

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61960-1

Première édition
First edition
2000-11

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

**Partie 1:
Eléments d'accumulateurs au lithium**

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

**Part 1:
Secondary lithium cells**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61960-1:2000

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**

61960-1

Première édition
First edition
2000-11

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

**Partie 1:
Eléments d'accumulateurs au lithium**

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

**Part 1:
Secondary lithium cells**

© IEC 2000 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

T

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	8
Articles	
1 Généralités	10
1.1 Domaine d'application	10
1.2 Références normatives	10
1.3 Définitions.....	12
1.4 Tolérances de mesures au niveau des paramètres	16
2 Désignation et marquage.....	16
2.1 Désignation des éléments	16
2.1.1 Eléments d'accumulateurs cylindriques au lithium	16
2.1.2 Eléments d'accumulateurs parallélépipédiques au lithium	18
2.2 Marquage.....	20
3 Types normalisés	20
4 Essais électriques	20
4.1 Mode de charge pour les essais	20
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	22
4.3 Conservation de charge et restitution de capacité.....	24
4.4 Restitution de capacité après stockage.....	24
4.5 Endurance en cycles.....	26
5 Evaluation de la sécurité	26
5.1 Essais de simulation en utilisation normale.....	28
5.1.1 Essai électrique.....	28
5.1.2 Essais mécaniques	28
5.1.3 Essais d'environnement.....	30
5.2 Essais de simulation en utilisation abusive	32
5.2.1 Essais électriques	32
5.2.2 Essais mécaniques	36
5.2.3 Essais d'environnement.....	36
6 Procédures d'essai et conditions d'homologation	38
6.1 Procédures d'essai.....	38
6.2 Conditions d'homologation	38
6.2.1 Dimensions	38
6.2.2 Essais électriques	38
6.2.3 Essais d'évaluation en utilisation normale	38
6.2.4 Essais d'évaluation en utilisation abusive.....	38
6.2.5 Homologation conditionnelle	38

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
INTRODUCTION	9
Clause	
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 Cell designation	17
2.1.1 Cylindrical secondary lithium cells	17
2.1.2 Prismatic secondary lithium cells	19
2.2 Marking.....	21
3 Standard types	21
4 Electrical tests	21
4.1 Charging procedure for test purposes	21
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	23
4.3 Charge (capacity) retention and recovery	25
4.4 Charge (capacity) recovery after storage	25
4.5 Endurance in cycles	27
5 Safety evaluation.....	27
5.1 Intended use simulation tests	29
5.1.1 Electrical test	29
5.1.2 Mechanical tests	29
5.1.3 Environmental tests.....	31
5.2 Reasonably foreseeable misuse simulation tests	33
5.2.1 Electrical tests.....	33
5.2.2 Mechanical tests	37
5.2.3 Environmental tests.....	37
6 Test protocol and conditions for type approval	39
6.1 Test protocol.....	39
6.2 Conditions for type approval.....	39
6.2.1 Dimensions	39
6.2.2 Electrical tests.....	39
6.2.3 Intended use simulation tests	39
6.2.4 Reasonably foreseeable misuse simulation tests	39
6.2.5 Conditional type approval	39

Articles	Pages
7 Essais de transport (non utilisation)	42
7.1 Essais de transport	44
7.1.1 Essais mécaniques	44
7.1.2 Essais d'environnement.....	44
7.1.3 Essai électrique.....	44
7.2 Procédure d'essai	44
Annexe A (informative) Autres exigences liées au transport	46
Bibliographie	48

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61960-1:2000

Without watermark

Clause	Page
7 Transportation tests (non-use).....	43
7.1 Transportation tests	45
7.1.1 Mechanical tests	45
7.1.2 Environmental tests.....	45
7.1.3 Electrical test	45
7.2 Test protocol.....	45
Annex A (informative) Other transportation requirements	47
Bibliography	49

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61960-1:2000

Without 2M

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 1: Éléments d'accumulateurs au lithium

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique 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 61960-1 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/283/FDIS	21A/294/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 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.

Le contenu du corrigendum de février 2002 a été pris en considération dans cet exemplaire.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SECONDARY LITHIUM CELLS AND BATTERIES FOR
PORTABLE APPLICATIONS –****Part 1: Secondary lithium cells**

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 61960-1 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/283/FDIS	21A/294/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 content 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.

The contents of the corrigendum of February 2002 have been included in this copy.

INTRODUCTION

Les récents progrès de l'industrie, dans le domaine des accumulateurs au lithium, ont entraîné le passage du stade de la 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 éléments d'accumulateurs individuels au lithium. La Partie 2 de la CEI 61960 couvre les batteries d'accumulateurs au lithium et doit être utilisée conjointement à la présente partie.

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

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

Depuis toujours, 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 antérieurement dans les normes d'accumulateurs alcalins.

Il a été remarqué que cette méthode d'expression des courants est 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 cells. Part 2 of IEC 61960 covers secondary lithium batteries and should be used in conjunction with this part.

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

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

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.

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

Partie 1: Eléments 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 éléments d'accumulateurs au lithium.

L'objectif de la présente norme est de fournir aux acheteurs d'éléments 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 différents éléments d'accumulateurs au lithium proposés 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 éléments disponibles dans le commerce via la spécification déclarée et donc de sélectionner l'élément le mieux adapté 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 d'éléments 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 batteries d'accumulateurs au lithium, qui font l'objet de la CEI 61960-2.

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 Norme internationale. 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 Norme internationale 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 et 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)*

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

SECONDARY LITHIUM CELLS AND BATTERIES FOR PORTABLE APPLICATIONS –

Part 1: Secondary lithium cells

1 General

1.1 Scope

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

The objective of this standard is to provide the purchasers of secondary lithium cells with a set of criteria with which they can judge the performance and safety of various secondary lithium cells 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 cells via the declared specification and thus be able to select the cell best suited for their intended application.

This standard covers secondary lithium cells with a range of chemistries. Each electrochemical couple has a characteristic voltage range over which it releases its electrical capacity, 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 batteries which are covered in IEC 61960-2.

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this International Standard 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, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*

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

CEI 60068-2-32, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Ed: Chute libre (méthode 1)*

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

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

CEI 61960-2, *Eléments et batteries d'accumulateurs au lithium pour applications portables – Partie 2: Batteries d'accumulateurs au lithium*¹⁾

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

recupération 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

1.3.7

feu

il y a feu lorsque des flammes sortent de l'accumulateur

¹⁾ A publier.

IEC 60068-2-32, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ed: Free Fall (Procedure 1)*

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

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 61960-2, *Secondary lithium cells and batteries for portable applications – Part 2: Secondary lithium batteries* ¹⁾

1.3 Definitions

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

fire

the emission of flames

¹⁾ To be published.

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, 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.

NOTE 2 La tension nominale d'une batterie 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 un régime de décharge de $0,2 I_t$ A jusqu'à la tension finale, à 20 °C 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 élément 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

1.3.15

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

émission de gaz

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

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 manufacturer's 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

NOTE 1 The nominal voltages of secondary lithium cells are given in table 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_r Ah (ampere hours) declared by the manufacturer, which a single cell or battery can deliver when discharged at the reference test current of 0,2 I_t A to a specified final voltage at 20 °C 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**secondary lithium cell**

secondary single cell whose electrical capacity is derived from the oxidation and the reduction of lithium, but is 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 Tolérances de mesures au niveau des paramètres

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

- a) ± 1 % pour la tension;
- b) ± 1 % pour le courant;
- c) ± 1 % pour la capacité;
- d) ± 2 °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 éléments

2.1.1 Éléments d'accumulateurs cylindriques au lithium

Les éléments d'accumulateurs cylindriques au lithium doivent être désignés par trois lettres suivies de cinq chiffres.

La première lettre doit indiquer le type d'électrode négative utilisée dans l'élément. 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.

La troisième lettre doit indiquer la forme de l'élément. La lettre R définit un élément cylindrique.

Les deux chiffres qui suivent les trois lettres citées ci-dessus doivent indiquer le diamètre de l'élément, exprimé en millimètres, arrondis au nombre entier immédiatement supérieur.

Les trois chiffres qui suivent les trois lettres et les deux chiffres cités plus haut doivent indiquer la hauteur hors tout de l'élément, exprimée en dixièmes de millimètres, arrondis 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.

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 Cell designation

2.1.1 Cylindrical secondary lithium cells

Cylindrical secondary lithium cells shall be designated by three letters followed by five figures.

The first letter shall indicate the negative electrode system employed by the cell. 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 the shape of the cell. The letter R defines a cylindrical (round) cell.

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

The three figures that follow the three letters and the two figures described above shall indicate the overall height of the cell, expressed in tenths of 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.

Exemples:

- a) Un élément désigné ICR18650 est un élément d'accumulateur cylindrique au lithium, Li-ion, avec une électrode positive à base de cobalt, d'un diamètre approximatif de 18 mm et d'une hauteur approximative de 65 mm.
- b) Un élément désigné ICR20/1050 est un élément d'accumulateur cylindrique au lithium, Li-ion, avec une électrode positive à base de cobalt, d'un diamètre approximatif de 20 mm et d'une hauteur approximative de 105 mm.

2.1.2 Eléments d'accumulateurs parallélépipédiques au lithium

Les éléments d'accumulateurs parallélépipédiques au lithium doivent être désignés par trois lettres suivies de six chiffres.

La première lettre doit indiquer le type d'électrode négative utilisée dans l'élément. 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.

La troisième lettre doit indiquer la forme de l'élément. La lettre P définit un élément parallélépipédique.

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

Les deux chiffres qui suivent les trois lettres et les deux chiffres cités plus haut doivent indiquer la largeur de l'élément, exprimée en millimètres, arrondis au nombre entier immédiatement supérieur.

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 l'élément, exprimée en millimètres, arrondis 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, en dessous de 1 mm, exprimé en dixièmes de millimètres, arrondis au nombre entier immédiatement supérieur.

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

Exemples:

- a) Un élément désigné ICP083448 est un élément d'accumulateur parallélépipédique au lithium, Li-ion, à cathode à base de cobalt, d'une épaisseur approximative de 8 mm, d'une largeur approximative de 34 mm, et d'une hauteur approximative de 48 mm.
- b) Un élément désigné ICP08/34/150 est un élément d'accumulateur parallélépipédique au lithium, Li-ion, à cathode 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) Un élément désigné ICPT73448 est un élément d'accumulateur parallélépipédique au lithium, Li-ion, à cathode à base de cobalt, d'une épaisseur approximative de 0,7 mm, d'une largeur approximative de 34 mm, et d'une hauteur approximative de 48 mm.

Examples:

- a) A cell designated ICR18650 would be a cylindrical Li-ion secondary cell, with a cobalt-based positive electrode, with an approximate diameter of 18 mm and an approximate height of 65 mm.
- b) A cell designated ICR20/1050 would be a cylindrical Li-ion secondary cell, with a cobalt-based positive electrode, with an approximate diameter of 20 mm and an approximate height of 105 mm.

2.1.2 Prismatic secondary lithium cells

Prismatic secondary lithium cells shall be designated by three letters followed by six figures.

The first letter shall indicate the negative electrode system employed by the cell. 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 the shape of the cell. The letter P defines a prismatic cell.

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

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 cell, expressed in millimetres, rounded up to the next whole number.

When at least one of 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 cell is the height. Of the other two dimensions, the width is greater than or equal to the thickness.

Examples:

- a) A cell designated ICP083448 would be a prismatic Li-ion secondary lithium cell, with a cobalt-based positive electrode, with an approximate thickness of 8 mm, an approximate width of 34 mm and an approximate height of 48 mm.
- b) A cell designated ICP08/34/150 would be a prismatic Li-ion secondary lithium cell, 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 cell designated ICPt73448 would be a prismatic Li-ion secondary lithium cell, with a cobalt-based positive electrode, with an approximate thickness of 0,7 mm, an approximate width of 34 mm and an approximate height of 48 mm.

2.2 Marquage

Sauf spécification différente fixée par l'acheteur, chaque élément doit comporter un marquage durable donnant les indications suivantes:

- accumulateur Li ou Li-ion;
- désignation de l'élément conformément à 2.1;
- polarités;
- date de fabrication (un code est admis);
- nom ou identification du fabricant ou du fournisseur.

3 Types normalisés

Le tableau 1 ci-dessous liste le ou les éléments d'accumulateur au lithium susceptibles de normalisation.

Tableau 1 – Éléments d'accumulateurs au lithium normalisés

	1	2	3
Élément d'accumulateur au lithium	ICR18650	ICP083448	ICR17670
Tension nominale (V)	3,6	3,6	3,6
Dimensions (mm)			
Hauteur	63,0/65,2	47,2/48,9	65,0/67,3
Diamètre	17,2/18,8	NA	16,0/17,3
Largeur	NA	33,4/34,4	NA
Épaisseur	NA	7,6/8,8	NA
Tension de fin de décharge (V)	2,50	2,50	2,50
Tension de fin de décharge pour endurance (V) (cycle de vie)	2,75	2,75	2,75

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 $0,2\text{ I}_L\text{ A}$, jusqu'à une tension finale spécifiée.

2.2 Marking

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

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

3 Standard types

Table 1 below lists the secondary lithium cell(s) which are suitable for standardization.

Table 1 – Standard secondary lithium cells

	1	2	3
Secondary lithium cell	ICR18650	ICP083448	ICR17670
Nominal voltage (V)	3,6	3,6	3,6
Dimension (mm)			
Height	63,0/65,2	47,2/48,9	65,0/67,3
Diameter	17,2/18,8	NA	16,0/17,3
Width	NA	33,4/34,4	NA
Thickness	NA	7,6/8,8	NA
End of discharge voltage (V)	2,50	2,50	2,50
End of discharge voltage (V) for endurance (cycle life)	2,75	2,75	2,75

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 cell 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 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'un élément.

Etape 1 – L'élément doit être chargé conformément à 4.1.

Etape 2 – L'élément doit être mis 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 – L'élément doit être déchargé, 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 seront 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 vérifier la capacité de l'élément à basse température.

Etape 1 – L'élément doit être chargé conformément à 4.1.

Etape 2 – L'élément doit être mis 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 – L'élément doit être déchargé, 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 (% $C_5\text{ Ah}$).

4.2.3 Caractéristiques de décharge à fort régime à 20 °C

Cet essai a pour but de vérifier la capacité d'un élément en décharge à un courant constant de $1,0\text{ I}_t\text{A}$. Cet essai n'est pas exigé si l'élément n'est pas conçu pour être utilisé à ce régime.

Etape 1 – L'élément doit être chargé conformément à 4.1.

Etape 2 – L'élément doit être mis 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 – L'élément doit être déchargé, à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, à un courant constant de $1,0\text{ I}_t\text{A}$, 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 (% $C_5\text{ Ah}$).

4.2 Discharge performance

4.2.1 Discharge performance at 20 °C (rated capacity)

This test verifies the rated capacity of a cell.

Stage 1 – The cell shall be charged in accordance with 4.1.

Stage 2 – The cell 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.

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

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

If the calculated capacity is lower than the rated capacity, then stages 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 cell at low temperatures.

Stage 1 – The cell shall be charged in accordance with 4.1.

Stage 2 – The cell 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.

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

Stage 4 – The capacity (Ah) released, during stage 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).

4.2.3 High rate discharge performance at 20 °C

This test determines the capacity of a cell when discharged at a constant current of $1,0\text{ I}_A$. This test is not required if the cell is not designed to be used at this rate.

Stage 1 – The cell shall be charged in accordance with 4.1.

Stage 2 – The cell 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.

Stage 3 – The cell shall be discharged, in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, at a constant current of $1,0\text{ I}_A$, until the cell voltage is less than or equal to the specified end-of-discharge voltage.

Stage 4 – The capacity (Ah) released, during stage 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 Conservation de charge et restitution de capacité

Cet essai a pour but de vérifier la capacité (Ah) conservée par un élément 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 – L'élément doit être chargé conformément à 4.1.

Etape 2 – L'élément doit être mis au repos, en circuit ouvert, à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, pendant 28 jours.

Etape 3 – L'élément doit être déchargé, 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.

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

Etape 5 – L'élément doit être chargé, conformément à 4.1, dans les 24 h qui suivent la décharge de l'étape 3.

Etape 6 – L'élément doit être déchargé, 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 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 (% $C_5\text{ Ah}$).

4.4 Restitution de capacité après stockage

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

Etape 1 – L'élément doit être chargé conformément à 4.1.

Etape 2 – L'élément doit être déchargé, 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 – L'élément doit être mis au repos, en circuit ouvert, à une température ambiante de $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, pendant 90 jours.

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

Etape 5 – L'élément doit être déchargé, 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.

4.3 Charge (capacity) retention and recovery

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

Stage 1 – The cell shall be charged in accordance with 4.1.

Stage 2 – The cell shall be stored, on open circuit, in an ambient temperature of $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, for 28 days.

Stage 3 – The cell 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 cell voltage is less than or equal to the specified end-of-discharge voltage.

Stage 4 – The capacity (Ah) released during stage 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 (% $C_5\text{ Ah}$).

Stage 5 – The cell shall be charged, in accordance with 4.1, within 24 h from the discharge of stage 3.

Stage 6 – The cell 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 cell voltage is less than or equal to the specified end-of-discharge voltage.

Stage 7 – The capacity (Ah) released, during stage 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 (% $C_5\text{ Ah}$).

4.4 Charge (capacity) recovery after storage

This test determines the capacity a cell recovers after storage for a specified period following subsequent charge.

Stage 1 – The cell shall be charged in accordance with 4.1.

Stage 2 – The cell 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 cell voltage is less than or equal to the specified end-of-discharge voltage.

Stage 3 – The cell 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.

Stage 4 – The cell 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.

Stage 5 – The cell 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 cell voltage is less than or equal to the specified end-of-discharge voltage.

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

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

Si la capacité calculée est inférieure au pourcentage requis, les étapes 4 et 5 peuvent être 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 un élément avant épuisement de sa capacité utile.

Sauf accord contraire entre le fournisseur et l'acheteur, l'essai d'endurance en cycles décrit ci-dessous doit être réalisé.

Etape 1 – L'élément doit être chargé, conformément à 4.1.

Etape 2 – L'élément doit être déchargé, 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 – L'élément doit être chargé, à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, en utilisant la méthode indiquée par le fabricant. L'élément peut être mis 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 – L'élément doit être chargé et déchargé 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 Ah).

5 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 prévisibles).

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 5.1 et résumé dans le tableau 2.

Le programme des essais d'évaluation en utilisation abusive est décrit en 5.2 et résumé dans le tableau 3.

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

Les éléments neufs et déjà soumis à un certain nombre de cycles, mentionnés dans les tableaux 4 et 7 sont définis comme suit:

- a) éléments neufs: éléments répondant à la définition 1.3.10 et chargés conformément à 4.1.
- b) éléments déjà soumis à des cycles: éléments soumis à des cycles conformément à 4.5 et ayant subi un nombre de cycles égal à 25 % du nombre de cycles déclaré par le fabricant.

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

If the calculated capacity is lower than the required percentage of rated capacity, then stages 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 cell can endure before its useful capacity has been depleted.

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

Stage 1 – The cell shall be charged in accordance with 4.1.

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

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

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

Stage 5 – The result of this test shall be the number of times stages 2 and 3 were repeated (i.e. the cycle number) before the capacity (Ah), released during stage 2, at the end-of-discharge, becomes less than 60 % of the rated capacity (60 % C_5 Ah).

5 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 requirements are described below.

The intended use simulation testing programme is described in 5.1 and is summarized in table 2.

The reasonably foreseeable misuse simulation testing programme is described in 5.2 and is summarized in table 3.

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

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

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

Sauf spécification contraire, tous les essais doivent être effectués sur des éléments chargés, conformément à 4.1, et ces essais doivent être effectués dans les sept jours qui suivent la charge.

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

5.1 Essais de simulation en utilisation normale

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

Electrique	Mécanique	Environnement
Charge continue	Choc Vibration	Stockage à haute température Choc thermique Simulation d'altitude (basse pression)

5.1.1 Essai électrique

5.1.1.1 Essai de charge continue

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

5.1.1.1.1 Méthode d'essai

L'élément doit être chargé conformément à 4.1, à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$; ensuite l'élément doit être maintenu en charge à la tension de fin de charge spécifiée pendant une période totale de 28 jours.

5.1.1.1.2 Critères d'acceptation

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

5.1.2 Essais mécaniques

5.1.2.1 Essai de chocs

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

5.1.2.1.1 Méthode d'essai

L'élément doit être fixé à la machine d'essai au moyen d'un montage rigide qui supporte toutes les surfaces de montage de l'élément. L'élément doit être soumis à trois chocs d'égale amplitude au total. 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 l'élément. 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 $75\text{ }g_n$ (où g_n est l'accélération locale due à la gravité). L'accélération de crête doit être comprise entre $125\text{ }g_n$ et $175\text{ }g_n$. La forme des impulsions doit être en demi-sinus. L'élément doit être soumis à l'essai à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

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

Warning: EXTREME CAUTION SHALL BE EXERCISED WHEN CARRYING OUT THESE TESTS. CELLS SHALL BE TESTED INDIVIDUALLY AND IT SHOULD BE NOTED THAT CELLS FAILING TO MEET THE REQUIREMENTS COULD DISRUPT WITH EXPLOSIVE FORCE, VENT, CATCH FIRE, EVEN AFTER THE CELLS HAVE BEEN DISCONNECTED FROM THE CHARGE CURRENT. FOR THIS REASON, THE TESTS SHALL BE CARRIED OUT IN A PROTECTIVE CHAMBER, PROVIDED WITH VENTILATION.

5.1 Intended use simulation tests

Table 2 – Intended use simulation testing programme

Electrical	Mechanical	Environmental
Continuous charge	Shock Vibration	High temperature storage Thermal shock Altitude simulation (low pressure)

5.1.1 Electrical test

5.1.1.1 Continuous charge test

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

5.1.1.1.1 Test procedure.

The cell shall be charged in accordance with 4.1, in an ambient temperature of $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, then held at the specified end-of-charge voltage for a total period of 28 days.

5.1.1.1.2 Requirement

The requirements are: no leakage, no venting, no explosion and no fire.

5.1.2 Mechanical tests

5.1.2.1 Shock test

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

5.1.2.1.1 Test procedure

The cell shall be secured to the testing machine by means of a rigid mount which will support all mounting surfaces of the cell. The cell 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 cell 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 cell. For each shock the cell shall be accelerated in such a manner that, during the initial 3 ms, the minimum average acceleration is $75\text{ }g_n$ (where g_n is the local acceleration due to gravity). The peak acceleration shall be between $125\text{ }g_n$ and $175\text{ }g_n$. The waveform should be half-sine. The cell shall be tested in an ambient temperature of $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

5.1.2.1.2 Critères d'acceptation

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

5.1.2.2 Essai de vibrations

Cet essai a pour but d'évaluer l'aptitude de l'élément à supporter des vibrations mécaniques, tout en maintenant sa continuité interne, au moyen d'un essai de vibrations effectué selon la CEI 60068-2-6.

5.1.2.2.1 Méthode d'essai

L'élément doit être soumis à un mouvement harmonique simple d'une amplitude de 0,8 mm [excursion maximale totale de 1,6 mm]. La fréquence du mouvement harmonique doit être augmentée et diminuée à un taux de $1 \text{ Hz} \pm 0,055 \text{ Hz}$ par minute 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 l'élément ne possède que deux axes de symétrie, auquel cas il ne faut le soumettre à l'essai que dans deux directions. L'élément doit être soumis à l'essai à une température ambiante de $20 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$.

5.1.2.2.2 Critères d'acceptation

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

5.1.3 Essais d'environnement

5.1.3.1 Essai de stockage à haute température

Un stockage, spécifié, des éléments à haute température peut entraîner des fuites d'électrolyte. Cet essai a pour but d'évaluer l'aptitude de l'élément à supporter le stockage à haute température.

5.1.3.1.1 Méthode d'essai

L'élément doit être exposé à une température de $75 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ pendant 48 h dans une étuve.

5.1.3.1.2 Critères d'acceptation

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

5.1.3.2 Choc thermique

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

5.1.3.2.1 Méthode d'essai

L'élément est placé à une température ambiante de $75 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ pendant 48 h, puis transféré en moins de 5 min à une température de $-20 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$, où il est maintenu pendant 6 h, avant d'être placé à nouveau pendant au moins 24 h à une température ambiante de $20 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$.

5.1.3.2.2 Critères d'acceptation

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

5.1.2.1.2 Requirements

The requirements are: no leakage, no venting, no explosion and no fire.

5.1.2.2 Vibration test

This test is to evaluate the ability of a cell to withstand mechanical vibration, while maintaining internal continuity, by performing a vibration test carried out in accordance with IEC 60068-2-6.

5.1.2.2.1 Test procedure

The cell 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 $1 \text{ Hz} \pm 0,055 \text{ Hz}$ per minute between limits of 10 Hz and 55 Hz. The cell 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. The cell shall be tested in an ambient temperature of $20 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

5.1.2.2.2 Requirements

The requirements are: no leakage, no venting, no explosion and no fire.

5.1.3 Environmental tests

5.1.3.1 High temperature storage test

Specified storage of cells at elevated temperature may cause electrolyte leakage. This test is to evaluate the ability of a cell to withstand high temperature storage.

5.1.3.1.1 Test procedure

The cell shall be exposed to a temperature of $75 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ for 48 h in an oven.

5.1.3.1.2 Requirements

The requirements are: no leakage, no venting, no explosion and no fire.

5.1.3.2 Thermal shock

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

5.1.3.2.1 Test procedure

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

5.1.3.2.2 Requirements

The requirements are: no leakage, no venting, no explosion and no fire.

5.1.3.3 Essai de simulation d'altitude (basse pression)

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

5.1.3.3.1 Méthode d'essai

L'élément doit être placé, 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 maintenu à cette pression pendant 6 h.

5.1.3.3.2 Critères d'acceptation

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

5.2 Essais de simulation en utilisation abusive

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

Electrique	Mécanique	Environnement
Court-circuit Décharge forcée Surcharge Charge haute tension	Ecrasement Chute libre	Exposition à la chaleur

5.2.1 Essais électriques

5.2.1.1 Essai de court-circuit

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

5.2.1.1.1 Méthode d'essai

L'élément doit être mis en court-circuit à l'aide d'une résistance externe totale d'une valeur inférieure à $50\text{ m}\Omega$. Deux essais séparés doivent être effectués, un à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, l'autre à une température ambiante de $55\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. L'essai doit continuer jusqu'à ce que la tension de l'élément tombe en dessous de 0,1 V ou que le circuit électronique du système de limitation du courant n'arrête la décharge, et que la température du boîtier de l'élément soit revenue à la température ambiante d'origine, à 10 °C près.

5.2.1.1.2 Critères d'acceptation

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

5.2.1.2 Essai de décharge forcée

Cet essai a pour but d'évaluer l'aptitude d'un élément à supporter une décharge profonde forcée, susceptible de se produire, par exemple au cours de la décharge d'une batterie composée d'éléments montés en série, lorsque l'un des éléments a une capacité plus faible ou est à une profondeur de décharge supérieure à celle des autres éléments.

5.1.3.3 Altitude simulation (low pressure) test

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

5.1.3.3.1 Test procedure

The cell 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.

5.1.3.3.2 Requirements

The requirements are: no leakage, no venting, no explosion and no fire.

5.2 Reasonably foreseeable misuse simulation tests

Table 3 – Reasonably foreseeable misuse simulation testing programme

Electrical	Mechanical	Environmental
Short circuit	Crush	Thermal exposure
Forced discharge	Free fall	
Overcharge		
High rate charge		

5.2.1 Electrical tests

5.2.1.1 Short-circuit test

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

5.2.1.1.1 Test procedure

The cell shall be subjected to a short-circuit condition with a total external resistance of less than $50\text{ m}\Omega$. Two separate tests shall be conducted, one in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ and one in an ambient temperature of $55\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$. The test shall be continued until the cell voltage falls below 0,1 V or the electronic circuit or the current limiting device prevents further discharge, and the cell case temperature has returned to a value within 10 °C of the original ambient temperature.

5.2.1.1.2 Requirements

The requirements are no explosion, no fire and the exterior temperature of the cell shall not exceed 150 °C .

5.2.1.2 Forced discharge test

This test is to evaluate the ability of a cell to withstand a forced deep discharge that could occur, for example, during the discharge of a multi-cell, series configuration battery pack if one cell has a lower capacity or is at a greater depth-of-discharge than the other cells.

5.2.1.2.1 Méthode d'essai

On doit soumettre l'élément à une décharge, à un courant constant de $0,2 I_t$ A, en le connectant en série à une source de courant de tension égale ou supérieure à 10 V et à un circuit électronique ou une résistance adaptée.

L'essai doit avoir une durée de 12,5 h. Cet essai doit être poursuivi même si la tension de l'élément atteint 0,0 V. Les éléments doivent être essayés à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

5.2.1.2.2 Critères d'acceptation

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

5.2.1.3 Essai de surcharge

Cet essai a pour but d'évaluer l'aptitude de l'élément à supporter un fonctionnement défec-tueux du chargeur, lorsque la tension haute est uniquement limitée par le chargeur.

5.2.1.3.1 Méthode d'essai

L'élément, après avoir été déchargé à $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, à un courant constant de $0,2 I_t$ A, jusqu'à une tension finale spécifiée, doit être soumis au courant de charge recommandé I_{rec} , spécifié par le fabricant, par raccordement à une source de courant de tension égale ou supérieure à 10 V. La durée de l'essai doit être calculée suivant la formule:

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

où I_{rec} est le courant constant de charge recommandé, en ampères (A).

Les éléments doivent être essayés à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

5.2.1.3.2 Critères d'acceptation

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

5.2.1.4 Essai de charge à fort régime

Cet essai a pour but d'évaluer l'aptitude d'un élément à supporter un courant excessif.

5.2.1.4.1 Méthode d'essai

L'élément doit être déchargé à $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, à un courant constant de $0,2 I_t$ A, jusqu'à une tension finale spécifiée et doit être soumis à une charge à tension constante avec un courant limité à trois fois le courant recommandé, I_{rec} , spécifié par le fabricant. L'essai est achevé lorsque l'élément est chargé au courant de fin de charge spécifié, sauf si un dispositif de protection interne entraîne la coupure du courant de charge. Les éléments doivent être essayés à une température ambiante de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

5.2.1.4.2 Critères d'acceptation

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

5.2.1.2.1 Test procedure

The cell shall be subjected to a discharge at a constant current of $0,2 I_t$ A by connecting it, in series, to a power supply of equal to or higher than 10 V and an electronic load or a suitable resistor.

The duration of the test shall be 12,5 h. This test shall be continued even after the cell reaches 0,0 V. The cells shall be tested in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

5.2.1.2.2 Requirements

The requirements are: no explosion and no fire.

5.2.1.3 Overcharge test

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

5.2.1.3.1 Test procedure

The cell shall be discharged at $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, 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, by connecting it to a power supply of equal to or greater than 10 V. 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).

The cells shall be tested in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

5.2.1.3.2 Requirements

The requirements are: no explosion and no fire.

5.2.1.4 High rate charge test

This test is to evaluate the ability of a cell to withstand a situation where excess current flows.

5.2.1.4.1 Test procedure

The cell shall be discharged at $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$, at a constant current of $0,2 I_t$ A, to a specified final voltage and shall be subjected to a constant potential charge with a current limit of three times the recommended current, I_{rec} , specified by the manufacturer. The test is complete when the cell is charged to the specified end-of-charge current unless an internal protective device functions to terminate the charge current. Cells shall be tested in an ambient temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

5.2.1.4.2 Requirements

The requirements are: no explosion and no fire.

5.2.2 Essais mécaniques

5.2.2.1 Essai d'écrasement

Cet essai a pour but d'évaluer le comportement d'un élément dans le cas où il est écrasé dans un broyeur à ordures.

5.2.2.1.1 Méthode d'essai

Des éléments complètement chargés sont soumis à une force d'écrasement modérée, en utilisant un dispositif d'écrasement capable d'appliquer une force de $13 \text{ kN} \pm 1 \text{ kN}$ sur toute la surface d'essai de l'élément. L'élément doit être écrasé 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.

Un élément cylindrique ou parallélépipédique doit être écrasé, son axe longitudinal étant parallèle aux surfaces planes de la machine à écraser. Pour un élément parallélépipédique, l'essai doit être effectué, avec une rotation de 90° , de telle manière que le côté large comme le côté étroit soient soumis à la force d'écrasement.

Un élément échantillon ne doit être soumis à la force d'écrasement que sur une seule face. Il est nécessaire d'utiliser des échantillons différents pour chaque essai. Un élément pièce ou bouton doit être écrasé avec ses surfaces planes parallèles aux surfaces planes de la machine à écraser.

5.2.2.1.2 Critères d'acceptation

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

5.2.2.2 Essai de chute libre

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

5.2.2.2.1 Méthode d'essai

On doit laisser tomber chaque élément six fois d'une hauteur de 1,0 m sur un plancher en bois dur. Il faut laisser tomber les échantillons deux fois par face, afin de réaliser des impacts dans plusieurs positions. Les éléments doivent être essayés à une température ambiante de $20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$.

5.2.2.2.2 Critères d'acceptation

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

5.2.3 Essais d'environnement

5.2.3.1 Essai d'exposition à la chaleur

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

5.2.3.1.1 Méthode d'essai

L'élément doit être placé dans une étuve. La température de l'étuve est augmentée à une vitesse de $5^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ par minute jusqu'à atteindre $130^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$. L'étuve doit être maintenue à $130^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ pendant 30 min.

5.2.2 Mechanical tests

5.2.2.1 Crush test

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

5.2.2.1.1 Test procedure

Fully charged cells are exposed to a moderate crushing force, using a crushing apparatus capable of applying a force of $13 \text{ kN} \pm 1 \text{ kN}$, across the total test surface of the cell. The cell 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 cell shall be crushed with its longitudinal axis parallel to the flat surfaces of the crushing apparatus. A prismatic cell shall also be rotated 90° around its longitudinal axis so that both the wide and narrow sides will be subjected to the crushing force.

Each cell shall be subjected to a crushing force in only one direction. Different cells shall be used for each test. A coin or button cell shall be crushed with the flat surfaces of the cell parallel with the flat surfaces of the crushing apparatus.

5.2.2.1.2 Requirements

The requirements are: no explosion and no fire.

5.2.2.2 Free fall test

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

5.2.2.2.1 Test procedure

Each cell shall be dropped six times from 1,0 m onto a hard wood floor. The cells shall be dropped two times/plane when released to obtain impacts in several positions. Cells shall be tested in an ambient temperature of $20^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$.

5.2.2.2.2 Requirements

The requirements are: no venting, no explosion and no fire.

5.2.3 Environmental tests

5.2.3.1 Thermal exposure test

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

5.2.3.1.1 Test procedure

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

5.2.3.1.2 Critères d'acceptation

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

6 Procédures d'essai et conditions d'homologation

6.1 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, spécifiés à l'article 4 et en 5.1 et 5.2, sont donnés dans le tableau 4.

6.2 Conditions d'homologation

6.2.1 Dimensions

Les dimensions des éléments ne doivent pas dépasser les valeurs mentionnées dans le tableau 1.

6.2.2 Essais électriques

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

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

6.2.2.3 Si les résultats d'essai ne satisfont pas aux conditions de 6.2.2.2, l'essai peut être répété, à la condition que, pour tout essai, pas plus d'un échantillon n'atteigne pas la performance spécifiée au tableau 5.

6.2.2.4 Plutôt que de répéter les essais, un fabricant peut diminuer la capacité assignée déclarée de l'élément à une valeur telle que les résultats d'essai remplissent les conditions de 6.2.2.2.

6.2.3 Essais d'évaluation en utilisation normale

L'élément doit satisfaire aux exigences de chaque essai, comme spécifié en 5.1.

6.2.4 Essais d'évaluation en utilisation abusive

L'élément doit satisfaire aux exigences de chaque essai, comme spécifié en 5.2.

6.2.5 Homologation conditionnelle

Un élément peut être homologué 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 à l'article 4 de même qu'en 5.1 et 5.2, ont été satisfaites.

5.2.3.1.2 Requirements

The requirements are: no explosion and no fire.

6 Test protocol and conditions for type approval

6.1 Test protocol

The sample size and protocol for conducting the electrical tests, intended use simulation tests and reasonably foreseeable misuse simulation tests specified in clause 4, subclauses 5.1 and 5.2, respectively, are given in table 4.

6.2 Conditions for type approval

6.2.1 Dimensions

The dimensions of the cell shall not exceed the values listed in table 1.

6.2.2 Electrical tests

6.2.2.1 The manufacturer shall declare the rated capacity of the cell 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.

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

6.2.2.3 If the test results do not meet the conditions of 6.2.2.2, the test can be repeated, provided that, on any test, no more than one sample does not reach the performance specified in table 5.

6.2.2.4 As an alternative to repeating the tests, a manufacturer may lower the declared rated capacity of the cell to a value so that the test results meet the conditions of 6.2.2.2.

6.2.3 Intended use simulation tests

The cell shall meet the requirements for each test as specified in 5.1.

6.2.4 Reasonably foreseeable misuse simulation tests

The cell shall meet the requirements for each test as specified in 5.2.

6.2.5 Conditional type approval

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

- a) 20 % of the required cycles of the endurance test have been completed with the capacity released during stage 2 remaining above 85 % of the rated capacity, and
- b) the requirements of all the other tests specified in clause 4, and subclauses 5.1 and 5.2 have been achieved.

Tableau 4 – Taille des échantillons et séquence d'essais

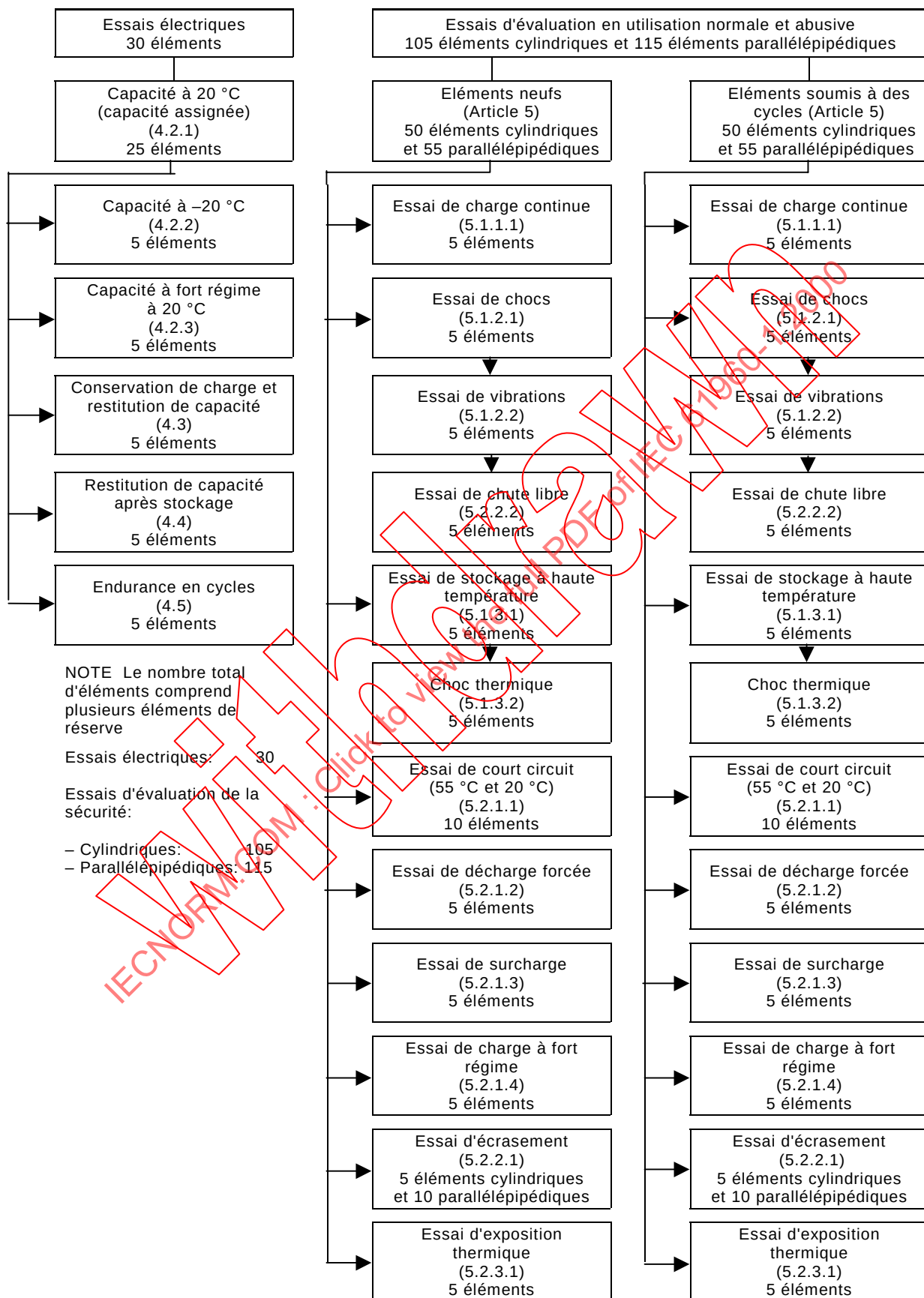


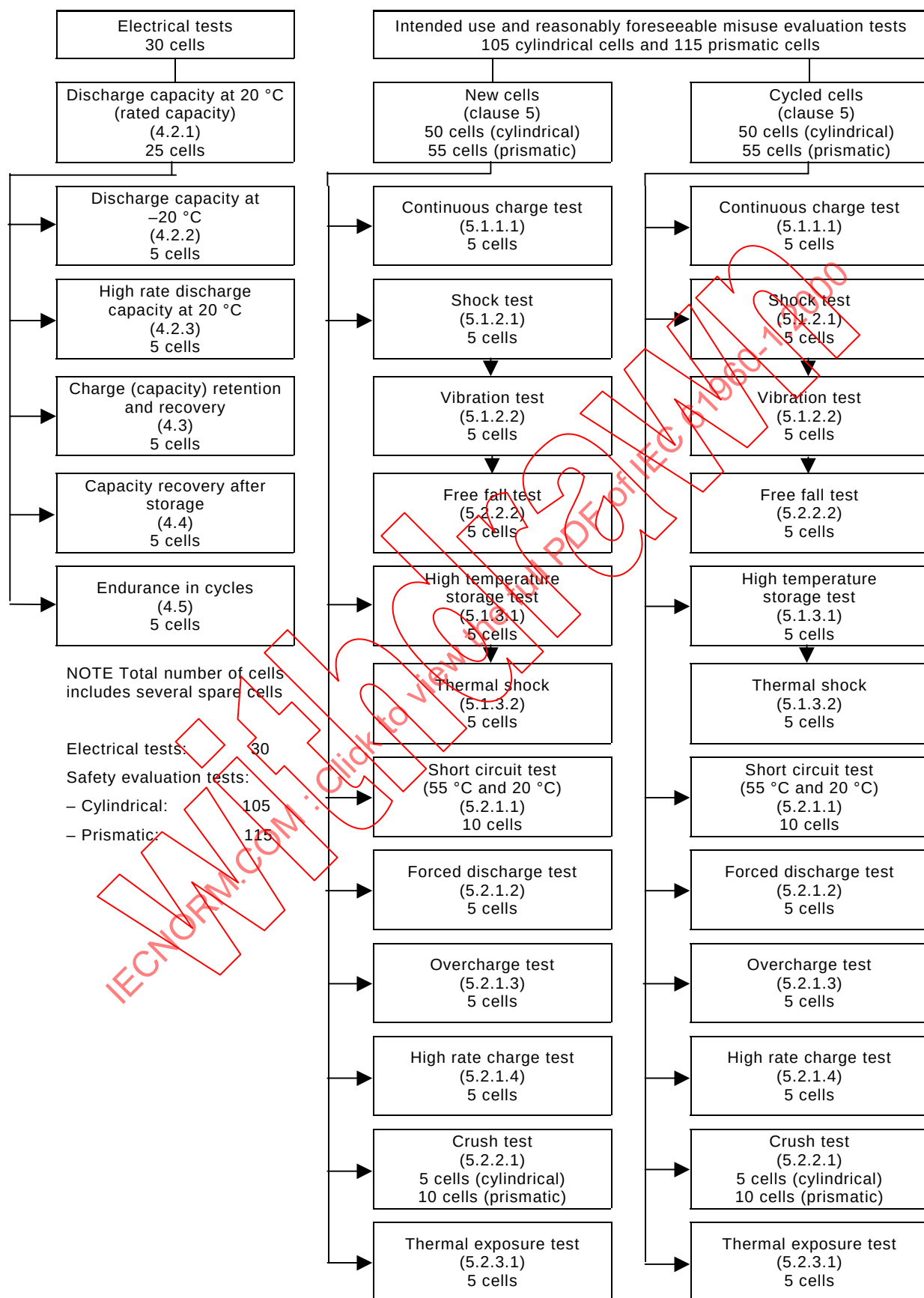
Table 4 – Sample sizes and sequence of tests

Tableau 5 – Exigences minimales pour chaque type d'élément normalisé d'accumulateur au lithium

Paramètre	Article de référence	Critère d'acceptation
Exigences de performance (exprimées en pourcentage de la capacité assignée)	4	
Capacité à $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ (capacité assignée)	4.2.1	100 % C_5 Ah
Capacité à $-20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$	4.2.2	30 % C_5 Ah
Capacité à fort régime $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$	4.2.3	70 % C_5 Ah
Conservation de charge	4.3	70 % 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	400 cycles
Exigences pour les essais en utilisation normale	5.1	Enumérés dans le texte
Exigences pour les essais en utilisation abusive	5.2	Enumérés dans le texte

7 Essais de transport (non utilisation)

Les essais de transport constituent un sous-ensemble des essais électriques, mécaniques et d'environnement, décrits en 5.1. 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, les résultats de l'essai de chocs (voir 5.1.2.1), de l'essai de vibrations (voir 5.1.2.2), de l'essai de choc thermique (voir 5.1.3.2), de l'essai de simulation d'altitude (voir 5.1.3.3) et de l'essai de court circuit (voir 5.2.1.1) peuvent être utilisés pour satisfaire aux exigences du tableau 7.

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

Le programme d'essais de transport est décrit en 7.1 et il est résumé dans le tableau 6.

Les éléments doivent, avant la première expédition, satisfaire aux exigences des essais précisés au tableau 6.

Tableau 6 – Essais de transport

Environnement	Mécaniques	Electriques
Choc thermique	Chocs	Court circuit
Simulation d'altitude (basse pression)	Vibrations	

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

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	70 % C ₅ Ah
Charge (capacity) retention	4.3	70 % 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	400 cycles
Requirements of intended use tests	5.1	Listed in text
Requirements of reasonably foreseeable misuse tests	5.2	Listed in text

7 Transportation tests (non-use)

Transportation tests are a subset of the electrical, mechanical and environmental tests in 5.1. 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 5.1.2.1), vibration test (see 5.1.2.2), thermal shock test (see 5.1.3.2), altitude simulation test (see 5.1.3.3) and the short-circuit test (see 5.2.1.1) can be used to satisfy the requirements in table 7.

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

The transportation test programme is described in 7.1 and is summarized in table 6.

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

Table 6 – Transportation tests

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

7.1 Essais de transport

7.1.1 Essais mécaniques

7.1.1.1 Essai de chocs

Cet essai est réalisé conformément à 5.1.2.1.

7.1.1.2 Essai de vibrations

Cet essai est réalisé conformément à 5.1.2.2.

7.1.2 Essais d'environnement

7.1.2.1 Choc thermique

Cet essai est réalisé conformément à 5.1.3.2.

7.1.2.2 Simulation d'altitude

Cet essai est réalisé conformément à 5.1.3.3.

Les éléments doivent satisfaire aux exigences pour chaque essai conformément à 5.1.

7.1.3 Essai électrique

7.1.3.1 Essai de court circuit

Cet essai est réalisé conformément à 5.2.1.1.

Les éléments doivent satisfaire aux exigences pour chaque essai conformément à 5.2.1.1.2.

7.2 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

