

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC**

TR 62188

Première édition
First edition
2003-08

**Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs
à électrolyte non acide –
Règles de conception et de fabrication
des batteries portables assemblées
à partir d'éléments d'accumulateurs étanches**

**Secondary cells and batteries containing
alkaline or other non-acid electrolytes –
Design and manufacturing recommendations
for portable batteries made from sealed
secondary cells**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC/TR 62188:2003

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/searchpub) 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/online_news/justpub) 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/searchpub) 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/online_news/justpub) 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

**RAPPORT
TECHNIQUE
TECHNICAL
REPORT**

**CEI
IEC**

TR 62188

Première édition
First edition
2003-08

**Accumulateurs alcalins et autres accumulateurs
à électrolyte non acide –
Règles de conception et de fabrication
des batteries portables assemblées
à partir d'éléments d'accumulateurs étanches**

**Secondary cells and batteries containing
alkaline or other non-acid electrolytes –
Design and manufacturing recommendations
for portable batteries made from sealed
secondary cells**

© IEC 2003 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

N

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
1 Domaine d'application.....	8
2 Références normatives	8
3 Termes et définitions	8
4 Marquage	10
5 Dimensions et ajustement	10
6 Caractéristiques électriques.....	10
7 Paramètres de base pour la conception et la fabrication	10
7.1 Nombre d'éléments dans une batterie.....	10
7.2 Dispositions pour l'échappement des gaz (Systèmes au nickel uniquement).....	10
7.3 Installation des dispositifs de protection contre les surcharges et les décharges profondes	12
7.4 Dommages aux éléments au cours de leur connexion.....	12
7.5 Conception pour éviter un court-circuit batterie.....	12
7.6 Câblage.....	12
7.7 Matériaux de construction.....	12
7.8 Matériaux de construction des bornes et connecteurs.....	14
7.9 Utilisation d'éléments neufs avec des vieux ou mélange d'éléments de types différents	14
7.10 Inversion d'éléments.....	14
7.11 Inversion d'une batterie	14
7.12 Position de la batterie dans l'appareil	14
8 Recommandations pour l'utilisation d'une batterie	16
8.1 Charge	16
8.2 Décharge.....	18
8.3 Précautions de manipulation.....	20
9 Stockage	24
10 Durée de vie d'une batterie.....	26
11 Elimination des batteries.....	26
Bibliographie.....	28

CONTENTS

FOREWORD	5
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Terms and definitions	9
4 Marking	11
5 Dimensions and interfacing	11
6 Electrical characteristics	11
7 Basic parameters of design and construction	11
7.1 Number of cells in a battery	11
7.2 Provision for gas escape (nickel systems only)	11
7.3 Installation of overcharge and over-discharge protection devices	13
7.4 Damage to cells during joining of connections	13
7.5 Design to avoid a battery short circuit	13
7.6 Wiring	13
7.7 Materials of construction	13
7.8 Materials of construction of terminals and connectors	15
7.9 Use of new cells with old or mixing different cell types	15
7.10 Reversed cells	15
7.11 Reversed battery	15
7.12 Battery position in equipment	15
8 Recommendations for use of a battery	17
8.1 Charge	17
8.2 Discharge	19
8.3 Handling precautions	21
9 Storage	25
10 Battery life	27
11 Battery disposal	27
Bibliography	29

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ACCUMULATEURS ALCALINS ET AUTRES ACCUMULATEURS À ÉLECTROLYTE NON ACIDE – RÈGLES DE CONCEPTION ET DE FABRICATION DES BATTERIES PORTABLES ASSEMBLÉES À PARTIR D'ÉLÉMENTS D'ACCUMULATEURS ÉTANCHES

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, des Spécifications techniques, des Rapports techniques et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente, les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La tâche principale des comités d'études de la CEI est l'élaboration des Normes internationales. Toutefois, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique lorsqu'il a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales, cela pouvant comprendre, par exemple, des informations sur l'état de la technique.

La CEI 62188, qui est un rapport technique, 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.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SECONDARY CELLS AND BATTERIES CONTAINING
ALKALINE OR OTHER NON-ACID ELECTROLYTES –
DESIGN AND MANUFACTURING RECOMMENDATIONS FOR
PORTABLE BATTERIES MADE FROM SEALED SECONDARY CELLS**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. However, a technical committee may propose the publication of a technical report when it has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example "state of the art".

IEC 62188, which is a technical report, 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.

Le texte de ce rapport technique est issu des documents suivants:

Projet d'enquête	Rapport de vote
21A/366/DTR	21A/377/RVC

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

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2008-12. A cette date, la publication sera

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 62188:2003

The text of this technical report is based on the following documents:

Enquiry draft	Report on voting
21A/366/DTR	21A/377/RVC

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

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2008-12. At this date, the publication will be

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC TR 62188:2003

ACCUMULATEURS ALCALINS ET AUTRES ACCUMULATEURS À ÉLECTROLYTE NON ACIDE – RÈGLES DE CONCEPTION ET DE FABRICATION DES BATTERIES PORTABLES ASSEMBLÉES À PARTIR D'ÉLÉMENTS D'ACCUMULATEURS ÉTANCHES

1 Domaine d'application

Ce rapport technique identifie et recommande des procédures pour s'assurer que les batteries pour appareils portables sont conçues, fabriquées et commercialisées selon de bonnes pratiques. Écrit pour aider les fabricants de telles batteries (ainsi que les concepteurs et les assembleurs), il attire l'attention sur les facteurs de conception qui devraient être inclus dans la conception d'une batterie et sur les recommandations sur la manière d'obtenir de bonnes performances électriques et de bonnes durées de vie des batteries.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

3 Termes et définitions

Pour les besoins de ce document, les définitions contenues dans la CEI 60050-486 et les suivantes s'appliquent.

3.1

fabricant d'accumulateurs individuels

fabricant qui produit des accumulateurs individuels, portables, étanches

3.2

fabricant de batteries

fabricant qui assemble des accumulateurs individuels en batteries

NOTE Dans certains cas, un fabricant de batteries peut aussi être un fabricant d'accumulateurs individuels.

3.3

fabricant d'appareils

fabricant qui produit des appareils utilisant un ou plusieurs accumulateurs individuels, ou des batteries

NOTE Dans certains cas, un fabricant d'appareils peut aussi être un fabricant d'accumulateurs individuels et/ou un fabricant de batteries.

SECONDARY CELLS AND BATTERIES CONTAINING ALKALINE OR OTHER NON-ACID ELECTROLYTES – DESIGN AND MANUFACTURING RECOMMENDATIONS FOR PORTABLE BATTERIES MADE FROM SEALED SECONDARY CELLS

1 Scope

This technical report identifies and recommends procedures to ensure that batteries for portable equipment are designed, manufactured and marketed according to good practice. Written to assist manufacturers of such batteries (including designers and assemblers), it draws attention to design factors which should be included in a battery design and recommendations on how to get good electrical and life performance from batteries.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

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

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the definitions contained in IEC 60050-486 and the following apply.

3.1

cell manufacturer

manufacturer who produces portable sealed secondary single cells

3.2

battery manufacturer

manufacturer who assembles single cells into a battery

NOTE In some cases a battery manufacturer may also be a cell manufacturer.

3.3

equipment manufacturer

manufacturer who produces equipment using single cell(s) or batteries

NOTE In some cases an equipment manufacturer may also be a cell manufacturer and/or a battery manufacturer.

4 Marquage

Il convient que la batterie porte un marquage clair et durable donnant les indications suivantes:

- désignation de la batterie;
- capacité assignée;
- tension nominale (la tension nominale d'un élément individuel multipliée par le nombre d'éléments en séries);
- polarité;
- les instructions de charges;
- la date de production (un code est admis);
- le nom du fabricant de la batterie (ou de l'assembleur, ou du fournisseur, comme il convient) pour permettre à l'utilisateur final d'identifier l'origine de la batterie;
- les recommandations de sécurité.

Si la taille physique de la batterie interdit l'insertion de toutes ces informations sur la batterie elle-même, celles-ci devraient être marquées sur l'emballage ou dans une notice séparée.

5 Dimensions et ajustement

Il est très important qu'une batterie s'insère correctement dans le compartiment batterie de l'appareil. Cet ajustement ne dépend pas seulement de l'ensemble des dimensions hors tout, mais aussi du rayon des angles, des tolérances, de la conception des connexions, etc. De telles caractéristiques de conception devraient être prises en compte pour obtenir un ajustement satisfaisant. Les fabricants de batteries devraient se concerter étroitement avec les fabricants d'appareils pour réaliser une conception satisfaisante et devraient soumettre des dessins techniques de la conception correctement dimensionnés.

6 Caractéristiques électriques

Il convient que les éléments utilisés pour la fabrication des batteries répondent aux exigences des normes de la CEI applicables aux accumulateurs individuels. Les Normes internationales en vigueur figurent dans la liste donnée à l'Article 2.

7 Paramètres de base pour la conception et la fabrication

Il est recommandé que les fabricants d'éléments, de batteries et d'appareils se concertent sur tous les détails de conception des batteries.

7.1 Nombre d'éléments dans une batterie

Pour éviter l'échauffement, les fuites, les chocs électriques, le nombre maximal d'éléments reliés en série dans une batterie ne devrait pas excéder le nombre recommandé par le fabricant d'éléments. Les recommandations des fabricants d'éléments devraient aussi être suivies sur le nombre d'éléments pouvant être montés en parallèle.

7.2 Dispositions pour l'échappement des gaz (systèmes au nickel uniquement)

Il est possible que, dans certaines conditions de charge et de décharge, les éléments libèrent des gaz au travers de l'orifice de la fermeture. Il est essentiel que le boîtier de la batterie et celui de l'appareil dans lequel elle est installée soient pourvus des dispositions nécessaires pour permettre l'échappement vers l'atmosphère des gaz éventuellement produits.

4 Marking

The battery should carry clear and durable markings giving the following information:

- battery designation;
- rated capacity;
- nominal voltage (the nominal voltage of a single cell multiplied by the number of cells in series);
- polarity;
- charging instructions;
- production date (which may be in code);
- name of the battery manufacturer (or assembler, or supplier, as appropriate) to enable the end-users to identify the source of the battery;
- safety recommendations.

If the physical size of the battery prohibits the inclusion of all this information on the battery itself, it should be marked on the packaging or in a separate leaflet.

5 Dimensions and interfacing

It is very important that a battery interfaces well with the battery housing in the appliance. This interfacing depends not only on the overall dimensions, but on radii of corners, tolerances, design of connections etc. Such features of the design should be considered in order to obtain a satisfactory fit. Battery manufacturers should liaise closely with equipment manufacturers to effect a satisfactory design and should present proper dimensioned engineering drawings of the design.

6 Electrical characteristics

Cells used for the manufacture of batteries should meet the requirements of the relevant IEC single cell standards. Currently valid International Standards are those listed in clause 2.

7 Basic parameters of design and construction

It is recommended that cell, battery and equipment manufacturers liaise closely on all battery design details.

7.1 Number of cells in a battery

In order to avoid overheating, leakage, and electric shock, the maximum number of cells connected in series in a battery should not exceed the number recommended by the cell manufacturer. The cell manufacturers' advice should also be followed on the number of cells to be connected in parallel.

7.2 Provision for gas escape (nickel systems only)

Cells may release gas through the gas release vent during certain conditions of charge and discharge. It is essential that the battery case and equipment in which the battery is fitted, have adequate provision for the escape of any evolved gases to the atmosphere.

7.3 Installation des dispositifs de protection contre les surcharges et les décharges profondes

Les éléments dans une batterie peuvent être endommagés par une surcharge ou une décharge profonde, ce qui peut entraîner de sérieuses conséquences telles que: feu, explosion, fuite d'électrolyte et perte de performances.

Il est recommandé d'incorporer dans les batteries des dispositifs de protection, tels que thermostats (interrupteurs de courant), CTP (résistances à coefficient de température positif) et fusibles thermiques. Dans certains cas, un dispositif de détection de température tel qu'une thermistance pourrait être mis en place.

Il convient d'installer un circuit de protection dans les systèmes au lithium.

Il est recommandé que les fabricants de batterie consultent les fabricants d'éléments pour le choix du circuit et du dispositif de protection le plus adapté.

7.4 Dommages aux éléments au cours de leur connexion

Il convient que les connexions ne soient pas soudées directement sur l'élément pour qu'il ne soit pas endommagé par la chaleur, en particulier son dispositif d'évacuation des gaz ou son séparateur. Un tel dommage, bien qu'invisible, peut provoquer une fuite d'électrolyte, un éclatement, une explosion et/ou un feu. Pour éviter les dommages causés par la chaleur, il est recommandé d'utiliser des méthodes de raccordement à faible génération de chaleur, telles que le soudage par points, pour réaliser les connexions aux bornes des éléments.

7.5 Conception pour éviter un court-circuit batterie

Pour éviter une fuite d'électrolyte, la surchauffe d'un élément, l'éclatement et le feu, il convient que la batterie et l'appareil portable dans lequel elle est utilisée soient conçus de manière à éviter les courts-circuits ou une inversion de polarité pendant l'installation ou l'utilisation.

7.6 Câblage

Il convient que le câblage utilisé dans les batteries soit prévu pour supporter le courant maximal possible que la batterie est capable de délivrer. Le câblage devrait être isolé à tous les points sensibles, et la conception devrait être telle que la possibilité de courts-circuits soit minimisée. Il convient que les batteries soient assemblées avec grand soin pour éviter d'endommager le câblage. Une attention particulière devrait être apportée pour éviter de coincer un câble durant l'assemblage de la batterie.

7.7 Matériaux de construction

Les matériaux des accumulateurs, et particulièrement les matériaux du boîtier externe, peuvent être exposés à de l'électrolyte alcalin ou organique, à la chaleur, à des contraintes physiques, et à d'autres risques liés à leur utilisation. Il convient que les concepteurs choisissent pour l'isolation des câbles, l'isolation des éléments d'accumulateurs, les constituants de l'emballage, le boîtier de la batterie, etc., des matériaux qui soient résistants à l'électrolyte, à la chaleur et au feu, et dont la résistance et la rigidité soient, d'une manière générale, convenables pour l'emplacement particulier et pour le mode d'utilisation. La considération de toutes les utilisations possibles est très importante dans la conception d'une batterie satisfaisante.

7.3 Installation of overcharge and over-discharge protection devices

Cells in a battery can be damaged by overcharging and over-discharging and this can have potentially serious effects such as: fire, explosion, electrolyte leakage and loss of performance.

It is recommended that batteries incorporate protection devices, such as thermostats (current breakers), PTCs (positive temperature coefficient resistors), and thermal fuses. In some cases a temperature-detecting device such as thermistor may be fitted.

Protection circuitry should be installed for lithium systems.

Battery manufacturers should consult cell manufacturers about the selection of the most suitable devices and protection circuitry.

7.4 Damage to cells during joining of connections

Connections should not be soldered directly onto a cell as this may cause heat damage to the cell, particularly to the gas venting device or the separator. Such damage, although it may not be visible, can cause electrolyte leakage, bursting, explosion and/or fire. To avoid heat damage, it is recommended that joining methods requiring a low heat input, such as spot welding, are used to make connections to cell terminals.

7.5 Design to avoid a battery short circuit

To avoid electrolyte leakage, cell overheating, bursting, and fire, the battery and the portable equipment in which it is to be used, should be designed in such a manner as to prevent short-circuiting or polarity reversal during installation or use.

7.6 Wiring

Wiring used in batteries should be rated to withstand the maximum possible current that the battery is capable of delivering. Wiring should be insulated at all key points, and the design should be such that the possibility of short circuits is minimised. Batteries should be assembled with great care to avoid damage to the wiring. Particular attention should be paid to the avoidance of entrapment of wire during battery assembly.

7.7 Materials of construction

Battery materials, and particularly external case materials, may be exposed to alkaline or organic electrolyte, heat, physical stress, and other hazards associated with their use. Battery designers should select materials for wire insulation, cell insulation, packing devices, battery case, etc. which are resistant to the electrolyte, heat, and fire, and whose resistance and strength are generally suitable for the particular location and mode of use. Consideration of all potential uses is very important in the design of a satisfactory battery.

7.8 Matériaux de construction des bornes et connecteurs

Le vieillissement des éléments d'accumulateurs, peut conduire à la libération d'électrolyte alcalin ou organique par les orifices d'échappement des gaz. Bien que cela puisse ne pas affecter les performances électriques de la batterie, il est essentiel que les bornes, les câbles et les connecteurs utilisés dans la batterie soient résistants à l'électrolyte. Des matériaux appropriés comprennent le nickel, les métaux nickelés ou dorés. Ils procurent aussi une faible résistance de contact.

7.9 Utilisation d'éléments neufs avec des vieux ou mélange d'éléments de types différents

Le mélange d'éléments de caractéristiques différentes peut entraîner une élévation anormale de la température dans une batterie, une fuite de l'électrolyte et un endommagement de la batterie et de l'appareil. Dans certains cas, le mélange d'éléments peut entraîner un éclatement de l'élément ou de la batterie qui peut prendre feu.

Il est essentiel d'éviter les pratiques suivantes:

- mélanger des piles et des accumulateurs;
- mélanger des éléments de systèmes chimiques différents;
- mélanger des éléments de capacités ou de marques différentes;
- mélanger des éléments neufs avec des éléments anciens.

7.10 Inversion d'éléments

Si un élément est monté incorrectement dans une batterie, il y a un risque que la batterie prenne feu, éclate ou explose. Il est essentiel qu'aucun élément ou groupe d'éléments ne soit assemblé à l'envers (positif contre positif ou négatif contre négatif au lieu de négatif contre positif) dans un montage en série.

7.11 Inversion d'une batterie

La conception d'une batterie devrait inclure des dispositions pour minimiser la possibilité d'inverser la batterie (montage à l'envers) aussi bien pendant son utilisation que pendant sa charge. La conception des bornes et la façon de les connecter à l'appareil ou au chargeur devrait rendre une connexion incorrecte impossible.

7.12 Position de la batterie dans l'appareil

La batterie devrait être située dans l'appareil de façon à être isolée de toutes sources de chaleur. Si la température de l'élément et de la batterie augmente à cause de la chaleur produite par le chargeur, l'efficacité de la charge va diminuer et la batterie ne sera pas complètement chargée. De plus, cela peut provoquer la dégradation des performances, une fuite de l'électrolyte et une réduction de la durée de vie de la batterie. Une amélioration de la diffusion de la chaleur provenant de la batterie et du chargeur peut réduire l'augmentation de température.

Les batteries au nickel devraient être maintenues à une température inférieure à 60 °C, les batteries au lithium à une température inférieure à 40 °C, pour éviter la dégradation de leurs performances et de leur durée de vie.

7.8 Materials of construction of terminals and connectors

Ageing of the battery and the cells within it, can result in the release of alkaline or organic electrolyte through the gas release vent. Although this may not affect the electrical performance of the battery, it is essential that the terminals, wiring and connectors used in the battery are resistant to the electrolyte: suitable materials include nickel, nickel-plated or gold-plated metals. These also provide low contact resistance.

7.9 Use of new cells with old or mixing different cell types

Mixing cells with different characteristics can cause an abnormal temperature rise in a battery, electrolyte leakage and damage to the battery and the equipment. In some cases mixing can cause a cell or battery to burst, which may result in fire.

It is essential to avoid the following practices:

- mixing primary and secondary cells;
- mixing cells of different chemistries;
- mixing cells of different capacities or brands;
- mixing new cells with old ones.

7.10 Reversed cells

If a cell is assembled incorrectly in a battery, there is a risk that the battery may catch fire or bursting and explosion may take place. It is essential that no cell or cells are assembled in reverse (positive to positive or negative to negative instead of negative to positive) in a series connection.

7.11 Reversed battery

The design of a battery should include provisions to minimize the possibility of the battery being reversed (connected the wrong way round) either during use or during charge. The design of terminals and the method of connecting them to the equipment or to the charger should make incorrect connection of the battery impossible.

7.12 Battery position in equipment

The position of the battery in the equipment should be isolated from any heat-generating sources. If the cell and battery temperature increases due to charger heating, charging efficiency will decrease and the battery will not be fully charged. Furthermore, this can result in deterioration of performance, electrolyte leakage and reduction of effective battery life. Improving the diffusion of heat from the battery and from the charger can reduce temperature rise.

Nickel system batteries should be kept at a temperature below 60 °C, and lithium system batteries below 40 °C, to avoid deterioration of performance and reduction of effective battery life.

8 Recommandations pour l'utilisation d'une batterie

Les fabricants de batteries devraient conseiller les fabricants d'appareils, qui doivent à leur tour conseiller les utilisateurs, sur l'utilisation la plus appropriée de la batterie, particulièrement (mais pas exclusivement) en tenant compte des conditions de charge et de décharge. L'utilisation de conditions inappropriées peut entraîner une dégradation des performances et une réduction de la durée de vie de la batterie. Cela peut aussi favoriser l'augmentation de la pression des gaz à l'intérieur des éléments individuels, ce qui peut conduire à un échappement de gaz et à une fuite d'électrolyte, et même conduire à l'éclatement de l'élément et à un éventuel feu.

8.1 Charge

8.1.1 Charge après stockage

Les fabricants de batteries devraient recommander aux fabricants d'appareils la méthode de charge la mieux adaptée à des batteries neuves ainsi que le traitement recommandé pour des batteries stockées pendant une période définie par le fabricant de batteries.

8.1.2 Courant et temps de charge

Un courant de charge ou une durée de charge excessifs peuvent entraîner une augmentation de la température des éléments et de la batterie et une réduction de la durée de vie de la batterie. Il peut également y avoir échappement des gaz, une éventuelle fuite d'électrolyte et un risque d'éclatement et de feu.

Les fabricants de batteries devraient fournir des informations aux fabricants d'appareils pour permettre de charger la batterie en toute sécurité. Ces informations devraient au moins comprendre ce qui suit:

- le courant de charge et la durée optimale de charge pour les systèmes au nickel, et la tension de charge et le courant de charge optimal pour les systèmes au lithium, afin d'obtenir les meilleures performances et la meilleure durée de vie de la batterie;
- le courant et la durée de charge maximaux admissibles pour les systèmes au nickel, et la tension et le courant de charge maximaux admissibles pour les systèmes au lithium.

8.1.3 Températures de charge

La charge à basse température peut affecter les caractéristiques de recombinaison des gaz des éléments individuels à l'intérieur de la batterie. Si la basse température est accompagnée d'un régime de charge élevé, cela peut entraîner une élévation de la pression des gaz dans les éléments, avec un risque de fuite de gaz et d'électrolyte. Si la température est trop élevée, l'efficacité de la charge diminue, et une fuite d'électrolyte peut survenir. Dans tous les cas il en résulte une dégradation des performances et une diminution de la durée de vie.

Les fabricants de batteries devraient mettre en garde les fabricants d'appareils sur ces risques et devraient leur donner un avis approprié sur la plage de températures et les régimes de charge acceptables pour le produit. Les fabricants d'appareils devraient transmettre ces informations aux utilisateurs.

8.1.4 Charge rapide

La charge rapide peut provoquer une élévation anormale de la température de l'élément et de la batterie, avec des risques de fuites de gaz et d'électrolyte, qui peuvent conduire à l'éclatement de l'élément et à un éventuel feu. Un moyen de contrôle de la charge est nécessaire.

8 Recommendations for use of a battery

Battery manufacturers should give advice to equipment manufacturers who shall in turn give advice to end-users, on the preferred use of the battery, particularly (but not exclusively) with regard to charging and discharging conditions. The use of inappropriate conditions can cause deterioration in performance and a reduction in the effective life of a battery. It can also encourage the rise of gas pressure within individual cells which can cause venting and electrolyte leakage, and even lead to cell bursting and possible fire.

8.1 Charge

8.1.1 Charge after storage

Battery manufacturers should recommend to equipment manufacturers the preferred charging method for new batteries and also the recommended treatment of batteries which have been stored for a specified period defined by the battery manufacturer.

8.1.2 Charging current and time

Excessive charging current or charging time can cause cell and battery temperatures to rise and reduce the effective battery life. There may also be a risk of gas venting, possible electrolyte leakage and risk of cell bursting and fire.

Battery manufacturers should provide information to equipment manufacturers for the safe charging of the battery. This information should include at least the following:

- the optimum charge current and time for nickel systems, and the optimum charge voltage and current for lithium systems, to give the best performance and life characteristics of the battery;
- the maximum permissible charge current and time for nickel systems, and the maximum permissible charge voltage and current for lithium systems.

8.1.3 Charging temperatures

Charging at low temperature can affect the gas recombination properties of the individual cells within a battery. If the low temperature is accompanied by a high charge rate, it can cause a rise in gas pressure in the cells, with a risk of gas and electrolyte leakage. If the temperature is too high, charging efficiency will decrease, and electrolyte leakage may occur. In either case a deteriorated performance and shortened life will result.

Battery manufacturers should make equipment manufacturers aware of these risks and should give proper advice on the recommended temperature range and charge rates which are acceptable for the product. Equipment manufacturers should pass on this information to end-users.

8.1.4 Fast charge

Fast charging can cause abnormal cell and battery temperature rise, with risks of gas and electrolyte leakage which can lead to cell bursting and the possibility of fire. A means of controlling the charge is necessary.

Les fabricants de batteries et les fabricants d'appareils devraient s'assurer qu'un contrôle de charge approprié est conçu et construit dans le circuit de charge, de telle sorte qu'une fonction de détection de charge, fonctionnant par l'intermédiaire d'une minuterie, d'un interrupteur thermique, de la tension de charge (pour les systèmes au lithium) ou toutes autres méthodes de détection, mette fin à la charge pour éviter ces risques.

8.1.5 Charge d'entretien (systèmes au nickel uniquement)

La charge d'entretien est une charge à faible courant effectuée quand la batterie est complètement chargée et qu'il est nécessaire de maintenir la pleine charge en compensant les pertes de charge dues à l'autodécharge.

Les fabricants de batteries devraient s'assurer que les fabricants d'appareils sont avertis que durant la charge d'entretien, la valeur du courant spécifié, le temps et la plage de température doivent être respectés. Si le courant ou le temps excèdent les valeurs recommandées, ou que la température n'est pas comprise dans la plage recommandée, la charge d'entretien peut entraîner des fuites d'électrolyte. Cela peut provoquer une dégradation des performances et une réduction de la durée de vie. Si le courant est inférieur à la valeur recommandée ou si la température excède la valeur recommandée, la charge d'entretien ne peut pas toujours compenser les pertes dues à l'autodécharge.

8.2 Décharge

La tension de la batterie et le temps de service effectif varient selon le régime de décharge utilisé dans l'application. Quand les courants de décharge sont importants, la température de la batterie augmente par suite de l'échauffement dû à la résistance de l'élément.

8.2.1 Température en décharge

La température des batteries est rarement identique à la température ambiante. La température des batteries est habituellement supérieure à la température ambiante immédiatement après la charge et, si les courants de décharge sont élevés, la température des batteries peut augmenter pendant la décharge. La plage de températures de décharge des batteries est habituellement de -20 °C à $+60\text{ °C}$. Si la température est inférieure à -20 °C l'efficacité de la décharge diminue considérablement et le temps de service effectif sera raccourci. La plage de températures recommandée pour l'utilisation effective de la batterie est de 0 °C à $+40\text{ °C}$.

Si le courant de décharge est égal ou supérieur à $1,0\text{ I}_t\text{ A}$, la plage de températures la mieux adaptée est de $+5\text{ °C}$ à $+35\text{ °C}$. Si la température excède les valeurs maximales recommandées, les performances et la durée de vie seront réduites.

Les fabricants de batteries devraient fournir des informations aux fabricants d'appareils en ce qui concerne les plages de températures recommandées pour un fonctionnement sûr et effectif à des régimes de décharge variés. Ils devraient aussi conseiller les fabricants d'appareils sur la conception appropriée de ceux-ci afin de restreindre l'échauffement de la batterie et favoriser son refroidissement, tout en gardant à l'esprit que la température interne d'une batterie est rarement égale à la température ambiante.

8.2.2 Tension finale de décharge

La décharge profonde (ou la charge inverse) d'une batterie peut conduire à la détérioration de la batterie et, dans les cas extrêmes, être dangereuse.

- Pour les systèmes au nickel, en général, la tension finale de décharge pour des batteries de 2 à 6 éléments en série est de $n \times 1,0\text{ V}$ et pour des batteries de 7 à 10 éléments en série de $(n - 1) \times 1,2\text{ V}$. Les fabricants d'éléments, de batteries, et d'appareils devraient définir ensemble la tension finale de décharge pour les batteries de plus de 10 éléments.

Battery manufacturers and equipment manufacturers should ensure that adequate control is designed and built into the charging circuitry so that a charge detecting function, operating through a timer, temperature cut-off, charge voltage (for lithium systems) or other method of sensing will terminate the charge to avoid these risks.

8.1.5 Maintenance charge (nickel systems only)

Maintenance charging is charging with a small current after the battery has been fully charged when it is necessary to maintain a full charge level to make up for charge losses due to self-discharge.

Battery manufacturers should ensure that equipment manufacturers are aware that, during maintenance charging, the specified current value, time and temperature range are observed. If the current or time exceeds the recommended values, or the temperature is not within the recommended range, maintenance charging can cause electrolyte leakage. This can result in deteriorated performance and a shortened effective life. If the current is below the recommended value or the temperature exceeds the recommended value, the maintenance charge cannot always make up self-discharge losses.

8.2 Discharge

Battery voltage and effective service time vary according to the discharge rate used in the appliance. When the discharge currents are large, the battery temperature increases as a result of the heating due to cell resistance.

8.2.1 Discharge temperature

Battery temperatures are rarely the same as the ambient temperature. The battery temperature is usually higher than ambient immediately after charging and, if the discharge currents are high, the battery temperatures may increase during discharge. The discharge temperature range of the battery is usually from $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$. If the temperature is less than $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ the discharge efficiency decreases considerably and the effective service time will be shortened. The recommended temperature range for effective use of the battery is from $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

If the discharge current is $1,0\text{ }I_t\text{ A}$ or more, the preferred temperature range is from $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $+35\text{ }^{\circ}\text{C}$. If the temperature exceeds the recommended maximum values, both performance and effective life are reduced.

Battery manufacturers should provide information to equipment manufacturers relating to the recommended temperature ranges for safe and effective operation with various discharge rates. They should also provide advice to equipment manufacturers on the appropriate design of the equipment to restrict battery heating and to promote cooling, bearing in mind that the internal temperature of a battery is rarely that of the ambient.

8.2.2 Final voltage on discharge

Over-discharge (or reverse charging) of a battery will lead to deterioration of the battery and may in extreme cases be dangerous.

- For nickel systems, in general, the final discharge voltage for batteries of between 2 and 6 cells in series is $n \times 1,0\text{ V}$ and for batteries of between 7 to 10 cells in series is $(n - 1) \times 1,2\text{ V}$. Cell, battery, and equipment manufacturers should define together the final discharge voltage for batteries with more than 10 cells.

- Pour les systèmes au lithium, la tension finale de décharge ne devrait pas être inférieure à la tension recommandée par le fabricant d'éléments.

Les fabricants de batteries, ayant pris conseil auprès des fabricants d'éléments, devraient informer les fabricants d'appareils sur la tension finale de décharge recommandée pour chacun des régimes de décharge prévus pour la batterie.

8.2.3 Décharges profondes

La décharge profonde (ou une charge inverse) d'une batterie peut entraîner un dégagement de gaz, une fuite d'électrolyte, un éclatement et éventuellement un feu et de ce fait devrait être évitée. Les fabricants de batteries et les fabricants d'appareils devraient garder à l'esprit la recommandation sur la tension finale et inclure un dispositif de sécurité dans le circuit électrique pour éviter les décharges profondes.

Certains appareils peuvent consommer un faible courant même quand ils sont éteints et il est très important que les fabricants de batteries travaillent en collaboration avec les fabricants d'appareils ou les utilisateurs finals pour s'assurer que les mesures préventives appropriées ont été prises pour éviter les décharges profondes. Les conceptions de batteries devraient être telles qu'il soit impossible d'effectuer une charge inverse par inadvertance.

8.2.4 Tension de fin de décharge recommandée (systèmes au nickel uniquement)

Si une batterie est soumise à des cycles répétés, à faible profondeur de décharge, (avec une tension finale de 1,15 V par élément ou plus), la tension en décharge peut diminuer temporairement (cette diminution pouvant atteindre 0,1 V par élément) et la durée de service effectif peut être réduite. Dans ce cas, il est habituellement possible de retrouver une durée de service normale, en chargeant la batterie suivant les recommandations du fabricant de batteries après l'avoir déchargée jusqu'à la tension finale recommandée par le fabricant d'éléments. (par exemple 1,0 V par élément).

NOTE Ce phénomène fait parfois référence à «l'effet mémoire».

8.3 Précautions de manipulation

Les fabricants de batteries et par la suite les fabricants d'appareils devraient avertir les utilisateurs des risques inhérents à la manipulation et à l'utilisation des batteries et des précautions à prendre en conséquence.

Quand la batterie n'est pas utilisée conformément aux instructions des fabricants, il est possible que des fuites d'électrolyte, des échauffements de l'élément et de la batterie se produisent et conduisent à une explosion, un feu, des blessures et d'autres problèmes.

Afin de prévenir ces risques, il est essentiel que les fabricants de batteries informent les utilisateurs des risques potentiels décrits aux paragraphes 8.3.1 à 8.3.9. (voir aussi la CEI 61438 et la CEI 62133).

8.3.1 Electrolyte

Une fuite d'électrolyte des éléments peut entraîner des brûlures de la peau, des vêtements ou de tout autre objet exposé à la fuite. En cas de contact de l'électrolyte avec la peau ou les vêtements, laver abondamment avec de l'eau propre. Si l'électrolyte entre dans les yeux, ne pas se frotter les yeux mais se les rincer immédiatement à grande eau (eau du robinet par exemple), puis consulter immédiatement un médecin.

8.3.2 Démontage et modification

Il est important que les batteries ne soit pas démontées ou modifiées.

- For lithium systems, the final voltage on discharge should not be lower than the voltage recommended by the cell manufacturer.

Battery manufacturers, having taken advice from cell manufacturers, should provide information to equipment manufacturers on the recommended final discharge voltage for each intended discharge rate of the battery.

8.2.3 Over-discharge

Over-discharge (or reverse charging) of a battery can cause gas release, electrolyte leakage, bursting and possible fire and should therefore be avoided. Battery manufacturers and equipment manufacturers should bear in mind the final voltage recommendation and include a safety device into the electric circuit to prevent over discharge.

Some equipment can draw a small current even when it is switched off and it is very important that battery manufacturers work closely with equipment manufacturers or end-users to ensure that adequate preventive measures are taken to avoid over discharge. Battery designs should be such that it is impossible to inadvertently reverse charge a battery.

8.2.4 Recommended end-of-discharge voltage (nickel systems only)

If a battery is discharged after repeated charge and shallow discharge cycles (with final voltage of 1,15 V/cell or higher), the discharge voltage can decrease temporarily (by as much as 0,1 V/cell) and the effective service time can be shortened. In this case, it is usually possible to regain the proper service time, if the battery is charged as recommended by the battery manufacturer after discharging down to the final voltage recommended by the cell manufacturer (e.g. 1,0 V/cell).

NOTE This phenomenon is sometimes referred to as "memory effect"

8.3 Handling precautions

Battery manufacturers and subsequently equipment manufacturers should advise end-users of the risks associated with and of the precautions to be taken in the handling and use of batteries.

When the battery is not used according to manufacturers' instructions, it is possible that the cell and battery give rise to electrolyte leakage, heating, bursting and fire, injuries and other problems.

To prevent these risks, it is essential that battery manufacturers inform end-users of the potential hazards described in 8.3.1 to 8.3.9. (See also IEC 61438 and IEC 62133.)

8.3.1 Electrolyte

Electrolyte leaking from the cells can cause damage to the skin, clothes or any other items exposed to it. If the electrolyte contacts the skin or clothes, wash thoroughly with clean water. If the electrolyte enters into the eyes, do not rub the eyes but flush them immediately with copious amount of clean water such as tap water, and immediately consult a doctor.

8.3.2 Disassembly and modification

It is essential that batteries are not disassembled or modified.

Le démontage et la modification peuvent entraîner une mise en court-circuit entre les éléments ou entre un élément et son câblage. Cela peut conduire à une fuite d'électrolyte, une surchauffe d'un élément ou de la batterie, un éclatement, et un feu.

Le démontage ou la modification qui met hors d'usage le système de protection peut conduire à un courant en charge excessif, à une perte du contrôle de charge, et à un courant excessif en décharge, qui peut entraîner une fuite d'électrolyte, une surchauffe d'un élément ou de la batterie, un éclatement, et un feu.

Le blocage du dispositif de libération des gaz dans les systèmes au nickel peut entraîner l'éclatement de la batterie, car les gaz émis ne peuvent s'échapper de la batterie, provoquant une augmentation de la pression interne.

Il est essentiel d'éviter de déchirer la gaine enveloppant un élément individuel car cela peut provoquer un court-circuit qui peut conduire à une fuite d'électrolyte, une surchauffe d'un élément ou de la batterie, un éclatement et un feu.

Il est essentiel que les éléments individuels ne soient pas démontés parce que l'électrolyte s'échapperait, et pourrait provoquer des courts-circuits internes et externes, qui pourraient conduire à un échauffement, à un éclatement et à un feu.

Les éléments nickel-cadmium et les éléments nickel-métal hydrure sont munis d'un dispositif de libération des gaz et d'un trou dans leur borne positive pour libérer les gaz. Il est essentiel d'éviter toute déformation de cette borne positive susceptible d'obstruer l'orifice de libération des gaz, ce qui empêcherait le dispositif de libération des gaz de fonctionner, et l'élément pourrait chauffer, éclater ou prendre feu.

8.3.3 Court-circuit

Un court-circuit peut entraîner des courants excessifs, une fuite d'électrolyte, un échauffement des éléments ou des batteries, un éclatement et un feu. Cela peut endommager l'appareil et blesser les personnes. Il est essentiel d'éviter la mise en court-circuit, accidentel ou par inadvertance, d'une batterie par des objets métalliques tels que: des fils électriques, des outils, des colliers ou des épingles à cheveux qui peuvent provoquer un court-circuit.

8.3.4 Exposition à la chaleur et au feu

Si une batterie est jetée dans un feu ou chauffée, les matériaux isolants vont fondre et le système de libération des gaz ainsi que le système de protection vont être endommagés, provoquant une fuite d'électrolyte, l'éclatement et un éventuel feu.

Il est essentiel qu'une batterie ne soit pas jetée dans un feu ou exposée à la chaleur.

8.3.5 Humidité

Si une batterie est lâchée par inadvertance dans l'eau ou prend l'humidité, elle peut se mettre en court-circuit, surchauffer, rouiller ou perdre ses fonctions.

Il est essentiel qu'une batterie ne soit pas mise en contact avec l'eau.

8.3.6 Exposition aux chocs mécaniques

L'exposition d'une batterie à des chocs mécaniques, par exemple, par chute, par lancer ou par écrasement, peut provoquer une fuite d'électrolyte, un échauffement de l'élément et de la batterie, un éclatement et un feu.

Disassembly and modification can cause short-circuiting between cells or between the cell and its wiring. This can lead to electrolyte leakage, overheating of a cell or battery, bursting, and fire.

Disassembly or modification which disables the battery's safety protection system can cause excess current charging, loss of charging control, and excess current discharging, which can lead to electrolyte leakage, heating of a cell or battery, bursting, and fire.

Blocking the gas release device of a nickel system can cause the battery to burst, because emitted gas cannot be released from the battery, resulting in increased internal pressure.

It is essential to prevent tearing of the external tube sleeving of a single cell as this can cause short-circuiting which can lead to electrolyte leakage, heating of a cell or battery, bursting and fire.

It is essential that single cells are not disassembled because the electrolyte will escape, and may cause internal and external short circuits, which can lead to heating, bursting and fire.

Nickel cadmium and nickel metal hydride cells have a gas release vent and a hole in their positive terminals to release gas. It is essential to prevent deformation of the positive terminal in a way that could obstruct the gas release hole on the positive terminal, as this would prevent the gas release vent from functioning, and the cell could heat, burst or catch fire

8.3.3 Short-circuit

Short-circuiting causes excess current flow, electrolyte leakage, heating of cells or batteries, bursting, and fire. This can cause damage to equipment and injury to personnel. It is essential to avoid casual or inadvertent shorting of a battery with metallic objects such as: wire, tools, necklaces, or hairpins, which can cause short-circuiting.

8.3.4 Exposure to fire or heat

If a battery is thrown into a fire or heated, the insulation materials will melt and the gas release vent and protection system will be damaged, causing electrolyte leakage, bursting, and possibly fire.

It is essential that a battery is not thrown into a fire or exposed to heat.

8.3.5 Wetting

If a battery is dropped inadvertently into water or gets wet, it may short-circuit, overheat, rust, or lose its functions.

It is essential that batteries are not allowed to come into contact with water.

8.3.6 Exposure to mechanical shock

Exposing a battery to mechanical shock, for example, by dropping, throwing or crushing, can cause electrolyte leakage, cell and battery heating, bursting and fire.