

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60254-1

Quatrième édition
Fourth edition
2005-04

**Batteries d'accumulateurs
de traction au plomb –**

**Partie 1:
Exigences générales et
méthodes d'essais**

Lead-acid traction batteries –

**Part 1:
General requirements and
methods of test**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60254-1:2005

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

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60254-1

Quatrième édition
Fourth edition
2005-04

**Batteries d'accumulateurs
de traction au plomb –**

**Partie 1:
Exigences générales et
méthodes d'essais**

Lead-acid traction batteries –

**Part 1:
General requirements and
methods of test**

© IEC 2005 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

M

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
1 Domaine d'application et objet	8
2 Références normatives	8
3 Caractéristiques fonctionnelles	8
3.1 Capacité (pour l'essai, voir 5.2)	8
3.2 Conservation de charge (pour l'essai, voir 5.3)	10
3.3 Aptitude à la décharge rapide (pour l'essai, voir 5.4)	10
3.4 Endurance en cycles (pour l'essai, voir 5.5)	10
4 Conditions générales d'essais	10
4.1 Précision des instruments de mesure (voir la CEI 60051)	10
4.2 Préparation et entretien des éléments ou des batteries d'essai	12
4.3 Caractéristiques d'un élément ou d'une batterie d'accumulateurs complètement chargés (sauf définition différente établie par le fabricant)	14
5 Procédure d'essais	14
5.1 Ordre d'exécution des essais	14
5.2 Essai de capacité	14
5.3 Essai de conservation de charge	16
5.4 Essai d'aptitude à la décharge rapide	18
5.5 Essai d'endurance en cycles	18
6 Valeurs spécifiques	22
6.1 Densité d'énergie	22
Bibliographie	24

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60254-1:2005

CONTENTS

FOREWORD.....	5
1 Scope and object.....	9
2 Normative references	9
3 Functional characteristics	9
3.1 Capacity (for the test, see 5.2)	9
3.2 Charge retention (for the test, see 5.3)	11
3.3 High-rate discharge performance (for the test, see 5.4)	11
3.4 Cyclic endurance (for the test, see 5.5)	11
4 General test conditions	11
4.1 Accuracy of measuring instruments (see IEC 60051)	11
4.2 Preparation and maintenance of the test cells or batteries	13
4.3 Characteristics of a fully charged cell or battery (unless the state of a fully charged battery is otherwise stated by the manufacturer)	15
5 Testing procedure	15
5.1 Sequence of performance of the tests	15
5.2 Capacity test	15
5.3 Charge retention test	17
5.4 High-rate discharge performance test	19
5.5 Cyclic endurance test	19
6 Specific values	23
6.1 Energy density	23
Bibliography.....	25

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

BATTERIES D'ACCUMULATEURS DE TRACTION AU PLOMB –

Partie 1: Exigences générales et méthodes d'essais

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 60254-1 a été établie par le comité d'études 21 de la CEI: Accumulateurs.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition parue en 1997 et constitue une révision technique. Le changement principal dans cette édition concerne le retrait de l'ancien Article 6 ayant pour objet les « Procédures d'essais pour batteries de traction de véhicules routiers légers » puisque celui-ci est maintenant couvert par la CEI 61982-2. De plus « l'essai d'aptitude à la décharge rapide » à 0,5 h est maintenant effectué à 1 h avec un nouveau coefficient de résistance en température pour 1 h de décharge. L'opportunité d'introduire des changements mineurs appropriés suite aux récents développements a été saisie.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LEAD-ACID TRACTION BATTERIES –**Part 1: General requirements and methods of test**

FOREWORD

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

International Standard IEC 60254-1 has been prepared by IEC technical committee 21: Secondary cells and batteries.

This fourth edition cancels and replaces the third edition, published in 1997, and constitutes a technical revision. The principal change in this edition is the removal of the original Clause 6 dealing with "Testing procedures for light road vehicle traction batteries", as this is now covered by IEC 61982-2. The "high rate discharge test" has been changed from 0,5 h to 1 h and the temperature co-efficient of resistance for 1h discharge included. The opportunity has also been taken to introduce relatively minor revisions where these are now more appropriate due to developments.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
21/619/FDIS	21/622/RVD

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

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

La CEI 60254 comprend les parties suivantes, présentées sous le nouveau titre général *Batteries d'accumulateurs de traction au plomb*:

Partie 1: Exigences générales et méthodes d'essais

Partie 2: Dimensions des éléments et des bornes et indication de la polarité sur les éléments

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous «<http://webstore.iec.ch>» dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60254-1:2005

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

FDIS	Report on voting
21/619/FDIS	21/622/RVD

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

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

IEC 60254 consists of the following parts under the general title *Lead-acid traction batteries*:

Part 1: General requirements and methods of test

Part 2: Dimensions of cells and terminals and marking of polarity on cells

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60254-1:2005

BATTERIES D'ACCUMULATEURS DE TRACTION AU PLOMB –

Partie 1: Exigences générales et méthodes d'essais

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 60254 est applicable aux batteries d'accumulateurs de traction au plomb utilisées comme source d'énergie pour la propulsion électrique.

Les essais définis sont applicables à toutes les batteries d'accumulateurs de traction pour applications dans les véhicules routiers, les locomotives, les engins industriels et les chariots de manutention. Des essais qui peuvent être utilisés pour tester de manière spécifique des batteries d'accumulateurs développées pour l'utilisation dans des véhicules tels que les véhicules électriques légers destinés au transport des passagers, les cycles à moteurs, les véhicules commerciaux légers, etc. peuvent être spécifiés dans d'autres normes tel que la CEI 61982-2.

La présente norme a pour objet de spécifier certaines caractéristiques essentielles des batteries d'accumulateurs de traction ou des éléments, ainsi que les méthodes d'essais permettant de contrôler ces caractéristiques.

Bien que la Partie 2 de cette norme définisse les dimensions des éléments de traction communément utilisés, les essais de la Partie 1 peuvent s'appliquer aux éléments et batteries d'accumulateurs monoblocs d'autres dimensions si l'application est appropriée.

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

CEI 60254-2:1997, *Batteries de traction au plomb – Partie 2: Dimensions des éléments et des bornes et indication de la polarité sur les éléments*
Amendement 1 (2000)

3 Caractéristiques fonctionnelles

3.1 Capacité (pour l'essai, voir 5.2)

3.1.1 La caractéristique essentielle d'une batterie d'accumulateurs de traction est sa capacité à stocker l'énergie électrique. Cette capacité C , exprimée en ampères-heures (Ah), varie suivant les conditions d'utilisation.

3.1.2 La capacité nominale C_N est une valeur de référence, fixée par le fabricant, valable à une température d'élément/batterie de 30 °C, pour une durée de décharge de 5 h et une tension d'arrêt $U_f = 1,70$ V par élément. Le courant de décharge correspondant est

LEAD-ACID TRACTION BATTERIES –

Part 1: General requirements and methods of test

1 Scope and object

This part of IEC 60254 is applicable to lead-acid traction batteries used as power sources for electric propulsion.

The tests defined are relevant to all traction battery applications which include road vehicles, locomotives, industrial trucks and mechanical handling equipments. Tests which may be used specifically to test batteries developed for use in vehicles such as light passenger vehicles, motor cycles, light commercial vehicles, etc. may be found in alternative standards e.g. IEC 61982-2.

The object of this standard is to specify certain essential characteristics of traction batteries or cells, together with the relevant test methods of those characteristics.

Although Part 2 of this standard defines dimensions of commonly used traction cells, the tests in Part 1 may be applied to cells and monobloc batteries of other dimensions, if the application is appropriate.

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

IEC 60254-2:1997, *Lead-acid traction batteries - Part 2: Dimensions of cells and terminals and marking of polarity on cells*

Amendment 1 (2000)

3 Functional characteristics

3.1 Capacity (for the test, see 5.2)

3.1.1 The most essential characteristic of a traction battery is its ability to store electric energy. This is expressed as capacity C , measured in ampere hours (Ah), which varies with the conditions of use.

3.1.2 The nominal capacity C_N is a reference value, declared by the manufacturer, which is valid for the cell/battery temperature of 30 °C, a discharge time of 5 h, and a cut-off voltage $U_f = 1,70$ V per cell. The corresponding discharge current is

$$I_N \text{ (A)} = \frac{C_N \text{ (Ah)}}{5 \text{ (h)}}$$

3.1.3 La capacité réelle C_a doit être déterminée en déchargeant une batterie d'accumulateurs complètement chargée conformément aux indications de 5.2. Le résultat correspondant est utilisé pour vérifier la capacité nominale C_N .

3.2 Conservation de charge (pour l'essai, voir 5.3)

Les batteries d'accumulateurs en circuit ouvert perdent une partie de leur charge. C'est une conséquence de l'autodécharge.

La conservation de charge est définie comme la capacité résiduelle déchargeable C_r après stockage à circuit ouvert dans des conditions définies de température et de durée.

3.3 Aptitude à la décharge rapide (pour l'essai, voir 5.4)

Dans certaines applications, les batteries d'accumulateurs de traction doivent être capables de fournir des courants de décharge élevés:

$$I \geq I_N \text{ (A)}$$

c'est-à-dire un taux de décharge de 1 h, par exemple en cas d'accélération et/ou d'élévation de charges.

Comme toutes les batteries d'accumulateurs de traction n'ont pas à fournir des courants de décharge élevés, cette caractéristique est appliquée uniquement dans les cas appropriés.

En raison à la nature intermittente de la charge, la performance en régime élevé d'une batterie d'accumulateurs de traction est représentée par le courant de décharge en 1 h I_1 , c'est-à-dire le courant déchargeant la batterie d'accumulateurs jusqu'à une tension d'arrêt $U_f = 1,6 \text{ V}$ par élément en 1 h à 30°C . Si elle est exigée, la valeur du courant I_1 doit être indiquée par le fabricant.

3.4 Endurance en cycles (pour l'essai, voir 5.5)

Le service fourni par une batterie d'accumulateurs de traction consiste en des décharges suivies de recharges, chaque décharge utilisant généralement une grande partie de l'énergie emmagasinée.

L'endurance d'une batterie d'accumulateurs est définie par le nombre de cycles de décharge/recharge qu'elle peut supporter dans des conditions spécifiées jusqu'à ce que sa capacité atteigne juste la limite de $0,8 C_N$.

4 Conditions générales d'essais

4.1 Précision des instruments de mesure (voir la CEI 60051)

4.1.1 Appareils électriques de mesure

4.1.1.1 Calibre des appareils de mesure

Les instruments utilisés doivent permettre de mesurer les valeurs des tensions et des courants. Le calibre de ces instruments et les méthodes de mesure doivent être choisis de manière à assurer la précision spécifiée pour chaque essai.

$$I_N \text{ (A)} = \frac{C_N \text{ (Ah)}}{5 \text{ (h)}}$$

3.1.3 The actual capacity C_a shall be determined by discharging a fully-charged battery according to 5.2. The resultant value is used for the verification of the nominal capacity C_N .

3.2 Charge retention (for the test, see 5.3)

Batteries lose charge on open circuit as a result of self-discharge.

The charge retention is defined as the residual dischargeable capacity C_r after storage on open circuit under defined conditions of temperature and time.

3.3 High-rate discharge performance (for the test, see 5.4)

In some applications, traction batteries shall be capable of supplying high-rate discharge currents:

$$I \geq I_N \text{ (A)}$$

i.e. 1 h discharge rate, for instance for acceleration and/or lifting of loads.

Since not all traction batteries are required to supply high current rates, this characteristic is only applied when appropriate.

Because of the intermittent nature of the load the high-rate performance of a traction battery is represented by the 1 h discharge current I_1 , i.e. the current to discharge a battery at 30 °C to a cut-off voltage $U_f = 1,6 \text{ V}$ per cell within 1 h. If required, the value of the current I_1 shall be indicated by the manufacturer.

3.4 Cyclic endurance (for the test, see 5.5)

The service provided by a traction battery consists of discharges followed by recharges, each discharge generally using a large part of the stored energy.

The endurance of a battery is defined by the number of discharge/recharge cycles it can perform under specified conditions until its capacity has just reached the limit of $0,8 C_N$.

4 General test conditions

4.1 Accuracy of measuring instruments (see IEC 60051)

4.1.1 Electrical measuring instruments

4.1.1.1 Range of measuring devices

The instruments used shall enable the values of voltage and current to be measured. The range of these instruments and measuring methods shall be chosen so as to ensure the accuracy specified for each test.

Pour les instruments analogiques, cela implique que les lectures doivent être effectuées dans le dernier tiers de la graduation.

Tout autre appareil de mesure peut être utilisé, pourvu qu'il donne une précision équivalente.

4.1.1.2 Mesure de la tension

Les appareils de mesure utilisés pour contrôler les tensions doivent être des voltmètres d'une classe de précision égale à 0,5 ou meilleure. La résistance des voltmètres utilisés doit être au moins de 1 000 Ω/V .

4.1.1.3 Mesure du courant

Les appareils de mesure utilisés pour contrôler les courants doivent être des ampèremètres d'une classe de précision égale à 0,5 ou meilleure. L'ensemble formé par l'ampèremètre, le shunt et les connexions doit être d'une classe de précision de 0,5 ou meilleure.

4.1.2 Mesure de la température

4.1.2.1 Lorsque l'électrolyte est accessible, la température d'un élément doit être mesurée en utilisant une sonde de température immergée dans l'électrolyte au-dessus des plaques. L'instrument de mesure de la température doit avoir une étendue de mesure appropriée dans laquelle la valeur de chaque division de l'échelle graduée n'est pas supérieure à 1 K. La précision absolue des instruments doit être d'au moins 1 K.

4.1.2.2 Lorsque l'électrolyte n'est pas accessible, la température d'un élément doit être mesurée en utilisant un dispositif de mesure placé sur la surface. Ce dispositif doit avoir une définition d'échelle et une précision de calibrage comme spécifié en 4.1.2.1. Il convient de mesurer la température en un endroit qui soit à une température la plus proche possible de celle de l'électrolyte.

4.1.3 Mesure de la densité de l'électrolyte

Pour mesurer la densité de l'électrolyte, on doit utiliser des hydromètres pourvus d'une échelle graduée dont chaque division a une valeur qui n'est pas supérieure à 5 kg/m³. La précision absolue des appareils doit être d'au moins 5 kg/m³.

4.1.4 Mesure de la durée

Les appareils utilisés pour contrôler les durées doivent avoir une précision de $\pm 1\%$ ou meilleure.

NOTE N'importe quel appareil peut être utilisé à condition que les exigences de précision de 4.1 soient satisfaites.

4.2 Préparation et entretien des éléments ou des batteries d'essai

4.2.1 Les éléments ou les batterie d'accumulateurs doivent être mis en service selon les instructions du fabricant (par exemple activation des batteries d'accumulateurs chargées sèches). Tous les essais doivent être exécutés sur des éléments ou des batteries d'accumulateurs neufs et complètement chargés (voir 4.3), dans les trois mois qui suivent leur fabrication.

Lorsque les éléments à tester sont disposés dans des coffres à parois flexibles, il convient qu'ils soient maintenus ou attachés de manière adéquate, pour rendre et maintenir leurs parois plates durant toute la durée des essais. Ce point est particulièrement pertinent dans le cas des éléments étanches à soupapes.

For analogue instruments, this implies that the readings shall be taken in the last third of the graduated scale.

Any other measuring instruments may be used provided they give an equivalent accuracy.

4.1.1.2 Voltage measurement

The instruments used for voltage measurement shall be voltmeters of an accuracy class equal to 0,5 or better. The resistance of the voltmeters used shall be at least 1 000 Ω/V .

4.1.1.3 Current measurement

The instruments used for current measurement shall be ammeters of an accuracy class equal to 0,5 or better. The entire assembly of ammeter, shunt and leads shall be of an accuracy class of 0,5 or better.

4.1.2 Temperature measurement

4.1.2.1 Where the electrolyte is accessible, cell temperature shall be measured by use of a temperature probe immersed in the electrolyte above the plates. The temperature measuring instrument shall have a suitable range in which the value of each graduated division is not in excess of 1 K. The absolute accuracy of the instrument shall be at least 1 K.

4.1.2.2 Where the electrolyte is not accessible, cell temperature shall be measured by use of a surface temperature measuring device capable of an equivalent scale definition and accuracy of calibration as specified in 4.1.2.1. The temperature should be measured at a location which most closely reflects the electrolyte temperature.

4.1.3 Electrolyte density measurement

For measuring electrolyte densities, hydrometers shall be used with scales so graduated, that the value of each division is not in excess of 5 kg/m³. The absolute accuracy of the instrument shall be at least 5 kg/m³.

4.1.4 Time measurement

The instruments used for measuring time shall have an accuracy of ± 1 % or better.

NOTE Any instrument may be used on condition that the accuracy requirements of 4.1 are maintained.

4.2 Preparation and maintenance of the test cells or batteries

4.2.1 Cells or batteries shall be put into service in accordance with the manufacturer's instructions (e.g. in the activation of dry-charged batteries). All tests shall be carried out on unused, fully charged cells or batteries (see 4.3), within three months of manufacture.

Where the cells to be tested have boxes with flexible walls, the cells should be suitably supported or clamped to render and maintain the cell box walls flat during the entire tests. This is particularly relevant in the case of valve-regulated cells.

4.2.2 S'il y a lieu, avant l'essai, on doit s'assurer que la densité et le niveau d'électrolyte dans tous les éléments sont ceux spécifiés par le fabricant pour une batterie d'accumulateurs complètement chargée, à la température de référence de l'électrolyte de 30 °C.

4.2.3 S'il y a lieu, durant l'essai, le niveau d'électrolyte doit être maintenu comme spécifié par le fabricant pour une batterie d'accumulateurs complètement chargée.

4.2.4 La pureté de l'eau de mise à niveau et de l'électrolyte doit être celle qui est spécifiée par le fabricant.

4.3 Caractéristiques d'un élément ou d'une batterie d'accumulateurs complètement chargés (sauf définition différente établie par le fabricant)

Les éléments ou batteries d'accumulateurs sont considérés comme complètement chargés lorsque, au cours d'une charge à une valeur de courant/tension spécifiée par le fabricant, la tension/courant observés et la densité de l'électrolyte, lorsqu'elle est accessible, ne changent pas de façon appréciable durant une période de 2 h. Les changements de température doivent être pris en considération.

5 Procédure d'essais

5.1 Ordre d'exécution des essais

5.1.1 Les essais de

- capacité de 5 h (voir 5.2),
- conservation de charge (voir 5.3),
- performance en décharge rapide en 1 h (voir 5.4)

peuvent être effectués sur une batterie d'accumulateurs complète neuve ou sur une partie représentative de celle-ci, dans l'ordre indiqué ci-dessus.

Pour la réception ou mise en service d'une batterie d'accumulateurs, un essai de capacité de 5 h, ou comme spécifié selon l'accord entre le fournisseur et l'utilisateur de la batterie d'accumulateurs, doit être sélectionné.

Les essais de conservation de charge et d'aptitude à la décharge rapide sont facultatifs.

5.1.2 L'essai de l'endurance en cycles (voir 5.5) est un essai destructif et doit être effectué sur un minimum de trois éléments de même type.

Par des calages appropriés, il convient de faire en sorte que les éléments gardent les mêmes dimensions que s'ils étaient assemblés en batterie d'accumulateurs.

5.2 Essai de capacité

5.2.1 Afin de faciliter les mesures de température, un élément pilote est choisi par groupe de six éléments, la moyenne des éléments pilotes étant considérée comme représentative de la température moyenne de la batterie d'accumulateurs.

La température de chaque élément pilote doit être lue immédiatement avant la décharge. Les valeurs individuelles de la température doivent être comprises entre 15 °C et 40 °C. La température moyenne initiale t_0 de l'élément est calculée en faisant la moyenne arithmétique des valeurs individuelles.

4.2.2 Where applicable, before testing, the density and level of the electrolyte in all cells shall be as specified by the manufacturer for a fully charged battery, at the electrolyte reference temperature of 30 °C.

4.2.3 Where applicable, during testing, the level of the electrolyte shall be maintained as specified by the manufacturer for a fully charged battery.

4.2.4 The purity of the topping-up water and of the electrolyte shall be as specified by the manufacturer.

4.3 Characteristics of a fully charged cell or battery (unless the state of a fully charged battery is otherwise stated by the manufacturer)

Cells or batteries are considered as fully charged when, during charging at a current/voltage value specified by the manufacturer, the observed voltage/current and electrolyte density where accessible, do not show any appreciable change during a period of 2 h. Changes in temperature shall be taken into account.

5 Testing procedure

5.1 Sequence of performance of the tests

5.1.1 The tests for:

- 5 h capacity (see 5.2),
- charge retention (see 5.3),
- 1 h high-rate discharge performance (see 5.4)

may be carried out either on a new complete battery or on a representative part thereof in the order listed here.

For acceptance or commissioning a 5 h capacity test or as agreed upon between battery supplier and battery user shall be selected.

The charge retention test and the high-rate discharge ability test are optional.

5.1.2 The test for endurance in cycles (see 5.5) is a destructive test and shall be executed on a minimum of three cells of the same type.

Suitable packing should be provided for the test samples in order to maintain the same dimensions as when installed in batteries.

5.2 Capacity test

5.2.1 To facilitate the temperature readings, one pilot cell is selected per group of six cells, the average of the pilot cells being considered as representative of the average temperature of the battery.

The temperature of each pilot cell shall be read immediately prior to the discharge. The individual readings shall be between 15 °C and 40 °C. The average initial cell temperature t_0 is calculated as the arithmetic mean of the individual values.

5.2.2 La batterie d'accumulateurs doit être complètement chargée conformément à 4.3.

5.2.3 Dans un délai compris entre 1 h et 24 h après la fin de la charge, la batterie d'accumulateurs doit être soumise à une décharge au courant I_N (voir 3.1.2).

Le courant doit être maintenu constant à ± 1 % pendant toute la durée de la décharge.

5.2.4 La tension mesurée entre les bornes de la batterie d'accumulateurs (non compris les câbles de sortie de la batterie d'accumulateurs) doit être soit enregistrée automatiquement en fonction du temps soit notée à intervalles de temps adéquats à l'aide d'un voltmètre (voir 4.1.1.2).

5.2.5 La décharge est arrêtée lorsque la tension moyenne a atteint une valeur de 1,70 V par élément. La durée de décharge doit alors être notée.

5.2.6 La capacité non corrigée C (Ah) à la température initiale t_0 est calculée comme le produit de l'intensité du courant de décharge (en ampères) et de la durée de décharge (en heures).

5.2.7 Si la température initiale t_0 (voir 5.2.1) diffère de la température de référence (30 °C), la capacité C , établie selon 5.2.6, doit être corrigée pour obtenir la capacité réelle C_a suivant l'équation :

$$C_a = \frac{C}{1 + \lambda_1 (t_0 - t_r)} \text{ (Ah)}$$

où

t_0 est la température initiale;

t_r est la température de référence (30 °C);

$\lambda_1 = 0,006$ (°C)⁻¹ pour la capacité de 5 h.

5.2.8 Une batterie d'accumulateurs neuve, soumise à l'essai de capacité assignée, doit fournir au minimum, lorsqu'elle subit des cycles de charge/décharge C_N répétés selon 5.2.2 à 5.2.6

$C_a = 0,85 C_N$ au premier cycle;

$C_a = 1,00 C_N$ au dixième ou avant le dixième cycle.

5.3 Essai de conservation de charge

5.3.1 Après avoir subi l'essai de capacité de 5.2 et avoir obtenu une capacité $C_a \geq C_N$, la batterie d'accumulateurs est rechargée selon les indications de 4.3. Sa surface doit être nettoyée et séchée de manière à faire disparaître toute trace de matière conductrice ou d'électrolyte.

5.3.2 La batterie d'accumulateurs doit être stockée en circuit ouvert (c'est-à-dire sans aucune charge électrique connectée) à une température moyenne d'élément de 20 °C $\pm$ 2 °C pendant une période de 28 jours (672 h).

Durant cette période, la température maximale de l'élément ne doit pas dépasser +25 °C et la température minimale ne doit pas être inférieure à +15 °C.

5.2.2 The battery shall be completely charged in accordance with 4.3.

5.2.3 Within 1 h to 24 h after the end of charging, the battery shall be subjected to a discharge at the current I_N (see 3.1.2).

This current shall be maintained constant within ± 1 % throughout the whole discharge time.

5.2.4 The voltage across the terminals of the battery (excluding battery output cables), shall be either recorded automatically against time, or noted at suitable time intervals using a voltmeter (see 4.1.1.2).

5.2.5 The discharge is discontinued when the average voltage has reached the value of 1,70 V per cell. The discharge time shall be noted.

5.2.6 The uncorrected capacity C (Ah) at the initial temperature t_0 is calculated as the product of the discharge current (in amperes) and the discharge time (in hours).

5.2.7 If the initial temperature t_0 (see 5.2.1) is different from the reference temperature (30 °C), the capacity C , in accordance with 5.2.6, shall be corrected to the actual capacity C_a by the equation:

$$C_a = \frac{C}{1 + \lambda_1 (t_0 - t_r)} \text{ (Ah)}$$

where

t_0 is the initial temperature;

t_r is the reference temperature (30 °C);

$\lambda_1 = 0,006 \text{ (°C)}^{-1}$ for the 5 h capacity.

5.2.8 A new battery, submitted to the rated capacity test, when subjected to repeated C_N discharge/charge cycles according to 5.2.2 to 5.2.6 shall supply at least

$C_a = 0,85 C_N$ at the first cycle;

$C_a = 1,00 C_N$ at or before the tenth cycle.

5.3 Charge retention test

5.3.1 After having undergone a capacity test in accordance with 5.2, and having obtained a capacity $C_a \geq C_N$, the battery is recharged in accordance with 4.3. Its surfaces shall be cleaned and dried in order to remove any traces of conductive material or electrolyte.

5.3.2 The battery shall be stored on open circuit (i.e. without a connected electric load) at an average cell temperature of $20 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ for a period of 28 days (672 h).

During that time, the maximum cell temperature shall not exceed $+25 \text{ °C}$ and the minimum temperature shall be not less than $+15 \text{ °C}$.

5.3.3 A la fin de la période de stockage à circuit ouvert, conformément à 5.3.2, la température des éléments est ajustée dans la gamme indiquée en 5.2.1. La capacité résiduelle C_r doit ensuite être déterminée par une décharge au courant nominal I_N (voir 3.1.2), puis selon les indications de 5.2.4 à 5.2.7.

5.3.4 La capacité résiduelle, C_r , ne doit pas être inférieure à $0,85 C_a$.

5.3.5 Après l'essai, la batterie d'accumulateurs doit être complètement rechargée, selon les indications de 4.3.

5.4 Essai d'aptitude à la décharge rapide

5.4.1 L'essai de contrôle des performances en décharge rapide (I_1) doit être effectué sur une batterie d'accumulateurs neuve de capacité $C_a \geq C_N$ conformément à 5.2.

5.4.2 La température initiale de la batterie d'accumulateurs (t_0) et la température ambiante doivent être conformes à 5.2.1.

5.4.3 Dans un délai compris entre 1 h et 24 h après la fin de la charge, la batterie d'accumulateurs doit être soumise à une décharge au courant I_1 spécifié par le fabricant (voir 3.3).

La valeur moyenne du courant de décharge doit correspondre à la valeur $I_1 \pm 1 \%$. A aucun moment les écarts de la valeur du courant ne doivent dépasser $\pm 5 \%$ de I_1 .

5.4.4 La tension mesurée entre les bornes de la batterie d'accumulateurs (non compris les câbles de sortie de la batterie d'accumulateurs) doit être soit enregistrée automatiquement en fonction du temps soit notée à intervalles de temps appropriés, à l'aide d'un voltmètre.

5.4.5 La température moyenne des éléments pilotes (t_0) doit être mesurée, et la durée de décharge T_h calculée conformément à la formule suivante:

$$T_h = 1 \text{ (h)} [1 + \lambda_2 \{t_0 - 30 \text{ (}^\circ\text{C)}\}]$$

où $\lambda_2 = 0,01 \text{ (}^\circ\text{C)}^{-1}$ pour la capacité en 1 h.

5.4.6 Les éléments/monoblocs ou les batteries d'accumulateurs doivent alors être déchargés pendant une période de T_h heures, la tension finale moyenne par élément ne devant pas être inférieure à 1,60 V.

Si, toutefois, la tension moyenne de 1,60 V par élément est atteinte avant T_h de décharge, le courant peut être interrompu. Dans ce cas, les éléments ou la batterie d'accumulateurs n'ont pas satisfait à cet essai d'aptitude à la décharge rapide.

5.4.7 Après cet essai, la batterie d'accumulateurs doit être complètement rechargée, selon les indications de 4.3.

5.5 Essai d'endurance en cycles

5.5.1 L'essai doit être effectué sur des éléments échantillonnés selon les indications de 5.1.

5.5.2 Après avoir subi l'essai de capacité réelle de 5.2, et avoir donné une capacité C_a au moins égale à la capacité nominale C_N , les éléments doivent être rechargés selon les indications de 4.3.

5.3.3 At the end of the open circuit storage, in accordance with 5.3.2, the temperature of the cells is adjusted to the range indicated in 5.2.1. Then the residual capacity C_r shall be determined by a discharge at the standard current I_N (see 3.1.2) and thereafter in accordance with 5.2.4 to 5.2.7.

5.3.4 The residual capacity, C_r , shall be not less than 0,85 C_a .

5.3.5 After the test, the battery shall be fully recharged in accordance with 4.3.

5.4 High-rate discharge performance test

5.4.1 The test to verify the high-rate performance value (I_1) shall be carried out on a new battery having obtained a capacity $C_a \geq C_N$ in accordance with 5.2.

5.4.2 The initial battery temperature (t_0) and the ambient temperature shall be in accordance with 5.2.1.

5.4.3 Within 1 h to 24 h after the end of charging, the battery shall be subjected to a discharge at the current I_1 specified by the manufacturer (see 3.3).

The average discharge current shall correspond to $I_1 \pm 1\%$. Current deviation shall not exceed $\pm 5\%$ of I_1 at any time.

5.4.4 The voltage across the terminals of the battery (excluding battery output cables) shall be either recorded automatically against time, or noted at suitable time intervals using a voltmeter.

5.4.5 The average temperature of the pilot cells (t_0) shall be measured and the discharge time T_h shall be calculated, according to the following equation:

$$T_h = 1 \text{ (h)} [1 + \lambda_2 \{t_0 - 30 \text{ (}^\circ\text{C)}\}]$$

where $\lambda_2 = 0,01(^\circ\text{C})^{-1}$ for the 1 h capacity.

5.4.6 The cells/monoblocs or batteries shall be discharged for a period of T_h hours when the final average voltage per cell shall be not less than 1,60 V.

Should however the average voltage of 1,60 V per cell be reached prior to discharge T_h , the current may be interrupted. In this case, the cells or batteries on discharge have failed this test.

5.4.7 After the test, the battery shall be fully recharged in accordance with 4.3.

5.5 Cyclic endurance test

5.5.1 The test shall be carried out on cell samples as specified in 5.1.

5.5.2 After undergoing the actual capacity test of 5.2 and having shown a capacity C_a at least equal to the nominal capacity C_N , the cells shall be recharged as specified in 4.3.

5.5.3 Les éléments/monoblocs doivent ensuite être connectés à un dispositif qui les soumettra à une série continue de cycles pendant toute la durée de l'essai, chaque cycle comprenant ce qui suit:

5.5.3.1 Éléments ouverts

- Une décharge d'une durée de 3 h, à un courant $I(A) = C_N (Ah)/4 (h)$.
- Une recharge d'une durée de 9 h suivant immédiatement la décharge, fournissant à la batterie d'accumulateurs une quantité de charge selon le Tableau 1 ci-dessous, l'intensité du courant à la fin de la charge ne dépassant pas $I(A) = C_N (Ah)/16,66 (h)$.

Tableau 1 – Facteurs de charge de l'élément

Capacité rechargée	Facteur de charge	Type d'élément
0,864 C	1,15	A, B, C, D (CEI 60254-2, Tableau 1)
		a, b, c, d (CEI 60254-2, Amendement 1, Tableau 2)
0,937 C	1,25	E, F, G (CEI 60254-2, Tableau 1)
		e, f, g (CEI 60254-2, Amendement 1, Tableau 2)
0,787 C	1,05 (habituel)	Éléments avec agitation d'électrolyte

NOTE 1 Les éléments avec agitation d'électrolyte exigent un facteur de charge plus bas comme indiqué ci-dessus. Les éléments ayant une densité d'électrolyte accrue peuvent exiger un facteur de charge plus élevé que le facteur de charge normal. Il convient de suivre dans ce cas, et lorsque d'autres configurations spéciales sont incorporées, les instructions du fabricant.

NOTE 2 Lorsque les batteries monoblocs ou éléments ne sont pas conformes aux dimensions définies dans la CEI 60254-2, Tableaux 1 ou 2, il convient que la capacité rechargée/facteur de charge qui sont appropriés à la hauteur de l'élément, en comparaison avec les tableaux, soient appliqués.

5.5.3.2 Éléments étanches à soupapes

- Une décharge d'une durée de 3,5 h à un courant $I(A) = 0,2 C_N (A)$.
- Sauf autre recommandation du fabricant, une recharge d'une durée maximale de 14 h suivant immédiatement la décharge, à une tension constante ne dépassant pas 2,4 V par élément, avec un courant limite durant les deux dernières heures ne dépassant pas $I(A) = C_N (Ah)/66,66 (h)$.

NOTE Durant la partie initiale de la charge à tension constante, une limitation du courant peut être acceptée ou recommandée pour des raisons de sécurité et pour assurer la durée de vie.

Durant les deux dernières heures de charge, on peut permettre une montée de tension à une valeur supérieure à 2,45 V par élément.

5.5.3.3 Pendant toute la durée des essais de 5.5.3.1 ou 5.5.3.2, la température des éléments doit être maintenue entre 33 °C et 43 °C.

5.5.4 Après chaque série de 50 cycles $\pm$ 5 cycles, les éléments/monoblocs doivent être soumis à l'essai de capacité comme indiqué en 5.2.

L'essai doit être considéré comme terminé lorsque la capacité corrigée C_a résultant de cet essai est inférieure à 0,8 C_N pendant deux séries consécutives de 50 cycles $\pm$ 5 cycles chacune.

5.5.5 L'endurance en cycles est définie par le nombre de cycles effectués jusqu'à la fin de la première des deux séries finales. Ce nombre doit être au moins égal à celui qui a été fixé par le fabricant.