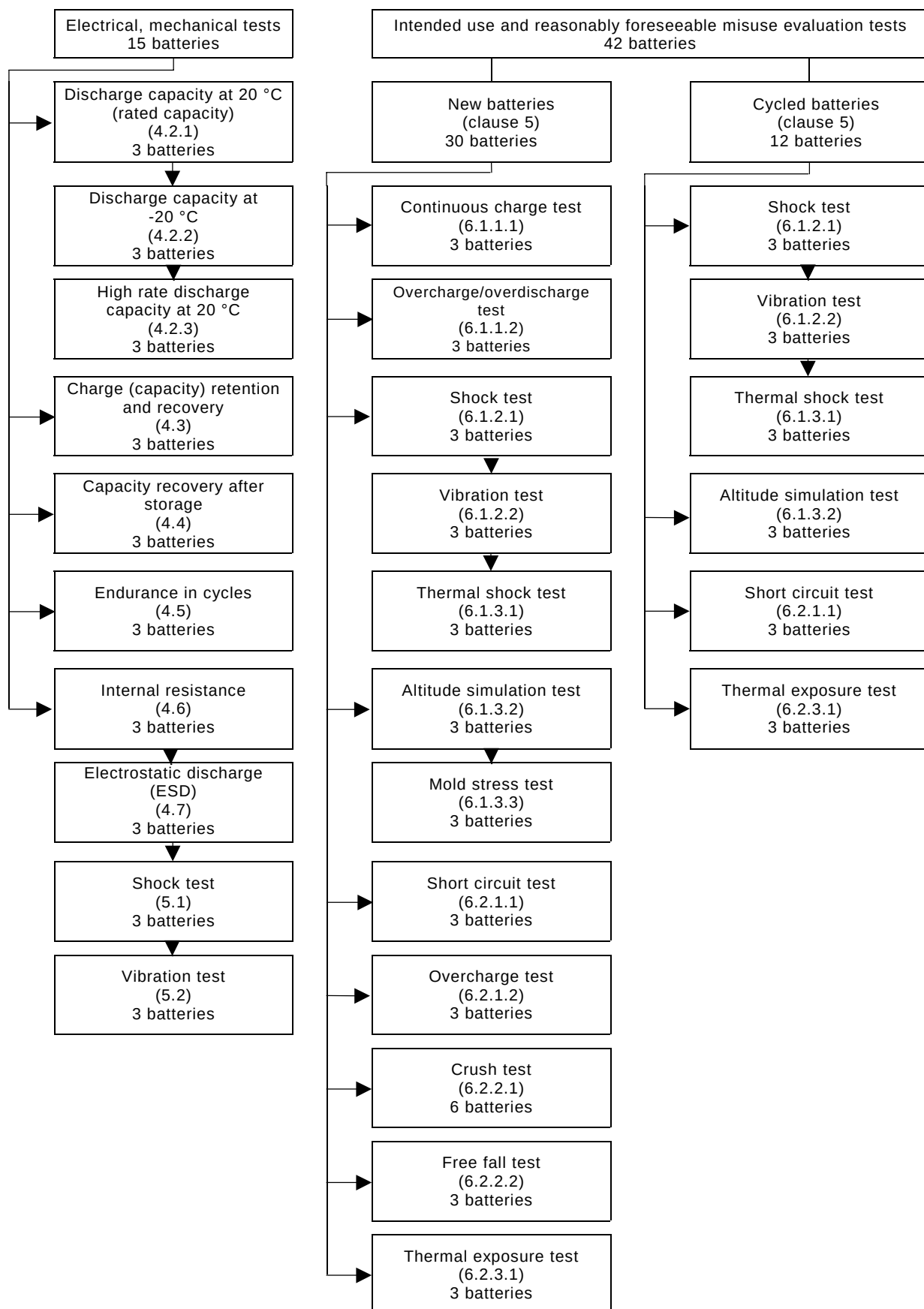
Table 4 – Sample sizes and sequence of tests

Tableau 5 – Exigences minimales pour chaque type de batterie normalisée d'accumulateur au lithium

Paramètre	Article de référence	Critère d'acceptation
Exigences de performance (exprimées en pourcentage de la capacité assignée)	4	
Capacité à 20 °C ± 5 °C (capacité assignée)	4.2.1	100 % C ₅ Ah
Capacité à –20 °C ± 2 °C	4.2.2	30 % C ₅ Ah
Capacité à fort régime à 20 °C ± 5 °C	4.2.3	60 % C ₅ Ah
Conservation de charge	4.3	60 % C ₅ Ah
Restitution de capacité	4.3	85 % C ₅ Ah
Restitution de capacité après stockage	4.4	50 % C ₅ Ah
Endurance en cycles	4.5	300 cycles
Décharge électrostatique	4.7	Opérationnel
Essai de chocs	5.1	95 %
Essai de vibrations	5.2	95 %
Critères d'acceptation pour les essais en utilisation normale	6.1	Enumérés dans le texte
Critères d'acceptation pour les essais en utilisation abusive prévisible	6.2	Enumérés dans le texte

8 Essais de transport (non utilisation)

Les essais de transport constituent un sous-ensemble des essais électriques, mécaniques et d'environnement de 6.1. Ces essais peuvent être réalisés indépendamment, conformément au tableau 7 du programme d'essai.

En variante, lorsque l'on réalise le programme complet des essais de simulation en utilisation normale et des essais de simulation en utilisation abusive prévisible, les résultats de l'essai de chocs (voir 6.1.2.1), de l'essai de vibrations (voir 6.1.2.2), de l'essai de choc thermique (voir 6.1.3.1), de l'essai de simulation d'altitude (voir 6.1.3.2) et de l'essai de court-circuit (voir 6.2.1.1) peuvent être utilisés pour satisfaire aux exigences du tableau 7.

Les essais de transport ont pour but d'évaluer l'aptitude des batteries à supporter les conditions mécaniques et d'environnement rencontrées lors de l'expédition.

Le programme d'essais de transport est décrit en 8.1 et il est résumé dans le tableau 6.

Les batteries doivent, avant la première expédition, satisfaire aux critères d'acceptation des essais précisés au tableau 6.

Tableau 6 – Essais de transport

Essais d'environnement	Essais mécaniques	Essais électriques
Choc thermique	Chocs	Court-circuit
Simulation d'altitude (basse pression)	Vibrations	

Table 5 – Minimum requirements for each type of standard secondary lithium batteries

Parameter	Reference clause	Acceptance criteria
Performance requirements (expressed as a percentage of the rated capacity)	4	
Capacity at 20 °C ± 5 °C (rated capacity)	4.2.1	100 % C ₅ Ah
Capacity at –20 °C ± 2 °C	4.2.2	30 % C ₅ Ah
High rate discharge capacity at 20 °C ± 5 °C	4.2.3	60 % C ₅ Ah
Charge (capacity) retention	4.3	60 % C ₅ Ah
Charge (capacity) recovery	4.3	85 % C ₅ Ah
Capacity recovery after storage	4.4	50 % C ₅ Ah
Endurance in cycles	4.5	300 cycles
Electrostatic discharge	4.7	Operational
Shock test	5.1	95 %
Vibration	5.2	95 %
Acceptance criteria of intended use tests	6.1	Listed in text
Acceptance criteria of reasonably foreseeable misuse tests	6.2	Listed in text

8 Transportation tests (non-use)

Transportation tests are a subset of the electrical, mechanical and environmental tests in 6.1. These tests may be performed independently as shown in table 7 of the test protocol.

Alternatively, when performing the complete intended use simulation test programme and reasonably foreseeable misuse test programme, results from the shock test (see 6.1.2.1), vibration test (see 6.1.2.2), thermal shock test (see 6.1.3.1), altitude simulation test (see 6.1.3.2) and short-circuit test (see 6.2.1.1), can be used to satisfy the requirements in table 7.

The transportation tests are to evaluate the ability of a battery to withstand the mechanical and environmental conditions encountered during shipment.

The transportation test programme is described in section 8.1 and is summarized in table 6.

Batteries shall pass the tests listed in table 6 prior to the first shipment.

Table 6 – Transportation tests

Environmental tests	Mechanical tests	Electrical tests
Thermal shock	Shock	Short circuit
Altitude simulation (low pressure)	Vibration	

8.1 Essais de transport

8.1.1 Essais mécaniques

8.1.1.1 Essai de chocs

Cet essai est réalisé conformément à 6.1.2.1.

8.1.1.2 Essai de vibrations

Cet essai est réalisé conformément à 6.1.2.2.

8.1.2 Essais d'environnement

8.1.2.1 Choc thermique

Cet essai est réalisé conformément à 6.1.3.1.

8.1.2.2 Simulation d'altitude

Cet essai est réalisé conformément à 6.1.3.2.

Les batteries doivent satisfaire aux critères d'acceptation précisés pour chaque essai, conformément à 6.1.

8.1.3 Essai électrique

8.1.3.1 Essai de court-circuit

L'essai est réalisé conformément à 6.2.1.1.

Les batteries doivent satisfaire aux critères d'acceptation de l'essai, conformément à 6.2.1.1.2.

8.1 Transportation tests

8.1.1 Mechanical tests

8.1.1.1 Shock test

This test is performed in accordance with 6.1.2.1.

8.1.1.2 Vibration test

This test is performed in accordance with 6.1.2.2.

8.1.2 Environmental tests

8.1.2.1 Thermal shock

The test is run in accordance with 6.1.3.1.

8.1.2.2 Altitude simulation

The test is run in accordance with 6.1.3.2.

The batteries shall meet the acceptance criteria for each test as specified in 6.1.

8.1.3 Electrical test

8.1.3.1 Short circuit test

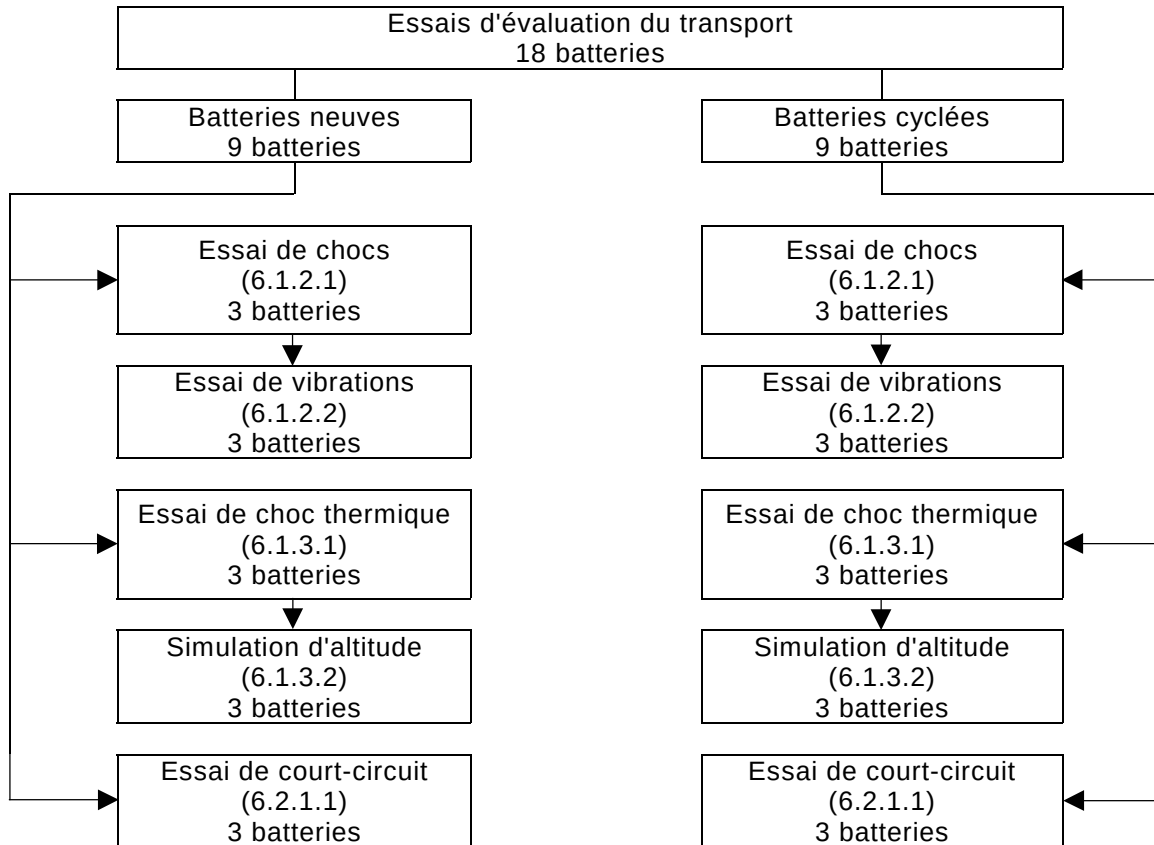
This test is performed in accordance with 6.2.1.1.

The batteries shall meet the acceptance criteria for the test as specified in 6.2.1.1.2.

8.2 Procédure d'essai

La taille des échantillons et la séquence des essais pour effectuer les essais d'évaluation de transport sont données au tableau 7

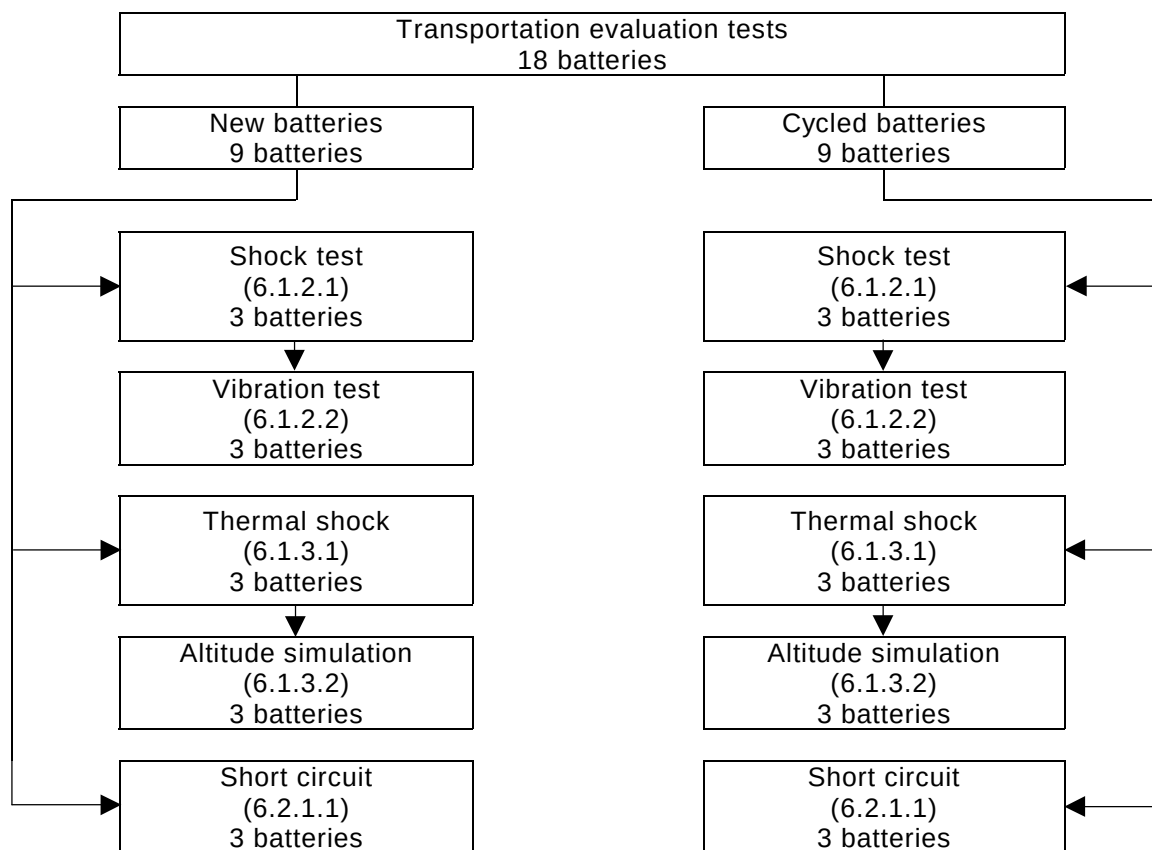
Tableau 7 – Diagramme d'essais



8.2 Test protocol

The sample size and test sequence for conducting the transportation evaluation tests are given in table 7.

Table 7 – Test chart



Annexe A **(informative)**

Autres exigences liées au transport

Il est nécessaire que les batteries soient emballées conformément aux réglementations IATA et IMO relatives aux marchandises dangereuses.

De plus, les règles concernant le transport international des accumulateurs au lithium sont incluses dans les recommandations du Comité des Experts des Nations Unies sur le transport des marchandises dangereuses.

Les réglementations applicables au transport sont sujettes à modifications. Pour le transport des accumulateurs au lithium, il est nécessaire de se référer aux éditions les plus récentes des règlements suivants:

a) Transport aérien

Les règlements concernant le transport aérien des accumulateurs au lithium sont spécifiés dans l'instruction technique de l'ICAO (Organisation de l'Aviation Civile Internationale) et dans la DGR (Règlement pour le transport des marchandises dangereuses) édité annuellement par l'IATA (Association du Transport Aérien International).

b) Transport maritime

Les règlements concernant le transport maritime des accumulateurs au lithium sont spécifiés dans le code IMDG (International Maritime Dangerous Goods) de l'IMO (Organisation Maritime Internationale).

c) Transport terrestre

Il n'existe pas de règlements internationaux concernant le transport terrestre des accumulateurs au lithium. Des règles spécifiques peuvent être définies localement.

Annex A (informative)

Other transportation requirements

The batteries must be packaged in accordance with IATA or IMO dangerous goods regulations.

In addition, rules concerning international transportation of secondary lithium batteries are included in the recommendations of United Nations Committee of Experts on the transport of dangerous goods.

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

a) Air transportation

Regulations concerning air transportation of secondary lithium batteries are specified in Technical Instruction of ICAO (International Civil Aviation Organization) and in DGR (Dangerous Goods Regulation) updated yearly by IATA (International Air Transport Association).

b) Sea transportation

Regulations concerning sea transportation of secondary lithium batteries are specified in IMDG (International Maritime Dangerous Goods) code in IMO (International Maritime Organization).

c) Inland transportation

There are no international regulations concerning inland transportation of secondary lithium batteries. Specific regulations may be defined locally.

Bibliographie

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

CEI 60950, *Sécurité des matériels de traitement de l'information*

ISO/CEI Guide 51, *Aspects liés à la sécurité – Principes directeurs pour les inclure dans les normes*

Bibliography

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

IEC 60950, *Safety of information technology equipment*

ISO/IEC Guide 51, *Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards.*



Standards Survey

The IEC would like to offer you the best quality standards possible. To make sure that we continue to meet your needs, your feedback is essential. Would you please take a minute to answer the questions overleaf and fax them to us at +41 22 919 03 00 or mail them to the address below. Thank you!

Customer Service Centre (CSC)

International Electrotechnical Commission

3, rue de Varembé

1211 Genève 20

Switzerland

or

Fax to: **IEC/CSC** at +41 22 919 03 00

Thank you for your contribution to the standards-making process.

A Prioritaire

Nicht frankieren
Ne pas affranchir



Non affrancare
No stamp required

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Customer Service Centre (CSC)

International Electrotechnical Commission

3, rue de Varembé

1211 GENEVA 20

Switzerland



Q1 Please report on **ONE STANDARD** and **ONE STANDARD ONLY**. Enter the exact number of the standard: (e.g. 60601-1-1)

.....

Q2 Please tell us in what capacity(ies) you bought the standard (tick all that apply). I am the/a:

- purchasing agent ☐
librarian ☐
researcher ☐
design engineer ☐
safety engineer ☐
testing engineer ☐
marketing specialist ☐
other.....

Q3 I work for/in/as a:
(tick all that apply)

- manufacturing ☐
consultant ☐
government ☐
test/certification facility ☐
public utility ☐
education ☐
military ☐
other.....

Q4 This standard will be used for:
(tick all that apply)

- general reference ☐
product research ☐
product design/development ☐
specifications ☐
tenders ☐
quality assessment ☐
certification ☐
technical documentation ☐
thesis ☐
manufacturing ☐
other.....

Q5 This standard meets my needs:
(tick one)

- not at all ☐
nearly ☐
fairly well ☐
exactly ☐

Q6 If you ticked NOT AT ALL in Question 5 the reason is: (tick all that apply)

- standard is out of date ☐
standard is incomplete ☐
standard is too academic ☐
standard is too superficial ☐
title is misleading ☐
I made the wrong choice ☐
other

Q7 Please assess the standard in the following categories, using the numbers:

- (1) unacceptable,
(2) below average,
(3) average,
(4) above average,
(5) exceptional,
(6) not applicable

- timeliness.....
quality of writing.....
technical contents.....
logic of arrangement of contents
tables, charts, graphs, figures.....
other

Q8 I read/use the: (tick one)

- French text only ☐
English text only ☐
both English and French texts ☐

Q9 Please share any comment on any aspect of the IEC that you would like us to know:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....





Enquête sur les normes

La CEI ambitionne de vous offrir les meilleures normes possibles. Pour nous assurer que nous continuons à répondre à votre attente, nous avons besoin de quelques renseignements de votre part. Nous vous demandons simplement de consacrer un instant pour répondre au questionnaire ci-après et de nous le retourner par fax au +41 22 919 03 00 ou par courrier à l'adresse ci-dessous. Merci !

Centre du Service Clientèle (CSC)

Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembé

1211 Genève 20

Suisse

ou

Télécopie: **CEI/CSC** +41 22 919 03 00

Nous vous remercions de la contribution que vous voudrez bien apporter ainsi à la Normalisation Internationale.

A Prioritaire

Nicht frankieren
Ne pas affranchir



Non affrancare
No stamp required

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Centre du Service Clientèle (CSC)

Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembé

1211 GENÈVE 20

Suisse



Q1 Veuillez ne mentionner qu'**UNE SEULE NORME** et indiquer son numéro exact:
(ex. 60601-1-1)
.....

Q2 En tant qu'acheteur de cette norme,
quelle est votre fonction?
(cochez tout ce qui convient)
Je suis le/un:

agent d'un service d'achat ☐
bibliothécaire ☐
chercheur ☐
ingénieur concepteur ☐
ingénieur sécurité ☐
ingénieur d'essais ☐
spécialiste en marketing ☐
autre(s).....

Q3 Je travaille:
(cochez tout ce qui convient)

dans l'industrie ☐
comme consultant ☐
pour un gouvernement ☐
pour un organisme d'essais/
certification ☐
dans un service public ☐
dans l'enseignement ☐
comme militaire ☐
autre(s).....

Q4 Cette norme sera utilisée pour/comme
(cochez tout ce qui convient)

ouvrage de référence ☐
une recherche de produit ☐
une étude/développement de produit ☐
des spécifications ☐
des soumissions ☐
une évaluation de la qualité ☐
une certification ☐
une documentation technique ☐
une thèse ☐
la fabrication ☐
autre(s).....

Q5 Cette norme répond-elle à vos besoins:
(une seule réponse)

pas du tout ☐
à peu près ☐
assez bien ☐
parfaitement ☐

Q6 Si vous avez répondu PAS DU TOUT à
Q5, c'est pour la/les raison(s) suivantes:
(cochez tout ce qui convient)

la norme a besoin d'être révisée ☐
la norme est incomplète ☐
la norme est trop théorique ☐
la norme est trop superficielle ☐
le titre est équivoque ☐
je n'ai pas fait le bon choix ☐
autre(s)

Q7 Veuillez évaluer chacun des critères ci-
dessous en utilisant les chiffres
(1) inacceptable,
(2) au-dessous de la moyenne,
(3) moyen,
(4) au-dessus de la moyenne,
(5) exceptionnel,
(6) sans objet

publication en temps opportun
qualité de la rédaction.....
contenu technique
disposition logique du contenu
tableaux, diagrammes, graphiques,
figures
autre(s)

Q8 Je lis/utilise: (une seule réponse)

uniquement le texte français ☐
uniquement le texte anglais ☐
les textes anglais et français ☐

Q9 Veuillez nous faire part de vos
observations éventuelles sur la CEI:

.....
.....
.....
.....
.....
.....



ISBN 2-8318-5985-9



9 782831 859859

ICS 29.220.30; 29.220.99

Typeset and printed by the IEC Central Office
GENEVA, SWITZERLAND